

REVISTA

C/S



IBERO

AMERICANA

DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD



43

volumen 15

febrero 2020

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



Dirección

Mario Albornoz (Centro Redes, Argentina)
José Antonio López Cerezo (Universidad de Oviedo, España)
Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca, España)

Consejo Editorial

Fernando Broncano (Universidad Carlos III, España), Rosalba Casas (UNAM, México), Ana María Cuevas (Universidad de Salamanca, España), Javier Echeverría (CSIC, España), Hernán Jaramillo (Universidad del Rosario, Colombia), Diego Lawler (Centro REDES, Argentina), José Luis Luján (Universidad de las Islas Baleares, España), Bruno Maltrás (Universidad de Salamanca, España), Emilio Muñoz (CSIC, España), Jorge Núñez Jover (Universidad de La Habana, Cuba), Eulalia Pérez Sedeño (CSIC, España), Carmelo Polino (Centro REDES, Argentina), Fernando Porta (Centro REDES, Argentina), María Lourdes Rodrigues (ISCTE, Portugal), Francisco Sagasti (Agenda Perú), José Manuel Sánchez Ron (Universidad Autónoma de Madrid, España), Judith Sutz (Universidad de la República, Uruguay), Jesús Vega (Universidad Autónoma de Madrid, España), Carlos Vogt (Unicamp, Brasil)

Secretario Editorial

Manuel Crespo

Diseño y diagramación

Jorge Abot y Florencia Abot Glenz

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS

Secretaría Editorial - Centro REDES

Avda. Pueyrredón 538, 2° piso "C" – 2° Cuerpo
(C1032ABS) – Buenos Aires, Argentina
Tel./Fax: (54 11) 4963-7878/8811
Correos electrónicos: secretaria@revistacts.net - revistacts@gmail.com

Edición cuatrimestral

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

Volumen 15 - Número 43

Febrero de 2020

2

CTS es una publicación académica 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. *CTS* está abierta a diversos enfoques relevantes para este campo: política y gestión del conocimiento, sociología de la ciencia y la tecnología, filosofía de la ciencia y la tecnología, economía de la innovación y el cambio tecnológico, aspectos éticos de la investigación en ciencia y tecnología, sociedad del conocimiento, cultura científica y percepción pública de la ciencia, educación superior, entre otros. Su objetivo es promover la reflexión y ampliar los debates en su campo hacia académicos, expertos, funcionarios y público interesado.

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

Cooperación ciencia-industria: ¿puede aprender también la parte pública?
Vladimiro Verre, Darío Milesi y Natalia Petelski 11

**Desde Paraguay: hacia una redefinición de “apropiación”
a partir de la aplicación de TIC en educación**
Sascha Rosenberger 35

**A história das ciências com enfoque CTS na formação continuada
de professores de química**
Rosângela Rodrigues de Oliveira e Márcia Helena Alvim 65

**Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva
de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos**
Marcelo José García Farjat y Sergio Walter Salguero 91

**Riesgo, tecnología nuclear y resistencia en Formosa, Argentina:
la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2**
Agustín Gabriel Piazz 109

**El caso de la munición expansiva:
análisis de una controversia desde la filosofía de la técnica**
Leandro Giri y Federico Bernabé Blach 137

Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015) Martín Peano	161
Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques Jorge Núñez Jover, Hilarión Rodobaldo Ortiz Pérez, Tamara Proenza Díaz y Aramis Rivas Diéguez	187
Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular Lais Silveira Fraga, Celso Alexandre Alvear e Cristiano Cordeiro Cruz	209
Panorama esquemático del marxismo en biología: el caso en México de Enrique Beltrán y la necesidad de una biología plural José Francisco Bravo Moreno, Jorge Alberto Álvarez Díaz y Víctor Enrique Solís Sosa	233
La teoría de la imagen de Gilbert Simondon: dimensiones y planteos para la filosofía de la técnica Andrés Vaccari	261
4 Reseñas	
Escritos sobre ciencia y género Amparo Gómez Rodríguez — Por Konstantinos Argyriou	289

Con la llegada de un nuevo año, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad—CTS* revalida su compromiso de publicar artículos académicos que orienten e iluminen el debate en torno a la articulación entre la ciencia y la sociedad a nivel iberoamericano.

El número 43 incluye textos de investigadores paraguayos, argentinos, mexicanos, brasileros, cubanos y españoles. La sección de artículos se inicia con “Cooperación ciencia-industria: ¿puede aprender también la parte pública?”, trabajo de Vladimiro Verre, Darío Milesi y Natalia Petelski que discute la idea generalmente aceptada de que la cooperación público-privada sólo produce transferencias unilaterales de conocimiento desde las instituciones públicas de investigación y desarrollo hacia las empresas industriales. A través de un estudio de casos múltiples, que indaga sobre este aspecto en tres asociaciones público-privadas del sector biofarmacéutico argentino, el artículo plantea que existen formas colaborativas en las que la generación del conocimiento es conjunta y que están caracterizadas por la presencia de flujos bidireccionales de conocimiento.

5

En “Desde Paraguay: hacia una redefinición de ‘apropiación’ a partir de la aplicación de TIC en educación”, Sascha Rosenberger desmenuza las diferencias existentes entre el uso histórico latinoamericano del concepto de “apropiación”, que refiere a una comprensión cabal del conocimiento y la tecnología, y el uso internacional, que refiere a su adopción sin escrutinio. Rosenberger indica que, aunque ambos usos afectan la relación entre desarrollo y dependencia, a la vez carecen de un andamiaje teórico en términos simultáneamente educativos y tecnológicos. Anclándose en la educación de Paraguay, el investigador teoriza sobre la relación entre los enfoques de implementación de TIC y el empleo de conocimiento en la educación y las acepciones de apropiación.

Rosângela Rodrigues de Oliveira y Márcia Helena Alvim, autoras de “A história das ciências com enfoque CTS na formação continuada de professores de química”, analizan los datos obtenidos durante un taller de formación continua de profesores de química que se estructuró a partir de la inserción de la historia de las ciencias con un enfoque CTS. El propósito del estudio es comprender de qué forma una experiencia didáctica puede contribuir al cambio de concepciones y posturas sobre la educación científica. Las investigadoras consideran que el enfoque histórico y la educación CTS contribuyen a la construcción de ambientes promotores de una reflexión crítica sobre la práctica científica, sus demandas y sus impactos socioambientales.

“Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos” se titula el trabajo de Marcelo José García Farjat y Sergio Walter Salguero, quienes, en el marco de la propuesta ofrecida por el evolucionismo económico para dar cuenta del cambio tecnológico, diseccionan los planteos esgrimidos por el economista italiano Giovanni Dosi, cuya obra enfatiza los conceptos de trayectoria y paradigma tecnológico y los aborda desde una mirada de corte kuhniano. Tras explorar las nociones de paradigma y trayectoria tecnológica y explicitar los alcances de la propuesta de Dosi, García Farjat y Salguero discuten las dificultades explicativas y epistemológicas que se advierten en sus trabajos.

En “Riesgo, tecnología nuclear y acciones de resistencia en Formosa: la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2”, Agustín Gabriel Piaz aprovecha el renovado interés por el desarrollo nuclear en Argentina y el mundo —así como también la reciente ola de oposición a esta tecnología, registrada tras el accidente de Fukushima en 2011— para desentrañar las acciones de resistencia a la tecnología nuclear en la provincia argentina de Formosa. A través de un recorrido cronológico del caso, Piaz describe el proceso de construcción de la percepción social de la tecnología nuclear como una amenaza para el ambiente y la salud de las personas; las formas en que se lleva a cabo la resistencia en la esfera pública; y las continuidades y rupturas que presenta la situación en Formosa respecto de otras acciones de protesta contra esta tecnología.

6

Leandro Giri y Federico Bernabé Blach dedican “El caso de la munición expansiva: análisis de una controversia desde la filosofía de la técnica” a desgranar la controversia que provocó, en 2008, la implementación de munición expansiva por parte de las fuerzas de seguridad argentinas. La novedad de este trabajo radica en la utilización que los autores hacen del instrumental filosófico-sistémico propuesto por Miguel Ángel Quintanilla para exponer, en un caso concreto, una aplicación de la filosofía de la tecnología para la toma de decisiones sobre políticas públicas.

“Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015)”, firmado por Martín Peano, retoma desde otro ángulo la difícil relación entre la ciencia nuclear y la política argentina. En el último cuarto del siglo XX, nos dice el autor, las políticas públicas de los sucesivos gobiernos democráticos tuvieron efectos regresivos sobre el sector. Sin embargo, frente a esta situación adversa, el uso de radioisótopos en medicina continuó ampliando sus alcances. El trabajo desglosa una serie de intervenciones estatales que tuvo la particularidad de concretarse en un marco desfavorable para el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura e I+D.

Jorge Núñez Jover, Hilarión Rodobaldo Ortiz Pérez, Tamara Proenza Díaz y Aramis Rivas Diéguez establecen en “Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques” un diálogo entre las experiencias que se vienen acumulando en Cuba con relación al papel de la universidad en el desarrollo territorial y los cambios en las políticas que han acompañado las transformaciones de la última década en el modelo económico y social del país caribeño.

De acuerdo con Lais Silveira Fraga, Celso Alexandre Alvear y Cristiano Cordeiro Cruz, el artículo “Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular” propone una perspectiva de la ingeniería que busca colocar el desarrollo científico y tecnológico al servicio de los más pobres. Los autores analizan la conformación del campo de la ingeniería y el desarrollo social (EDS) en Brasil a partir de 2003. Por entonces, en el contexto de un claro proyecto de expansión universitaria, se llevaron a cabo en el país políticas públicas de incentivo a la extensión, la economía solidaria y la tecnología social. Como principales conclusiones, los autores no sólo destacan la consolidación del campo EDS, sino también su progresiva transformación, que culminó con la creación de la Red de Ingeniería Popular Oswaldo Sevá.

En la primera parte de “Panorama esquemático del marxismo en biología: el caso en México de Enrique Beltrán y la necesidad de una biología plural”, José Francisco Bravo Moreno, Jorge Alberto Álvarez Díaz y Víctor Enrique Solís Sosa emprenden una lectura de la historia del marxismo en relación con la biología y el modo en que los científicos que siguieron esta tesis mantuvieron sus objetivos para explicar la naturaleza de los organismos, en particular la herencia biológica, desafiando la explicación dominante neodarwiniana. La segunda parte del trabajo sondea los elementos marxistas que caracterizaron al primer biólogo del México nacionalista, Enrique Beltrán Castillo. Si bien su obra ha sido descuidada por la historiografía mexicana, los autores fundamentan a lo largo del texto la importancia de adentrarse en las estrategias con las que Beltrán configuró su trabajo al comenzar sus servicios como educador y funcionario público.

7

El último texto, “La teoría de la imagen de Gilbert Simondon: dimensiones y planteos para la filosofía de la técnica”, firmado por Andrés Vaccari, sitúa la noción de “imagen” en la filosofía de la técnica de Gilbert Simondon y en el contexto más general de debates actuales en la filosofía de la técnica. El filósofo francés desarrolló este concepto en su curso de 1965-1966, pero no reparó en él en sus trabajos más célebres: *La individuación a la luz de las nociones de forma e información* y *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Este desfase plantea el desafío de conciliar la imagen con la teoría de la individuación previamente desarrollada por Simondon, especialmente en sus dimensiones psíquica y colectiva, donde la imagen se manifiesta. Vaccari defiende la idea de que la imagen no sólo es compatible con los lineamientos de la filosofía de la técnica de Simondon, sino que además la complementa y la enriquece.

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 el número 44, que será publicado en junio y dará continuidad al presente volumen.

Los directores

ARTÍCULOS *C/S*

**Cooperación ciencia-industria:
¿puede aprender también la parte pública? ***

**Cooperação ciência-indústria:
pode também aprender a parte pública?**

***Science-Industry Cooperation:
Can the Public Sector Learn too?***

Vladimiro Verre, Darío Milesi y Natalia Petelski **

Este trabajo discute la idea generalmente aceptada de que la cooperación público-privada sólo genera transferencias unilaterales de conocimiento desde las instituciones públicas de investigación y desarrollo hacia las empresas industriales y plantea que existen formas colaborativas en las que la generación del conocimiento es conjunta y que están caracterizadas por la presencia de flujos bidireccionales de conocimiento. A través de un estudio de casos múltiples, se indaga sobre este aspecto en tres asociaciones público-privadas del sector biofarmacéutico argentino y se hace foco en los flujos de conocimiento y en la identificación de posibles procesos de aprendizaje que la parte pública desarrolla al cooperar con las empresas.

11

Palabras clave: innovación; aprendizaje; conocimiento; cooperación; biofarmacéutico

* Recepción del artículo: 24/04/2018. Entrega de la evaluación final: 29/05/2018.

** *Vladimiro Verre*: investigador docente del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento (IDEI-UNGS) y del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI), Argentina. Correo electrónico: vverre@campus.ungs.edu.ar. *Darío Milesi*: investigador docente del IDEI-UNGS y del CIECTI. Correo electrónico: dmilesi@campus.ungs.edu.ar. *Natalia Petelski*: investigadora docente del IDEI-UNGS. Correo electrónico: npetelsk@campus.ungs.edu.ar.

Este trabalho discute a ideia geralmente aceita de que a cooperação público-privada gera apenas transferências unilaterais de conhecimento a partir das instituições públicas de pesquisa e desenvolvimento para as empresas industriais, e sugere que existem formas colaborativas nas quais a geração do conhecimento é conjunta y que elas se caracterizam pela presença de fluxos bidirecionais de conhecimento. Através de um estudo de casos múltiplos, esse aspecto é pesquisado em três associações público-privadas do setor biofarmacêutico argentino, com foco nos fluxos de conhecimento e na identificação de possíveis processos de aprendizagem que a parte pública desenvolve ao cooperar com as empresas.

Palavras-chave: inovação; aprendizagem; conhecimento; cooperação; biofarmacêutico

This paper discusses the generally accepted idea that public-private cooperation only creates unilateral transfers of knowledge, from public research and development institutions towards industrial companies, and posits that there are ways of collaboration in which the creation of knowledge is joint and that these are characterized by the presence of bidirectional knowledge flows. By means of a multiple case research, this aspect is investigated in three public-private partnerships in the Argentine biopharmaceutical sector, and focus is placed on the knowledge flows and the identification of possible learning processes that the public sector develops by cooperating with companies.

Keywords: innovation; learning; knowledge; cooperation; biopharmaceutical

Introducción

La innovación, lejos de ocurrir exclusivamente adentro de la firma, es un fenómeno que tiene una naturaleza sistémica y uno de los fenómenos más dignos de atención es la cooperación entre empresas privadas e instituciones públicas de investigación y desarrollo (I+D). Existe la visión de que en estas colaboraciones la parte pública es la que genera el conocimiento y la parte privada se limita a pagar y adoptar ese conocimiento. Esta visión conlleva que la cooperación entre ciencia e industria sea percibida como un mecanismo de generación de ventajas competitivas para la parte privada a partir de la transferencia unilateral de conocimiento desde la parte pública, que a menudo debe desviar su agenda de investigación en función de los requerimientos de la empresa y no recibe aportes de conocimiento, sino meras ventajas económicas en concepto de pago por los servicios brindados.

Sin embargo, estas colaboraciones pueden asumir diferentes formas y llevarse a cabo a través de diferentes canales, con una amplia variabilidad en cuanto a duración, complejidad y nivel de participación de los actores involucrados. En la literatura hay indicios acerca de la existencia de determinadas modalidades de cooperación público-privada que, al estar caracterizadas por un alto grado de interacción, permiten la existencia de flujos bidireccionales de conocimiento donde el conocimiento es co-generado entre las partes, pública y privada, y fluye de una parte hacia la otra y viceversa. A partir de la existencia de dichos flujos, es posible pensar que la parte pública recibe beneficios, no sólo en términos económicos, sino también intelectuales. Los estudios existentes, llevados a cabo desde la perspectiva de la parte pública y que analizan los beneficios que ella recibe, son escasos. Tales estudios suelen obviar los beneficios de índole intelectual (porque prima la visión de una parte pública que recibe solo beneficios económicos por el conocimiento que genera), o se centran en las motivaciones y las aspiraciones de la parte pública para asociarse con la industria. Sin embargo, no hay estudios que identifiquen aquellos beneficios como emergentes concretos, en el marco de proyectos de I+D conjunta, especificando en qué se traducen en la práctica. Profundizar sobre esto último resulta central para entender de manera integral el vínculo que se desarrolla entre instituciones y empresas cuando cooperan para generar conocimiento.

13

Para indagar acerca de estos aspectos, se estudia el sector biofarmacéutico argentino, que se caracteriza por ser intensivo tanto en ciencia como en cooperación público-privada. Dentro de este sector, se profundiza en tres casos de estudio, que se destacan por las capacidades de I+D de las partes y por la complejidad de los proyectos abarcados. Estos casos, que constituyen verdaderas asociaciones público-privadas, presentan una modalidad de colaboración orientada al “desarrollo conjunto” que deriva en la existencia de flujos bidireccionales de conocimiento.

En el marco de la motivación planteada y de la evidencia que se analiza las principales preguntas que guían el trabajo son las siguientes. ¿Cómo interactúan y cómo se complementan la parte pública y la parte privada para generar conocimiento conjuntamente? ¿Desarrolla aprendizajes la parte pública al cooperar con las empresas? ¿En cuáles aspectos?

Lo que sigue se organiza de la siguiente manera. Se desarrolla a continuación el marco conceptual. En la sección siguiente se describe en detalle la metodología empleada. La tercera sección presenta los casos estudiados de manera estilizada. La cuarta sección introduce los principales resultados del trabajo e identifica los aprendizajes que desarrollan las instituciones públicas estudiadas en el marco de la cooperación con las empresas. La última sección retoma el marco general de la discusión del trabajo y desarrolla las principales conclusiones.

1. Marco conceptual

En los últimos treinta años los enfoques evolucionista y neo-schumpeteriano han contribuido a enriquecer la visión del proceso de innovación, proponiendo una concepción más interactiva del mismo, que superara la tradicional visión del “modelo lineal” de innovación (Bush, 1945) y considerando a la innovación como un fenómeno que, lejos de ocurrir exclusivamente adentro de la empresa, tiene una naturaleza marcadamente sistémica. En esta línea, por ejemplo, el enfoque evolucionista y la literatura sobre sistema nacional, sectorial y regional de innovación (Freeman, 2004; Lundvall, 1997; Nelson, 1993; Edquist, 1997) hacen hincapié en la necesidad para las firmas de contar con recursos colectivos y de coordinación para innovar, aprovechando las redes interfirma y las vinculaciones institucionales para el aprendizaje y la resolución de problemas (Lengyel y Bottino, 2010). El modelo de la Triple Hélice (y anteriormente el Triángulo de Sábato), por su parte, es muy explícito en indicar como punto crítico de la innovación al conjunto de las interrelaciones y las interacciones entre sector productivo, sector académico e instituciones (Etzkowit y Leydesdorff, 2000). De este modo, el creciente interés hacia la innovación ha ido en paralelo con un creciente interés en el aspecto relacional, lo cual se ha reflejado en el énfasis recibido por conceptos como la vinculación (Abramovsky y Simpson, 2008), la conectividad (Rivera Ríos, Robert y Yoguel, 2009) o la cooperación (Bercovitz y Feldman, 2007).

Dada la naturaleza sistémica de la innovación, existe un consenso generalizado sobre el rol positivo que la cooperación público-privada orientada a la generación de conocimiento puede ejercer para el sistema productivo y la sociedad en su conjunto (Vessuri, 1998; Schartinger *et al.*, 2002; Arocena y Sutz, 2005). También hay consenso sobre el hecho de que dicho fenómeno, implica la colaboración entre dos mundos distintos, el productivo y el científico, que se rigen por normas diferentes (Dasgupta y David, 1994; Laursen y Salter, 2006; Bruneel, D’Este y Salter, 2010).

Una parte relevante de la literatura, inspirada por la centralidad de instrumentos como las patentes, las licencias y los spin-offs, ha abordado el fenómeno a partir de una concepción que ve a la parte pública como “activa” en la generación de conocimiento y cuyo rol es el de transferir dicho conocimiento a una parte “pasiva”, la empresa privada, que luego lo comercializa exitosamente. Pero esta óptica de la “transferencia” no agota la variedad de la cooperación público-privada. En varios trabajos se subraya que no puede hablarse de cooperación público-privada tout court, ya que la colaboración ciencia-industria puede asumir múltiples formas y realizarse a través de múltiples canales (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998; Yong Lee, 2000; Schartinger, 2002; Cohen *et al.*, 2002; D’Este y Patel, 2007; Verre *et al.*, 2017; Milesi

et al., 2017). Entre estos canales se encuentran, por ejemplo: empleo de graduados universitarios, divulgación en seminarios y conferencias, publicaciones, contratación de servicios, I+D conjunta, licencias sobre patentes universitarias, empresas de base tecnológica incubadas, entre otros. Cada uno de ellos tiene características diferentes, respecto a la naturaleza del conocimiento intercambiado, los objetivos de las partes y las oportunidades de aprendizaje que pueden generar. En CEPAL-SEGIB (2010), cada uno de estos canales es analizado también en función de otra característica, la dirección de los flujos de conocimiento entre las partes. En algunos canales prevalecen flujos unidireccionales de conocimientos, mientras que en otros el conocimiento fluye en ambas direcciones.

En efecto, más allá de considerar qué canales o mecanismos usan la parte pública y la parte privada para colaborar, es importante entender la lógica subyacente a la colaboración y la dinámica interna de los proyectos (D'Este y Perkmann, 2011). Utilizando el concepto de “involucramiento relacional”, Perkmann y Walsh (2007) han identificado tres modalidades de cooperación que son más ricas, respecto a otras, en flujos bi-direccionales de conocimiento, al estar caracterizadas por una alta frecuencia de las interacciones entre las partes. Dichas modalidades de alto involucramiento relacional son: la investigación conjunta, el contrato de investigación y la consultoría. La investigación conjunta se destaca por un mayor grado de aprendizaje interactivo y coproducción del conocimiento respecto a las otras dos, las cuales se realizan en una óptica de “servicio” con un claro rol de dirección por parte de la firma. Sin embargo, incluso dentro de la consultoría, hay diferentes matices (según esté orientada, como indican los autores, por la “oportunidad”, por la “comercialización” o por la “investigación”) y es posible identificar diferentes esquemas que pueden estar más o menos en línea con los objetivos académicos (Perkmann y Walsh, 2008). Asimismo, Arza (2010) realiza un análisis de las motivaciones para vincularse y de los beneficios que pueden obtener, tanto los actores públicos como las empresas y, a partir de esas dimensiones, identifica cuatro canales de interacción. Estos canales son: servicios (consultoría, testeos, monitoreos); tradicional (formación de RRHH, publicaciones, congresos); flujos bi-direccionales (investigación conjunta, redes); y comercial (spin-offs, incubadoras, licencias). El canal basado en flujos bidireccionales es indicado como el que posee mayor valor, en el sentido de que es el más virtuoso en función del objetivo del desarrollo de un país y el que minimiza los riesgos para el sector académico y científico. En la misma dirección, Verre *et al.* (2017) y Milesi *et al.* (2017) desarrollan una taxonomía de formas de cooperación en base a cuatro dimensiones de análisis: i) el objetivo de la colaboración (complementación de capacidades existentes, internalización de capacidades públicas y generación conjunta de nuevas capacidades); ii) el grado de participación directa de la firma en las actividades de I+D (de bajo —servicio recibido “llave en mano” — a alto —codesarrollo); iii) la duración del vínculo (de corto plazo a largo plazo); y iv) la frecuencia de las interacciones (de baja a alta). En función de ello identifican tres esquemas de colaboración —contratación, internalización y coordinación— siendo este último el que mayores potencialidades presenta para el desarrollo de flujos bidireccionales de conocimiento.

La parte pública, entonces, puede compatibilizar su actividad académica y el nexo con el sector productivo, beneficiándose ya sea con la obtención de recursos financieros adicionales para sus actividades internas, o con la obtención de beneficios

intelectuales (Arza, 2010; D'Este y Perkmann, 2011; Ankrah *et al.*, 2013). De lo anterior emerge un consenso alrededor de dos puntos: en primer lugar, los canales donde hay bidireccionalidad de conocimiento tienen mayor valor y son más funcionales a la innovación; en segundo lugar, los proyectos público-privados que prevén actividades de desarrollo conjunto son el espacio más adecuado para que dichos flujos se desplieguen con toda su potencialidad, en una óptica coherente con la coproducción del conocimiento. En la medida en que la cooperación público-privada se aleja de la mera transferencia y se asemeja a la asociación, hay mayor probabilidad de flujos de conocimiento bidireccionales, lo cual puede redundar en mayores beneficios, incluso de índole intelectual (aprendizaje), para la parte pública.

16 Sin embargo, son pocos los estudios que avanzan en una identificación detallada sobre los aprendizajes que puede desarrollar el sector público al cooperar con la industria. Los escasos estudios realizados sobre este tema, identifican algunos de estos beneficios, como por ejemplo: adquirir nuevas ideas y problemas para ampliar la agenda de investigación (Mansfield, 1995; Fritsch y Schwirten, 1999; Gulbrandsen y Smeby, 2005; D'Este y Patel, 2007); transformar los resultados de la investigación básica en soluciones prácticas (Fritsch y Schwirten, 1999); obtener fondos adicionales, intercambio de conocimiento y oportunidades de aprendizaje (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998); obtener fondos para la investigación académica (asistentes de investigación y equipos de laboratorio), comprobar la aplicación práctica de la teoría o de investigaciones propias, tener una mayor comprensión de la propia área de investigación (Lee, 2000; D'Este y Patel, 2007); acceder a informaciones que son de propiedad de la firma y usarlas para ampliar las investigaciones científicas (Owen-Smith y Powell, 2001; Nieminen y Kaukonen, 2001); posibilidad de acceder a otros actores por ser parte de una red junto al *partner* privado con el que se coopera, posibilidad de aprender estudiando determinados problemas en un contexto de aplicación práctica (Nieminen y Kaukonen, 2001; López-Martínez *et al.*, 1994); *learning by interacting* (Perkmann y Walsh, 2009; D'Este y Perkmann, 2011); oportunidades de empleo para los graduados; exposición de las universidades a problemas prácticos y a tecnologías de punta; posibilidad de obtener feedbacks sobre ideas y resultados de investigaciones a través de la práctica; financiamiento para la compra de equipamiento; mayores ingresos personales para los investigadores (Ankrah *et al.*, 2013); recibir inspiración para futuras investigaciones científicas, recibir ideas para nuevos proyectos de colaboración público-privada, aumentar la reputación, acceso a recursos financieros adicionales para los laboratorios, compartir equipos e instrumentos, intercambio de conocimiento, publicaciones, nuevas perspectivas para abordar los problemas industriales, desarrollo de recursos humanos (Arza *et al.*, 2014).

Estos estudios indican que hay formas de cooperación en las que los beneficios de la parte pública no se limitan a la mera remuneración de sus servicios. Sin embargo, en casi todos los casos, los beneficios de índole intelectual antes mencionados son simplemente identificados y reportados como evidencia de los trabajos sin una profundización acerca de cómo se materializan en la práctica y cuáles son sus rasgos cualitativos. En ese marco, este trabajo busca aportar evidencia concreta acerca de cómo y qué aprende la parte pública en la cooperación con empresas cuando esa cooperación incorpora flujos bidireccionales de conocimiento.

2. Estrategia metodológica

El objeto empírico de este trabajo está constituido por las relaciones y los flujos de conocimiento que se verifican en acuerdos de cooperación, entre empresas e instituciones públicas de I+D, orientadas a la generación conjunta de conocimiento. Tales asociaciones pueden incluir uno o varios proyectos a lo largo del tiempo y se basan en actividades de I+D donde ambas partes aportan conocimiento, interactúan para generar nuevo conocimiento y comparten los resultados. Dada la naturaleza cualitativa de las dimensiones involucradas, para indagar sobre las principales preguntas planteadas en este trabajo, se realizó un estudio de casos múltiples (Yin, 1984; Stake, 1995). Para llevar a cabo el estudio de casos se eligió el sector biofarmacéutico argentino, ya que sus características (intensivo en ciencia y en cooperación público-privada), lo hacen adecuado para poder observar el objeto empírico. Dentro de este sector, cuyo tamaño es reducido, se identificaron aquellas asociaciones en las que ambas partes tuvieran elevadas capacidades de I+D y estuvieran involucradas en proyectos altamente complejos e inciertos, lo cual hace más probable la presencia de flujos de conocimiento relevantes entre las partes y la observación de las dimensiones del objeto empírico en toda su riqueza. Se eligieron entonces los tres casos, que coinciden con aquellas asociaciones público-privadas que involucran a las empresas más grandes y algunas de las instituciones públicas más prestigiosas a nivel nacional, en esa área científico-tecnológica.¹

A continuación, se presentan los tres casos seleccionados, con sus integrantes principales y con los proyectos que abarcan.

17

Cuadro 1. Casos de estudio seleccionados

	Empresa	Partners públicos	Proyectos específicos
Caso 1	Grupo Chemo	Laboratorio de Oncología Molecular de la Universidad Nacional de Quilmes (LOM-UNQ) y otras instituciones	- Desmopresina: para uso animal y humano - Inmunoterapia: anticuerpos monoclonales y otros productos
Caso 2	Grupo Amega Biotech	Laboratorio de Cultivos Celulares de la Universidad Nacional del Litoral (LCC-UNL)	- Proteínas recombinantes: Etanercept y Factor VIII
Caso 3	BioSidus	Instituto de Biotecnología y Medicina Experimental (IByME) e Instituto de Virología del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (IV-INTA)	- Animales transgénicos: hormona de crecimiento humana, insulina, etanercept y nanoanticuerpos VHH

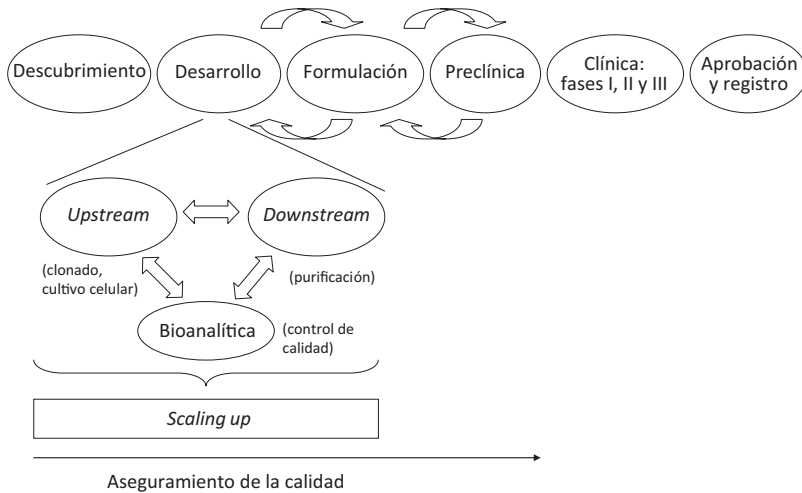
Fuente: elaboración propia

1. Cabe destacar que los tres consorcios fueron adjudicatarios de subsidios (Fonasec FS-BIO 2010) por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).

En este estudio de casos múltiples, la unidad de análisis principal es la perspectiva de la parte pública, más específicamente, la de los investigadores pertenecientes a instituciones públicas de I+D que participan o participaron en los proyectos público-privados con las empresas seleccionadas. Sin embargo, para complementar la información recabada y contextualizar esta perspectiva, se consideran otras dos sub-unidades de análisis, en primer lugar, la visión del personal de I+D de las empresas que interactúa con los investigadores públicos y, en segundo lugar, la visión personas pertenecientes a otros niveles (externos a la I+D) de la institución pública y que poseen una visión integral sobre los proyectos conjuntos. La utilización de tres unidades de análisis no responde a la intención de hacer una comparación entre tres visiones diferentes, sino a la necesidad de complementar y confirmar la información recabada en la unidad de análisis principal. Asimismo, el objetivo principal no es comparar los tres casos entre ellos, ya que se trata de tres manifestaciones diferentes de un mismo esquema asociativo sobre el que se quiere profundizar, sino al contrario sumarlos, para aportar la mayor evidencia empírica posible respecto a los beneficios de la parte pública. Respecto a la estrategia de recolección, se realizaron 34 entrevistas en profundidad, orientadas por una guía de pautas y preguntas abiertas, que abarcaron personas pertenecientes a los tres casos y a las tres unidades de análisis antes indicadas. También se realizó un análisis documental sobre algunas fuentes secundarias a las que se tuvo acceso (formularios de proyectos, informes técnicos finales de proyectos, otro material documental aportado por las empresas y las entidades públicas de I+D).

3. Los casos estudiados

Los medicamentos biotecnológicos usan información genética y tecnologías especiales, como por ejemplo el ADN recombinante y el hibridoma, para que las células actúen como fábrica de sustancias, para luego convertirlas en medicamentos. Antes de presentar los tres casos estudiados, se hace una breve mención al proceso de generación de un medicamento biotecnológico. Este proceso consta de una serie de pasos que deben ser cumplidos y en los que intervienen diversos actores, cada uno con sus capacidades específicas. Esta descripción pretende dar una orientación para la lectura de las siguientes secciones del trabajo ya que, si bien los proyectos abarcados por los tres casos tienen peculiaridades y desarrollan productos diferentes, la evidencia empírica recolectada hace referencia a tales eslabones, que son comunes a los tres casos. A continuación, se presenta la **Figura 1**, donde se grafica la secuencia de tales etapas (cabe destacar que existen constantes retroalimentaciones entre ellas), que empieza con el descubrimiento de un compuesto con propiedades terapéuticas (por ejemplo una proteína), sigue con la fase de desarrollo propiamente dicha (cultivo celular, purificación y controles analíticos) y con el aumento de escala; posteriormente se prueban diferentes formulaciones para enfrentar la fase preclínica (*in vitro* e *in vivo* sobre animales), para llegar luego a la etapa de ensayos clínicos sobre humanos (Fases I, II y III), hasta la aprobación final del medicamento por las autoridades regulatorias.

Figura 1. Etapas del desarrollo de un biofármaco

Fuente: elaboración propia

3.1. Caso 1: la asociación del Grupo Chemo con el LOM-UNQ

Este primer caso tiene por protagonista central a un amplio consorcio de actores. Dicho consorcio se ha ido conformando y ampliando a lo largo del tiempo y está integrado, por un lado, por el grupo Chemo, que es uno de los principales grupos farmacéuticos argentinos y que a su vez abarca en su interior diferentes empresas privadas; por el otro, hay una serie de actores públicos entre los cuales destaca el Laboratorio de Oncología Molecular de la Universidad Nacional de Quilmes (LOM-UNQ) como principal centro de generación del conocimiento y como *partner* central del Grupo Chemo, además de algunos hospitales, como el Garrahan. Dentro de este consorcio, que empezó a conformarse hace casi 20 años, pueden identificarse dos grandes macro-proyectos que aún están abiertos y que han orientado y orientan las actividades de esta vasta red de actores, es decir, la inmunoterapia y la desmopresina. El proyecto de inmunoterapia nace de la vinculación de Chemo con centros biotecnológicos cubanos y abarca varios productos: el racotumomab (un anticuerpo monoclonal usado en cáncer pulmonar), dos glicoproteínas con acción antitumoral (el N-glicolil GM3/VSSP, para cáncer de mama y el N-acetil GM3/VSSP, para cáncer y HIV) y dos anticuerpos monoclonales biosimilares como el rituximab (usado en el Linfoma no-Hodkin, leucemia linfática crónica y artritis reumatoidea) y el bevacizumab (cáncer de colon).² El otro macro-proyecto tiene que ver con la

2. Los medicamentos biosimilares son copias de productos desarrollados y patentados originariamente por grandes grupos farmacéuticos transnacionales, cuyo desarrollo es encarado en función del próximo vencimiento de la patente que los protege.

desmopresina, un péptido sintético orgánico usado en función antimetastásica, (para evitar la propagación de células cancerígenas luego de la intervención quirúrgica) y que tiene además un efecto protector, al favorecer la coagulación. El proyecto de inmunoterapia tiene sus comienzos entre 1994 y 1996, con la colaboración que se instaura entre Chemo y dos centros biotecnológicos cubanos; el LOM-UNQ se incorpora a este proyecto con la prestación de servicios puntuales pre-clínicos, como ensayos en animales de laboratorio en modelos de cáncer, pero con el pasar del tiempo se involucra cada vez más en la fase de desarrollo y en la fase clínica de cada producto, estableciendo una interacción intensa tanto con las empresas del Grupo como con los hospitales. Mientras que el racotumomab ya está en el mercado desde 2013, los otros productos están en diferentes fases de desarrollo.³ Si los productos incluidos en inmunoterapia se originan en Chemo y el LOM-UNQ se suma en un segundo momento, la desmopresina presenta el recorrido inverso: es un proyecto que nace enteramente en el LOM-UNQ y la entrada de Chemo permite llevar adelante un co-desarrollo en dos ámbitos, veterinario y humano. Actualmente, el producto para uso veterinario está en el mercado, mientras que los estudios clínicos para su uso en humanos están próximos a terminar.

3.2. Caso 2: la asociación de Amega Biotech con el LCC-UNL

Este segundo caso, al contrario del anterior, ve la asociación de solamente dos actores, es decir, el Grupo Amega Biotech y la Universidad Nacional del Litoral (UNL). El Grupo Amega abarca a su vez tres empresas diferentes, una de las cuales, Zelltek, nació como empresa incubada en el seno de la UNL. El Laboratorio de Cultivos Celulares (LCC-UNL) se destaca como el principal centro de generación del conocimiento en el que se apoya la parte privada y además comparte el mismo espacio físico con Zelltek, dentro de la UNL. La asociación entre Zelltek y el LCC-UNL ha abarcado, a lo largo de más de 20 años, innumerables colaboraciones, entre las cuales indudablemente sobresale el desarrollo de la eritropoyetina (EPO), que motivó el surgimiento de la empresa incubada. Dentro de este consorcio, se consideran dos proyectos específicos, que coinciden con el desarrollo de dos proteínas altamente complejas: el etanercept (para el tratamiento de artritis reumatoidea, artritis reumatoidea infantil y artritis psoriásica) y el factor VIII de coagulación truncado (que es un elemento fundamental en el proceso de coagulación sanguínea y es usado para revertir la hemofilia A). Dentro del mismo espacio físico, hay una situación de coexistencia entre el personal del LCC-UNL y el personal de I+D de la empresa, lo cual hace que en la dinámica cotidiana del laboratorio los límites entre lo que es privado y lo que es público, entre lo académico y lo empresarial, sean borrosos. Por un lado, esa coexistencia hace que los investigadores públicos ahí localizados están familiarizados con problemáticas que otros grupos de I+D de contextos diferentes pueden ver como lejanas o incluso

3. Cabe aclarar que independientemente de que un producto ya esté en el mercado o no, los estudios clínicos que se realizan en los hospitales no se detienen, ya que se siguen buscando nuevos espacios de actividad para el biofármaco, como por ejemplo nuevas indicaciones, nuevos beneficios terapéuticos, posibles combinaciones con otras drogas, nuevos mecanismos de acción (y se siguen aportando datos de los estudios a la autoridad regulatoria, para ver si ese producto puede seguir aprobado o si hay que revalidarlo con mayores datos).

del todo ajenas. Por el otro, esto permite a la empresa aprovechar el continuo flujo de recursos humanos y de conocimientos que existe en el laboratorio. Esta situación ha potenciado las oportunidades de colaboración público-privada en I+D, lo cual se ve reflejado en la riqueza de la agenda de co-desarrollo entre ambas entidades, dentro de la cual se destacan las dos proteínas antes mencionadas. Actualmente, el desarrollo de estos productos ya ha concluido y el grupo está encarando los estudios clínicos necesarios para la aprobación regulatoria de ambos.

3.3. Caso 3: la asociación de Biosidus con el IByME y el IV-INTA

El tercer caso tiene por protagonistas a la empresa Biosidus y a dos instituciones públicas, como el Instituto de Biotecnología y Medicina Experimental (IByME) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). La colaboración entre Biosidus y el IByME tiene una larga trayectoria y es esta asociación la que ha llevado a generar y consolidar la plataforma de animales transgénicos, sin duda uno de los mayores logros de Biosidus, mientras que la colaboración de la empresa con el Instituto de Virología del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (IV-INTA) es más reciente. Ambas colaboraciones tienen como punto en común la utilización de la plataforma de animales transgénicos para la generación de una serie de productos a ser utilizados en salud humana, como la hormona de crecimiento humana, la insulina, el etanercept y los nanoanticuerpos VHH. Biosidus fue pionera en América Latina en el desarrollo de la plataforma de animales transgénicos, que consiste en utilizar las vacas como sistemas de producción, insertando en el animal el gen que produce la proteína o la molécula de interés (es decir, modificando genéticamente el animal), para luego obtener esa proteína o molécula en la leche del mismo. Desde un comienzo el IByME colabora con Biosidus en el desarrollo de esta plataforma, siendo la principal fuente externa de conocimiento a la que recurre la empresa en lo que se refiere a transgénesis y clonación. A partir de 2003, asume un rol clave el Laboratorio de Fisiología de la Glándula Mamaria y una parte fundamental de los conocimientos que están a la base de este proyecto se originan en ese laboratorio que, además, provee a la empresa de recursos humanos críticos. El IByME ha acompañado a Biosidus en el desarrollo de la plataforma tecnológica de la vaca transgénica y ha colaborado en cada una de las proteínas que se decidió producir a partir de dicha plataforma, por ejemplo, la hormona de crecimiento humano (para el tratamiento del retardo de crecimiento en niños y del síndrome de Turner), la insulina (para tratar la diabetes y la hiperglucemia) y el etanercept (para artritis reumatoidea). La colaboración con el IV-INTA apunta a usar esta plataforma para producir otra molécula: los nanoanticuerpos VHH (anticuerpos monoclonales derivados de los camélidos que logran neutralizar la infección por rotavirus, el principal agente causante de diarreas en niños a nivel mundial). Hasta el momento se ha logrado la producción de la hormona de crecimiento humana y de la insulina en vacas transgénicas, mientras que en el caso de los nanoanticuerpos VHH, recién este año se ha logrado el nacimiento de un ternero que es un clon de clon y que contiene en su leche el VHH. Sin embargo, la plataforma de la vaca transgénica enfrenta fuertes reticencias regulatorias, lo cual hace que no haya aún productos en el mercado.

4. Beneficios que obtiene la parte pública al asociarse con la industria

A partir de las entrevistas realizadas se han identificado distintos beneficios para la parte pública derivados de la cooperación con las empresas, típicamente los de tipo económico y los de carácter intelectual. Respecto de los beneficios económicos, debe destacarse que todo lo que se refiere al aspecto estrictamente remunerativo no es incluido en el análisis ya que este aspecto está presente en cualquier colaboración público-privada y no es distintivo de este esquema de asociación, mientras sí son incluidos otros beneficios de este tipo que ocupan un papel relevante en los casos estudiados.

En lo relativo a beneficios intelectuales si bien, como ya se comentó, hay antecedentes en el estudio de flujos bidireccionales de conocimiento en los acuerdos de cooperación público-privada para I+D, en este trabajo los beneficios identificados se presentan en forma detallada para evidenciar sus especificidades y las relaciones existentes entre ellos.

El **Cuadro 2** sintetiza los principales hallazgos del estudio:

Cuadro 2. Beneficios para la parte pública de la cooperación

Beneficios económicos	Aprovechar externalidades derivadas de la complementación			
	Acceder a equipamiento nuevo			
Beneficios intelectuales	Aprendizaje interactivo	Aprender de la empresa	En I+D	Bioprocesos Control de calidad de producto Formulación galénica Buenas prácticas de laboratorio
			En otros aspectos	Identificar el objetivo terapéutico Metodología de trabajo
		Aprender con la empresa	Identificar el nicho terapéutico Diseño y tramitación del ensayo clínico Obtener financiamiento público Gestionar la propiedad intelectual	
	Comprobar la aplicación práctica de la investigación académica			
	Acceder a formar parte de una red			
	Acceder a información de la firma y usarla en la investigación académica			
	Generar activos académicos (docencia, formación de recursos humanos y publicaciones)			
	Ampliación de la agenda de investigación			

Fuente: elaboración propia

Antes de proceder en el análisis, vale la pena aclarar que la construcción del problema de investigación que ha orientado este trabajo ha llevado a focalizarse principalmente en los aspectos positivos de la asociación, es decir, las características cualitativas de los diferentes beneficios que la parte pública recibe. Esto no significa que no hayan existido aspectos problemáticos en los casos y, si bien no son parte del análisis, se los menciona brevemente a continuación para dar un cuadro más acabado de la dinámica asociativa. En el Caso 1, por ejemplo, se han generado conflictos en distintos momentos del tiempo, a raíz de algunos retrocesos acontecidos en la fase de I+D que han sido amplificadas tanto por las diferencias entre la visión científica y la visión tecnológica, como por el elevado número de actores que compone este Consorcio. En el Caso 2, los problemas se han presentado sobre todo en el momento inicial de la asociación, a raíz de la existencia de diferentes posturas, dentro de la UNL, respecto de la presencia física de una empresa privada dentro de un laboratorio público. Dentro del Caso 3, la relación entre Biosidus y el IV-INTA no gozaba de una trayectoria previa (como en las otras asociaciones) y esto, sumado a un cambio de gestión que aconteció en la empresa en 2013, ha llevado a una disminución de la interacción, que se ha acentuado en la medida en que la empresa tuvo importantes dificultades y demoras en conseguir el objetivo planeado (la obtención de una vaca transgénica que expresara en su leche el VHH).

4.1. Beneficios económicos

En la colaboración con las empresas, las instituciones públicas de I+D reciben beneficios que tienen un componente económico no captado por la simple consideración de la remuneración que reciben por sus servicios pero que resultan relevantes para el desarrollo de sus actividades.

23

Un primer beneficio económico consiste en poder aprovechar algunas externalidades que derivan de la complementación. La sinergia y la relación de confianza existentes entre las partes hacen que la industria pueda facilitar elementos de los que la parte pública carece y que podría obtener, aunque solamente en tiempos muy largos o en cantidad limitada, por razones presupuestarias. Este beneficio se traduce, en primer lugar, en un mayor y más rápido acceso a insumos, reactivos y otros elementos o condiciones de trabajo, en segundo lugar, en poder usar para actividades internas, equipos y maquinarias que son propiedad de la empresa y, en tercer lugar, en poder apoyarse en personal especializado, pagado por la empresa, para realizar tareas internas al laboratorio público. Si bien el Caso 2 es probablemente el más rico en este aspecto, por la coexistencia público-privada en el mismo espacio físico, que multiplica las posibilidades de que se generen externalidades, debe destacarse también el Caso 3, en el que la empresa Biosidus facilitó las mejores condiciones al personal del IByME para realizar tareas de I+D no solo en su interior, sino también en el tambo en el que están localizados los animales transgénicos (instalaciones, equipamientos, materiales, transporte de elementos desde el tambo a Biosidus y viceversa, cría de los animales, etc.).

Otro beneficio económico sumamente importante es la posibilidad de adquirir nuevo equipamiento. La asociación con la industria otorga la posibilidad, observada en los tres casos, de presentarse a fondos concursables y acceder a financiamiento

público que es empleado, entre otras cosas, para la compra de nuevo equipamiento. Este aspecto ha sido indicado como crítico por todos los investigadores públicos entrevistados ya que, a raíz de la incorporación de equipamiento nuevo del que no se dispone, aumentan las posibilidades de avanzar en la generación de conocimiento. Esto no solamente mejora la capacidad de interacción con la empresa (dentro de la asociación), sino que refuerza la actividad de I+D de la parte pública en general, por ejemplo, para otras vinculaciones y proyectos (externos a la asociación). El Caso 3 es quizás el más rico en cuanto a la evidencia empírica que muestra la envergadura de este beneficio. El IV-INTA, gracias al subsidio recibido en el marco del proyecto asociativo, pudo comprar equipamientos que le permitieron desarrollar otra familia de nanoanticuerpos VHH que sirven para contrastar el Norovirus (otro virus infeccioso) y expresarlos en *Escherichia coli* (la bacteria que sirve como medio de producción). Asimismo, el IByME pudo adquirir, gracias a la asociación, varios equipamientos costosos e imprescindibles para sus actividades de I+D (lector Elisa de micro placas, microscopio invertido, flujo laminar de seguridad biológica, centrifuga de mesa ventilada, incubador CO2 y sistema de jaulas individualmente ventiladas, entre otros).

Por supuesto, en la medida en que la posibilidad de lograr un acceso más fluido a los recursos mencionados, como consecuencia de la colaboración con las empresas, puede derivar en una mejora potencial en las capacidades públicas de I+D, se puede considerar que se trata en realidad de beneficios intelectuales indirectos. Sin embargo, la misma consideración se puede aplicar a la remuneración que la parte pública obtiene por su colaboración con la industria, que mejora sus disponibilidades presupuestarias e impacta en el alcance de sus actividades. Por ello, el principal objetivo de presentar estos dos beneficios económicos es rescatar beneficios de esta índole no captados por la simple contabilización de la remuneración recibida por la parte pública de la cooperación.

A continuación, se presentan en detalle los principales beneficios estrictamente intelectuales para la parte pública, como resultado de la dinámica de cooperación para generar nuevo conocimiento de manera conjunta con las empresas.

4.2. Beneficios intelectuales

En los casos estudiados los beneficios intelectuales de la cooperación para la parte pública se manifiestan en distintos aspectos. Uno central es el aprendizaje, que se puede manifestar como un fortalecimiento de las capacidades que ya posee o mediante la generación de nuevas capacidades. A su vez el aprendizaje se desarrolla en los casos estudiados de dos formas sutilmente diferentes. Por un lado, la parte pública aprende “de la empresa” al absorber conocimientos que la segunda posee. Tales conocimientos se refieren, tanto a las capacidades necesarias para la actividad de la I+D (bioprocesos, control de calidad de producto, formulación galénica y buenas prácticas de laboratorio), como a otras capacidades que la industria maneja con mayor naturalidad (identificación del objetivo terapéutico y metodología de trabajo). Por el otro, la parte pública también aprende “con la empresa”, es decir, ambas partes absorben conocimientos a través de la interacción y fortalecen la capacidad de identificar el nicho de pacientes adecuado para aplicar el biofármaco, la capacidad de diseñar y tramitar el ensayo clínico, la capacidad de obtener financiamiento público

y la capacidad de gestionar los aspectos inherentes a la propiedad intelectual. Otros beneficios intelectuales identificados son la posibilidad de comprobar la aplicación práctica de la investigación académica, de pertenecer a una red, de acceder a información de la empresa y usarla para la investigación académica, de generar activos académicos y de ampliar su agenda de investigación.

4.2.1. Aprender de la empresa

Un beneficio de índole intelectual central es la posibilidad, para la parte pública, de aprender a raíz de su asociación con la Industria (*learning by interacting* o aprendizaje interactivo).

En lo que se refiere a los bioprocesos, tanto en el Caso 2 como en el Caso 3 se destaca el aporte de conocimiento que hizo la parte privada en temas como cultivo celular masivo, purificación y escalado productivo. La parte pública está poco familiarizada con tales aspectos, ya que no los necesita en la fase de laboratorio, pero para poder interactuar adecuadamente con la empresa necesita comprenderlos y tenerlos en cuenta en la realización de sus tareas. Esto redundará en un crecimiento en sus capacidades, ya que la absorción de esos conocimientos se verifica a través de la interacción entre las partes, que permite una retroalimentación sobre los conocimientos previos de la parte pública, con una mejor capacidad de interactuar con la empresa.

Otro aspecto notable es el control de la calidad de producto, una actividad transversal a todas las fases del proceso de I+D, que es crucial para cumplir con los requisitos regulatorios de trazabilidad exigidos para la aprobación de los medicamentos. En el Caso 1, el LOM-UNQ recibió aportes de conocimiento en este tema de la parte privada, pudiendo así mejorar las actividades preclínicas que suele realizar para que los péptidos sobre los que trabaja lleguen a la fase clínica en condiciones óptimas. En el Caso 2, el LCC-UNL adquirió capacidades en el manejo de técnicas de control de calidad (medición del peso molecular, de la pureza, de la potencia del producto, etc.) que hoy forman parte de sus rutinas y las aplica para brindar servicios a terceros. En el Caso 3, el IV-INTA interactuó con el departamento de control de calidad de Biosidus y absorbió conceptos desarrollados por este último, para luego aplicarlos a sus actividades internas de producción del nanoanticuerpo VHH.

Respecto a la formulación galénica —es decir, la forma en que un principio activo se vehiculiza en un determinado formato—, en el Caso 1 en particular es evidente cómo el LOM-UNQ absorbe conocimientos aportados por la parte privada, en el marco de la asociación, que le son de utilidad para mejorar los ensayos preclínicos y que luego quedan incorporados a sus rutinas, pudiendo volver a aplicarlos.

Otro aspecto a destacar son las buenas prácticas de laboratorio, es decir, todo lo inherente a las condiciones de trabajo en los experimentos y ensayos (con qué instrumentos se mide, cómo se mide, si los instrumentos están calibrados, etc.). Los investigadores públicos no siempre tienen el control sobre estos aspectos, lo cual puede comprometer la trazabilidad del desarrollo realizado. En el Caso 1, la interacción con la parte privada induce, tanto el LOM-UNQ como los hospitales, a una mayor rigurosidad en su forma de trabajar, en función de las exigencias regulatorias para la

aprobación de un producto. En el Caso 2 se observa lo mismo; como las normas y las buenas prácticas van cambiando constantemente, el diálogo entre la empresa y los investigadores públicos en este tema es continuo y hay frecuentes capacitaciones donde es la empresa la que transmite el conocimiento a la parte pública.

La habilidad de individualizar objetivos terapéuticos puede ser de suma utilidad, para la parte pública, a la hora de querer generar un nuevo emprendimiento por iniciativa de los investigadores y/o de los alumnos. Esto es particularmente evidente en el Caso 2, donde varios investigadores del LCC-UNL han creado un nuevo *startup* a finales de 2015, orientado a la producción de vacunas para el sector veterinario. Esta capacidad de individuar oportunidades comerciales se ha desarrollado a raíz de un contexto en el que los investigadores públicos han convivido históricamente con la visión privada y han estado expuestos continuamente a este tipo de problemáticas más cercanas a la fase de mercado.

Un aspecto que ha sido fuertemente remarcado por los entrevistados es el que se refiere a la metodología de trabajo. La interacción con la parte privada permite a la parte pública aprender a focalizar y a ordenarse alrededor de objetivos establecidos, logrando ser más productiva y alcanzando mejores resultados de los que se obtendrían guiándose solo por criterios autorreferenciales. En el Caso 1, el LOM-UNQ asume mayores niveles de protocolización interna y un mayor control sobre su forma de trabajo, aprende a seguir ordenadamente una serie de objetivos y a priorizar entre diferentes objetivos y mejora el desarrollo preclínico gracias a las preguntas que le formula la parte privada durante la interacción. Los hospitales mejoran las prácticas clínicas que realizan y aumentan su capacidad de probar la causalidad entre el fármaco y la mejora observada en el paciente. En los casos 2 y 3, además de lo anterior, se destaca que los investigadores públicos mejoran su capacidad de dialogar con diferentes interlocutores (por ejemplo, personal de la empresa ajeno al área de I+D), lo cual implica desarrollar capacidades comunicacionales y repensar las actividades que llevan a cabo para que sean comprendidas y evaluadas por otros interlocutores.

26

4.2.2. Aprender con la empresa

Sumado a lo anterior, hay una serie de ámbitos donde el aprendizaje es conjunto. En primer lugar, la identificación del nicho terapéutico (el *target* de pacientes cuya patología específica se quiere contrastar) donde aplicar la droga desarrollada. En el Caso 1 la parte privada tiene el rol clave de sentar a la misma mesa investigadores preclínicos y clínicos y de favorecer el dialogo entre ellos, para discutir alternativas y articular sus diferentes miradas y criterios. Esto permite a la parte pública alcanzar su objetivo fundamental, es decir, encontrar una aplicación al conocimiento que se genera y llegar a la sociedad, teniendo una mejor dimensión de las necesidades no satisfechas existentes. En segundo lugar, el diseño y la tramitación del ensayo clínico, que es una fase estrechamente relacionada con lo regulatorio. Aquí también es en el Caso 1 donde se encuentran las mayores evidencias, ya que, si bien los hospitales tienen amplia experiencia en aplicar protocolos clínicos, no es lo mismo implementar un protocolo con fines puramente académicos que hacerlo con fines de registro de un producto y la interacción entre la empresa, el LOM-UNQ y los hospitales permite un aumento colectivo de capacidades en ese ámbito. En tercer lugar, la capacidad de obtener financiamiento público, que es un aprendizaje derivado de la interacción

prolongada en el tiempo. Tanto en el Caso 1 como en el Caso 2 la larga trayectoria de colaboración y de presentación conjunta a proyectos, permitió a los grupos públicos de I+D aumentar su capacidad de identificar oportunidades y de obtener financiamiento, que es clave para el sostenimiento de sus actividades internas. En cuarto lugar, la capacidad de gestionar la propiedad intelectual, un aspecto vital para orientar mejor la actividad de I+D conjunta y que es valorado en los tres casos, ya que una mala elección realizada en este ámbito puede llevar a la imposibilidad de patentar o incluso a la imposibilidad de aplicar el conocimiento, al violar patentes existentes.

4.2.3. Comprobar la aplicación práctica de la investigación académica

Una vez analizada la cuestión fundamental del aprendizaje, otro beneficio intelectual identificado por la literatura y enfatizado en las entrevistas realizadas es la posibilidad de comprobar la aplicación práctica de la investigación académica. En los tres casos se comprueba un fuerte compromiso con la ciencia aplicada, cuya realización se ve beneficiada por la cooperación con la industria. En el Caso 1 el LOM-UNQ hace énfasis en su compromiso con la medicina traslacional, que se ve reforzada por la asociación con la industria y los hospitales. En el Caso 2, la coincidencia entre las opiniones de investigadores públicos, investigadores de la empresa y autoridades de la facultad e incluso del rectorado, indica que el compromiso con la aplicación es algo que caracteriza históricamente la UNL y la posibilidad de usar el conocimiento generado es algo que solamente el diálogo con la industria permite comprender acabadamente. En el Caso 3, la acción de Biosidus ha sido fundamental para que el conocimiento científico que existía en el IByME llegara a materializarse en plataformas tecnológicas y, en algunos casos, incluso en productos terminados.

27

4.2.4. Acceder a formar parte de una red

Otro beneficio intelectual identificado es la posibilidad de ser parte de una red. El consorcio del Caso 1 está integrado por numerosos actores, especialmente varios hospitales y un resultado inesperado que deriva de esta extensa red es el diálogo y la colaboración surgidos de la interacción entre los hospitales, más allá del proyecto específico, aunque como resultado de éste. También en el Caso 3 se observa que cada una de las partes, por el mismo hecho de ser integrantes de un consorcio, accede a recursos de los otros socios para avanzar en el proyecto, pudiendo complementar sus carencias con las capacidades que derivan de la red de proveedores de servicios y de conocimiento de los demás actores.

4.2.5. Acceder a información de la empresa

La posibilidad de acceder a información de la empresa y usarla en la investigación académica representa otro beneficio intelectual relevante para la parte pública. La empresa puede brindar información, por ejemplo, sobre el comportamiento de una molécula o sobre el método estadístico más adecuado para efectuar técnicas analíticas, o puede brindar incluso conocimiento ingenieril, hechos destacados tanto en el Caso 1 como en el Caso 3. La industria, además de asesoramiento o información, también puede brindar elementos más tangibles: por un lado, insumos puntuales, como células o principios activos, para que la parte pública trabaje con ellos; y por el otro, plataformas en las que la parte pública puede apoyarse para realizar sus propias actividades, como es el caso de la síntesis de péptidos en el Caso 1 o la glicosilación en el Caso 2.

4.2.6. *Generar activos académicos*

Otro beneficio intelectual que se infiere de la literatura es la posibilidad, para la parte pública, de generar activos académicos. En los casos analizados, la asociación con la industria no solamente es un espacio en el que se cogenera conocimiento, sino que, además, puede servir para que la parte pública incremente la generación de activos que son críticos para su identidad académica como las publicaciones, la formación de recursos humanos y la docencia. Respecto a las publicaciones, donde no están presentes cuestiones de propiedad intelectual, la asociación con la industria no sólo no es incompatible con la actividad de publicar, sino que, además, ésta última actividad puede recibir un estímulo importante del nexo con la industria. En el Caso 1, se puede observar que varios artículos nuevos surgen a raíz de preguntas de investigación impulsadas desde el lado privado y la práctica que la parte pública desarrolla interactuando con la parte privada mejora su capacidad de elegir modelos preclínicos y nichos patológicos/terapéuticos que le dan mayores oportunidades de publicar. En el Caso 2, las facilidades que la parte privada puede ofrecer a la parte pública se traducen en ahorros de tiempo y dinero, que a su vez permiten una mayor fluidez en las rutinas de trabajo de la parte pública y, por ende, una mayor rapidez en obtener resultados y publicarlos. Respecto a la formación de recursos humanos, la asociación con la industria ha potenciado la formación de los recursos humanos en los tres casos, a través de la realización de tesis y de otras capacitaciones específicas. Si bien en el Caso 3 este nexo es más indirecto, en el Caso 1 se puede ver que toda la red de actores públicos se ve beneficiada en este aspecto y, en el Caso 2, la actividad de formación de recursos humanos es continua, gracias a las múltiples oportunidades de investigar que ofrece un ambiente fuertemente compenetrado con la industria como el LCC-UNL. Más allá de ser resultados que la parte pública puede mostrar, y que son evaluados positivamente en el ámbito académico, estas actividades son la condición para que la base de conocimiento de la parte pública crezca y la asociación con la industria dinamiza esta aspiración de la parte pública. En relación a la docencia, la asociación público-privada puede fortalecer esa actividad en tres direcciones diferentes: el conocimiento co-generado fluye a través de los investigadores/docentes hacia los alumnos (Caso 1, en materias de posgrado, y Caso 2, en grado y posgrado); la parte pública puede utilizar equipamientos de la parte privada para realizar la parte práctica y de laboratorio de la docencia, facilitando y enriqueciendo la tarea docente (Caso 2); los investigadores/docentes utilizan en la docencia no solamente los conocimientos co-generados, sino la asociación público-privada en sí misma como experiencia paradigmática de gestión científico-tecnológica para fomentar la cultura del compromiso efectivo con la aplicación del conocimiento (casos 1 y 3).

28

4.2.7. *Ampliar la agenda de investigación*

Finalmente, un beneficio intelectual de suma importancia es la posibilidad de ampliar la agenda de investigación. La importancia de este beneficio reside en el hecho de que una parte de la literatura ha señalado en la colaboración ciencia-industria el riesgo de que la parte pública desvíe su agenda de investigación hacia los intereses de la empresa, descuidando sus propias prioridades y sesgando sus actividades hacia la ciencia aplicada, en desmedro de la ciencia básica. Sin embargo, el vínculo con la Industria expone a la parte pública a problemas que, de otra forma, no llegarían a ser considerados por ésta y, efectivamente, una parte de la literatura indica este aspecto como uno de los posibles beneficios intelectuales que la parte pública puede recibir.

Tanto en el Caso 1 como en el Caso 2, la asociación con la industria ha permitido a la parte pública multiplicar las líneas de investigación existentes y enriquecer su agenda de investigación. Esta multiplicación de líneas se debe, en primer lugar, a las mayores disponibilidades económicas de la parte pública (a raíz de la asociación) para financiar y sostener nuevas líneas de investigación, que en varios casos no están vinculadas a la empresa. En segundo lugar, la multiplicación de líneas puede responder a la introducción de nuevos temas que la parte pública maneja poco y quiere profundizar como resultado de la ampliación de horizontes que significa para ella interactuar con la parte privada y medirse con problemáticas más ligadas a la fase de producción industrial, tal como indica la literatura. En tercer lugar, hay temas que no son de interés directo de la empresa pero que podrían serlo en futuro y la decisión de la parte pública de abordarlos recibe un estímulo adicional de la presencia de un adoptante potencial para los futuros desarrollos que realice en esos aspectos (Caso 2). Vale la pena destacar, asimismo, que la agenda de investigación de la parte pública no solo no se empobrece, sino que además puede ampliarse también en la dirección de la ciencia básica. Por ejemplo, en el Caso 1, la interacción con la parte privada en un marco de investigación aplicada puede derivar en una retroalimentación hacia la investigación básica (caracterización e identificación de nuevos antígenos vinculados con el racotumomab), y en el Caso 2 el LCC-UNL, a raíz de la asociación y a lo largo del tiempo, transita desde una orientación inicial más aplicada hacia una ampliación de sus actividades de investigación básica (en vacunas, en células madre o en un tema de frontera que muy pocos grupos de investigación en el mundo manejan, como la inmunogenicidad).

29

Conclusiones

En el trabajo realizado se discute la idea según la cual la cooperación público-privada es un fenómeno que implica la existencia de una parte (pública), que es activa, produce el conocimiento, cobra por ello y transfiere ese conocimiento a otra parte (privada), que es pasiva, paga por ese conocimiento y lo plasma en innovaciones de cuyos resultados se beneficia.

Lo que se ha planteado es que, al ser la cooperación público-privada un fenómeno heterogéneo, existen modalidades de colaboración en las que ambas partes son necesariamente activas en la generación del conocimiento y, dentro de tales asociaciones, suelen existir flujos bidireccionales de conocimiento. Tales asociaciones, entonces, tienen mayor valor respecto a otras porque, en lugar de empobrecer la actividad de las instituciones públicas de I+D, las enriquece.

A partir del estudio de casos múltiples, se pueden realizar algunas observaciones que, de algún modo, son contraintuitivas respecto a lo que afirma una parte importante de la literatura. En primer lugar, la parte pública recibe beneficios intelectuales que ayudan a mejorar sus capacidades de realizar actividades de I+D, lo cual hace que estas asociaciones representen contextos muy diferentes a los que considera la literatura orientada al enfoque de la transferencia o del servicio. En segundo lugar, todos los beneficios intelectuales que la parte pública recibe pueden ser leídos en clave de aprendizaje y, en ese marco, la parte pública puede aprender directamente

de la parte privada; es decir, contrariamente a lo que plantea una parte de la literatura, hay conocimientos en manos de la industria que, a través de la asociación, fluyen hacia la parte pública, enriqueciéndola. En tercer lugar, la asociación con la industria, antes que empobrecer o sesgar la agenda de investigación pública, puede enriquecerla en dos direcciones diferentes, tanto “hacia adelante” (temáticas cercanas al desarrollo y a la producción) como “hacia atrás” (temáticas más experimentales y cercanas a la ciencia básica). Por último, una parte de la literatura usa el concepto de beneficios económicos en contraposición al de beneficios intelectuales. Sin embargo, en los casos estudiados los beneficios económicos están presentes, pero deben ser considerados desde una óptica diferente a lo que acontece en esquemas de servicio o transferencia, ya que esos beneficios económicos son valorados por los investigadores públicos en función de su retroalimentación sobre los beneficios intelectuales; es decir, por su contribución al aprendizaje y al fortalecimiento de capacidades específicas.

Bibliografía

30

ABRAMOVSKY, L. y SIMPSON, H.D. (2011): “Geographic proximity and firm-university innovation linkages: evidence from Great Britain”, *Journal of Economic Geography*, vol. 11, n° 6, pp. 949-977.

ANKRAH, S.N., BURGESS, T.F., GRIMSHAW, P. y SHAW, N.E. (2013): “Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer; what single-group studies of motives omit”, *Technovation*, vol. 33, n° 2-3, pp. 50-65.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2005): “Latin American Universities: From an original revolution to an uncertain transition”, *Higher Education*, vol. 50, n° 4, pp. 573-592.

ARZA, V. (2010): “Channels, benefits and risks of public-private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America”, *Science and Public Policy*, vol. 37, n° 7, pp. 473-484.

ARZA, V., de FUENTES, C., DUTRÉNIT, G y VAZQUEZ, C. (2014): “Channels and Benefits of Interaction Between Public Research Organization and Industry: Comparing Country Cases in Africa, Asia and Latin America”, en G. Kruss, K. Lee, W. Suzigan y Albuquerque E. (eds.): *Changing dominant patterns of interactions: lessons from an investigation on universities and firms in Africa, Asia and Latin America*, Londres, Edward Elgar Publishing, pp. 239-284.

BERCOVITZ, J. y FELDMAN, M. (2007): “Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances”, *Research Policy*, vol. 36, n° 7, pp. 930-948.

BRUNEEL, J., D'ESTE, P. y SALTER, A. (2010): "Investigating The Factors That Diminish The Barriers To University-Industry Collaboration", *Research Policy*, vol. 39, n° 7, pp. 858-868.

BUSH, V. (1945): *Science the Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*, Washington DC, U.S. Government Printing Office.

CEPAL-SEGIB (2010): *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico*, Santiago de Chile, Naciones Unidas.

COHEN, W. M., NELSON, R. R. y WALSH, J.P. (2002): "Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D", *Management Science*, vol. 48, n° 1, pp. 1-23.

DASGUPTA, P. y DAVID, P. (1994): "Toward a new economics of science", *Research Policy*, vol. 23, n° 5, pp. 487-521.

D'ESTE, P. y PATEL, P. (2007): "University-industry linkages in the UK: What are the factors determining the variety of interactions with industry?", *Research Policy*, vol. 36, n° 9, pp. 1295-1313.

D'ESTE P. y PERKMANN M. (2011): "Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations", *Journal of Technology Transfer*, vol. 36, n° 3, pp. 316-339.

31

EDQUIST C. (1997): "Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics", en Edquist, C. (ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Londres, Pinter/Cassell, pp. 1-35.

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*, vol. 29, n° 2, pp. 109-123.

FREEMAN, C. (2004): "Technological infrastructure and international competitiveness", *Industrial and Corporate Change*, vol. 13, n° 3, pp. 541-569.

FRITSCH, M. y SCHWIRTEN, C. (1999): "Enterprise-university cooperation and the role of public research institutions in regional innovation systems", *Industry and Innovation*, vol. 6, n° 1, pp. 69-83.

GULBRANDSEN, M. y SMEBY, J.C. (2005): "Industry funding and university professors' research performance", *Research Policy*, vol. 34, n° 6, pp. 932-950.

LAURSEN, K., y SALTER, A. (2006): "Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms", *Strategic Management Journal*, vol. 27, n° 2, pp. 131-150.

LEE, Y.S. (2000): “The sustainability of university–industry research collaboration: an empirical assessment”, *Journal of Technology Transfer*, vol. 25, n° 2, pp. 111–133.

LENGYEL, M. y BOTTINO, G. (2010): “La co-producción de la innovación y su diseño institucional: evidencia de la industria argentina”, Buenos Aires, FLACSO Argentina.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, R.E., MEDELLIN, E., SCANLON, A.P. y SOLLEIRO, J.L. (1994): “Motivations and obstacles to university–industry cooperation (UIC): a Mexican case”, *R&D Management*, vol. 24, n° 1, pp. 17–31.

LUNDVALL, B. (1997): “National Systems and National Styles of Innovation”, 4th International ASEAT Conference - “Differences in styles of technological innovation,” Manchester.

MANSFIELD, E. (1995): “Academic research underlying industrial innovations: Sources, characteristics, and financing”, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 77, n° 1, pp. 55–65.

MEYER-KRAHMER, F. y SCHMOCH, U. (1998): “Science-based technologies: university–industry interactions in four fields”, *Research Policy*, vol. 27, n° 8, pp. 835-851.

MILESI, D., VERRE, V. y PETELSKI, N. (2017): “Science-industry R&D cooperation effects on firm’s appropriation strategy: the case of Argentine biopharma”, *European Journal of Innovation Management*, vol. 20, n° 3, pp. 372-391.

NELSON, R. (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Study*, Oxford, Oxford University Press.

NIEMINEN, M. y KAUKONEN, E. (2001): “Universities and R&D networking in a knowledge-based economy. A glance at Finnish developments”, *Sitra Reports*, serie 11, Helsinki, Sitra.

OWEN-SMITH, J. y POWELL, W. W. (2001): “Careers and contradictions: faculty responses to the transformation of knowledge and its uses in the life sciences”, en S. Vallas (ed.): *Transformation of Work. Research into the Sociology of Work*, vol. 10, Greenwich, JAI Press, pp. 109–140.

PERKMANN, M. y WALSH, K. (2007): “University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda”, *International Journal of Management Reviews*, vol. 9, n° 4, pp. 259-280.

PERKMANN M. y WALSH K. (2008): “Engaging the scholar: Three types of academic consulting and their impact on universities and industry”, *Research Policy*, vol. 37, n° 10, pp. 1884-1891.

PERKMANN, M. y WALSH, K. (2009): “The two faces of collaboration: impacts of university–industry relations on public research”, *Industrial and Corporate Change*, vol. 18, n° 6, pp.1033-1065.

RIVERA RIOS, M., ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2009): “Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: Una aproximación desde la estructura industrial e institucional de Argentina y México”, *Problemas del Desarrollo*, vol. 40, n° 57, pp. 75-109.

SCHARTINGER, D., RAMMER, C., FISCHER, M.M. y FROHLICH, J. (2002): “Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants”, *Research Policy*, vol. 31, n° 3, pp. 303-328.

STAKE, R. (1995): *Investigación con estudios de caso*, Madrid, Ediciones Morata.

VERRE, V., MILESI, D. y PETELSKI, N. (2017): “Estrategias de apropiación en contextos de colaboración público-privada en la biotecnología argentina”, *Economía: Teoría y Práctica*, vol. 47, n° 2, pp. 31-64.

VESSURI, H. (ed.) (1998): *La Investigación y Desarrollo en las Universidades de América Latina*, Caracas, Fondo Editorial FINTEC.

YIN, R. (1984): *Case Study Research. Design and Methods*, Thousand Oaks, Sage Publications.

Cómo citar este artículo

VERRE, V., MILESI, D. y PETELSKI, N. (2020): “Cooperación ciencia-industria: ¿puede aprender también la parte pública?”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 11-33.

**Desde Paraguay: hacia una redefinición de “apropiación”
a partir de la aplicación de TIC en educación ***

**Do Paraguai: rumo a uma redefinição de “apropriação”
a partir da aplicação de TIC em educação**

***From Paraguay: Towards a Redefinition of “Appropriation”
Based on the Application of ICT in Education***

Sascha Rosenberger **

Las acepciones de “apropiación” varían según su origen. Pueden notarse marcadas diferencias entre el uso histórico latinoamericano, que refiere a una comprensión cabal del conocimiento y la tecnología, y un uso más bien internacional, que refiere a su adopción sin escrutinio. Ambas afectan la relación entre desarrollo y dependencia y ambas están presentes en Paraguay. Sin embargo, estas acepciones carecen de un andamiaje teórico en términos simultáneamente educativos y tecnológicos. Aplicando el método de muestreo teórico a datos primarios sobre educación en Paraguay, la presente investigación teoriza sobre la relación entre los enfoques de implementación de TIC y el empleo de conocimiento en la educación y las acepciones de apropiación. Se descubre que las acepciones de apropiación implícitamente contienen expectativas de relacionamiento cognitivo y tecnológico diferentes, aunque expresadas en términos que permiten su comparación. Esto se hace en términos de teoría educativa según la taxonomía de Bloom, y en un marco tecnológico con la categorización de tipos de tecnología los cuales se complementan. La investigación aporta al conocimiento proveyendo un marco simplificado para entender, refinar y ubicar la variedad de acepciones de “apropiación”, tanto regionales como globales, en base al caso paraguayo.

35

Palabras clave: apropiación; TIC; educación; Paraguay

* Recepción del artículo: 29/05/2018. Entrega de la evaluación final: 27/09/2018. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

** Doctor por la Universidad Ruhr de Bochum, Alemania. Becario de Itaipú Binacional, Paraguay, y la Research School Plus, Universidad Ruhr de Bochum. El presente artículo se basa en la investigación desarrollada por el autor en el marco de su tesis doctoral, titulada *Grounded in Paraguay: An Appropriation Theory of ICTs and Education for Development*, defendida en la Universidad Ruhr de Bochum el 9 de febrero de 2018.

Os significados de “apropriação” variam de acordo com sua origem. Pode haver diferenças marcantes entre o uso histórico latino-americano que se refere a uma compreensão integral do conhecimento e da tecnologia, e o uso mais internacional que se refere à sua adoção sem escrutínio. Ambos afetam a relação entre desenvolvimento e dependência e ambos estão presentes no Paraguai. No entanto, esses significados carecem de um arcabouço teórico em termos simultaneamente educacionais e tecnológicos. Aplicando o método da amostragem teórica aos dados primários sobre educação no Paraguai, esta pesquisa teoriza sobre a relação entre as abordagens de implementação de TIC e o uso do conhecimento na educação e os significados de apropriação. Descobre-se que os significados de apropriação contêm implicitamente expectativas de relacionamento cognitivo e tecnológico diferentes, embora expressas em palavras que permitem sua comparação. Isso é feito em termos de teoria educacional, conforme a taxonomia de Bloom, y em um contexto tecnológico com a categorização de tipos de tecnologia que se complementam. A pesquisa contribui para o conhecimento fornecendo um contexto simplificado para entender, refinar e localizar a variedade de significados de “apropriação”, tanto regionais quanto globais, com base no caso paraguaio.

Palavras-chave: apropriação; TIC; educação; Paraguai

The meanings of “appropriation” vary according to their origin. There can be noticeable differences between the historical Latin American use, that refers to a thorough comprehension of knowledge and technology, and a rather international use, that refers to its adoption without scrutiny. Both affect the relationship between development and dependence and both are present in Paraguay. However, these meanings lack a theoretical scaffolding in simultaneously educational and technological terms. Applying the Grounded Theory method to primary data on education in Paraguay, this research theorizes the relationship between ICT implementation approaches and the use of knowledge in education and the meanings of appropriation. The findings indicate that the meanings of appropriation implicitly refer to different levels of expectation of cognitive and technological engagement, though expressed in terms that allow their comparison. In terms of education theory, this matches Bloom’s Taxonomy, and in terms of technology it follows the categorization of types of technology; these, in turn, complement each other. The research contributes to knowledge by providing a simplified framework to understand, refine and locate the variety of meanings of “appropriation”, both regional and global, based on the Paraguayan case.

Keywords: appropriation; ICT; education; Paraguay

Introducción

Según Escobar, aunque el concepto “apropiación social de la ciencia y la tecnología” (ASCyT) es “profundamente iberoamericano, “a pesar de carecer de definiciones claras (...) el término igual se presenta como un eje fundamental para el diseño de la política CTI de los países de la región” (2018: 39). En este artículo se reconoce y acepta la aseveración de Escobar con respecto a la ausencia de una definición explícita del concepto. Sin embargo, en nuestro anterior artículo (Rosenberger, 2019), se estableció la historia de la acepción implícita latinoamericana del término “apropiación”.

La revisión de literatura indica que este término se refiere a la introducción, desagregación, localización y desarrollo participativo de tecnología y conocimientos. Esta acepción se remonta a la década de 1960, con el trabajo de la Escuela Latinoamericana de Pensamiento sobre Desarrollo y Dependencia (Sábato, 2011; Vidal Martínez y Mari, 2002). Este uso se refería más bien a políticas de apropiación tecnológica y de conocimiento a nivel país. El hecho que un país pueda apropiarse de algo gracias a las capacidades de sus grupos de investigación es diferente del actual énfasis en apropiación social, el cual se refiere a toda la población.

Dado que las capacidades de relacionamiento con el conocimiento pueden verse afectadas por las características del sistema educativo, el presente artículo busca entender cómo se entiende este término en educación. Siguiendo la línea inquisitiva de Escobar, buscaremos responder dos preguntas: ¿qué se entiende por “apropiación” en educación en Latinoamérica actualmente? y ¿cómo afectan los significados actuales de apropiación al desarrollo de la región, especialmente frente a la acepción histórica? Estas preguntas están relacionadas a las siguientes consideraciones.

37

La primera tiene que ver con uno de los puntos centrales de la Escuela Latinoamericana: el desarrollo de un triángulo de interacciones entre el sector público, el productivo y el creativo o académico, más conocido como el Triángulo de Sábato. Este triángulo sería el punto de apropiación. Sin embargo, unos de los autores de la misma escuela, Alsina (2011), ya indicaba que la educación que precedía a la superior no preparaba a los individuos para este nivel de relacionamiento con el conocimiento y la tecnología. Alsina se refería a cinco niveles educativos: enseñanza (transmisión de conocimiento), técnico (aplicación de recetas), profesional (mezcla de leyes para desarrollar recetas), desarrollo (análisis de errores en el desarrollo de recetas) e investigación (desarrollo de nuevas leyes y modelos). Según él, aun a nivel universitario, el estudiantado pasaba la mayor parte de su tiempo en el nivel de enseñanza, lo cual no era suficiente para los requerimientos del Triángulo. Se deduce de esto que, como la población general pasaba por el mismo sistema educativo, la mayoría carecía de la preparación para apropiarse del conocimiento y la tecnología. Si bien el Triángulo de Sábato no se aplica como tal enteramente, excepto ahora mismo en Paraguay, lo cual entra en juego en la discusión, la “apropiación social del conocimiento” sí continúa siendo un objetivo en Latinoamérica.

La continua discusión contemporánea sobre apropiación en la región claramente distingue entre divulgación, vulgarización, popularización y apropiación de

conocimiento, sobre todo en lo referido a lo producido en la academia y en otros ámbitos científicos (Domínguez Gómez y Echeverry Mejía, 2013; Escobar, 2018; Raichvarg, 2013; Trelles Rodríguez, 2013). En ese sentido, Maldonado y De Greiff, quienes resumen los puntos de los autores citados antes, indican que, tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo, los planes de “apropiación” tienen como finalidad que el público reciba conocimientos, pero que no sea parte de un proceso dialógico para su creación (2011: 211). Entendiendo el uso más común del término “apropiación”, estos autores proponen un nuevo término que incluya una relación dialógica de creación de conocimiento con la sociedad y lo llaman “apropiación fuerte”. Lograrlo requiere cumplir con cinco principios (Maldonado y De Greiff, 2011: 240–241):

1. de complejidad, que toma en cuenta el conocimiento de todos los actores;
2. de límites, que presenta tanto lo negativo como lo positivo del avance del conocimiento;
3. de transparencia, que abre los procesos y conocimientos a escrutinio;
4. de intercambio democrático, que abre espacios de negociación en la planeación de proyectos; y
5. de reconocimiento social, que invita a toda la sociedad a participar en la creación de conocimientos.

Sin embargo, la discusión actual parece limitarse a los conocimientos, sin incluir a los medios por los cuales estos se generan y transmiten. Allí empieza a vislumbrarse una fuerte diferencia en las conceptualizaciones de apropiación, pero sobre todo la falta de un modelo que las operativice. Esto puede verse claramente en las justificaciones de la introducción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, como las discuten Lugo, López y Toranzos (2014). Según ellos, las TIC ayudarían a proveer “más y mejor educación” y construir un formato escolar adecuado pero diferente al actual, el cual todavía debe ser definido. Sin embargo, indican que la educación se dirige hacia una alfabetización digital para el uso continuo y ubicuo de TIC que permite acciones asincrónicas, a distancia y en red ya propuestas por Castells (2010). En lo social, el punto principal es que todos los individuos, sin importar su condición socioeconómica, puedan desarrollar las capacidades necesarias para hacer uso de la tecnología.

En esta línea de pensamiento, el éxito de las TIC se mide según el tiempo que tardan en surtir efecto, la tasa de aprendizaje del currículo y su mensurabilidad. Esta disociación entre el desarrollo cognitivo y la aplicación de TIC se ha resaltado en la literatura del desarrollo internacional. El equivalente inglés *appropriation* sigue justamente esa línea, por lo que algunos autores han propuesto descartar el término en favor de otros que asocien TIC y desarrollo cognitivo (Reilly, 2011; Avgerou, 2010; Raiti, 2006). Pero esto representa dos problemas. El primero es que omite el trasfondo histórico de la acepción latinoamericana, que sí habla indirectamente de desarrollo cognitivo —excepto en relación a TIC. El segundo problema es que asume que la adopción y aplicación no son formas de desarrollo cognitivo.

Es decir: internacionalmente, la apropiación no está bien definida ni en su relación con la cognición y con la tecnología ni en cuanto a sus efectos sobre desarrollo. En Latinoamérica “apropiación” parece limitarse al conocimiento y no incluir la desagregación, localización y creación dialógica de los medios de creación y transmisión del conocimiento. Lugo, López y Toranzos indican que se está buscando llegar a ello, pero que uno de los retos es la protección del “esfuerzo y la inversión dedicada a la producción de un bien” [derechos de propiedad intelectual] (2014: 23). Reflexiones similares pueden encontrarse en los artículos de Bordignon (2014) y Borchardt y Roggi (2017). Sin embargo, un reto mayor que la protección del esfuerzo y la inversión es la falta de un andamiaje teórico que conecte y operativice los aspectos educativos y tecnológicos de la visión de desarrollo representada por los diferentes usos del término “apropiación”.

La presente investigación enlaza y ordena estos aspectos. La evidencia de Paraguay indica la existencia de una escala de la relacionamiento cognitivo y tecnológico implícita en los usos del término “apropiación”. La teoría emergente busca clarificar y simplificar estos usos, tanto en términos educativos como tecnológicos. Esto proveería un marco común inicial que permita relacionar educación, tecnología, desarrollo y dependencia. También expone cómo los diferentes enfoques implícitamente llevan a un desarrollo desigual de capacidades, que explicaría por qué se da una “tendencia intrínseca al aumento de las desigualdades” a las que se refieren Sutz y Arocena desde por lo menos 2004. Se extrapola lo teorizado en base a Paraguay a la literatura sobre apropiación.

1. Materiales y métodos

En esta investigación se aplicó el método de muestreo teórico (*Grounded Theory*), siguiendo a Urquhart (2013), a entrevistas abiertas realizadas a representantes de las cuatro organizaciones más prominentes del sistema educativo Paraguayo: el Ministerio de Educación y Ciencias (MEC), que supervisa toda la educación; la Universidad Nacional de Asunción (UNA), como representante de la educación superior; Juntos por la Educación, que trabaja con el MEC en primaria y secundaria; y Paraguay Educa, cuyo plan piloto se aplica en primaria.

La investigación empezó considerando la conocida fragmentación del “sistema” educativo paraguayo y la disociación de las etapas educativas (Molinier, 2014: 22). Si bien las organizaciones trabajan en diferentes etapas y no son directamente comparables, la selección puede entenderse con los conceptos de campo, dominio y arena de Long (2001). En vez de mirar el sistema educativo como una estructura rígida y predefinida, el marco analítico de Long lo ve como un campo compuesto por varios dominios y dentro de ellos varias arenas. En este caso, el dominio es el sistema educativo y la arena de debate es el significado de apropiación. En esta arena se presenta una variada constelación de actores que transforman con sus enfoques el dominio de la educación.

Al principio de esta investigación, en 2012, Paraguay carecía de planes nacionales de desarrollo. Se decidió explorar el campo de la educación para entender los

enfoques educativos y tecnológicos de estas organizaciones y sus posibles efectos en el desarrollo. Las entrevistas se basaron en preguntas que surgieron del análisis de documentos y se optó por hacerlas de forma abierta, en vez de encuestas estructuradas, para esclarecer los variados enfoques y términos de cada una. Es decir, se buscó explorar el campo para luego teorizar sobre los enfoques educativos y tecnológicos inductivamente. Si bien la apropiación figuraba entre los documentos, no era el punto central; fueron los datos primarios los que nos llevaron a enfocarnos enteramente en él.

Se llevaron a cabo dos rondas de entrevistas —en total 12, de 45 minutos a dos horas de duración— entre abril y octubre de 2014. Sólo en el caso de Juntos por la Educación no se pudo concretar un segundo encuentro. Sin embargo, la organización ofreció el documento que usaría como hoja de ruta en el campo de TIC: “TIC y educación, la experiencia de los mejores: Corea, Finlandia y Singapur” (Falck, Kluttig y Peirano, 2012), que fue analizado como datos primarios. Como la teorización se centró en apropiación luego del estudio de campo, se suplió el muestreo con literatura sobre apropiación.

40 Siguiendo el método de muestreo teórico, una vez desarrollada la teoría emergente, se buscaron indicadores externos a los datos primarios que la confirmaran o contradijeran. La misma fue verificada e integrada en lo cognitivo con la taxonomía de Bloom (Kratwohl, 2002) y en lo tecnológico según la caracterización del *software* como libre o privativo (Free Software Foundation, 2018). Esto permitió integrar las diferentes acepciones en un marco de expectativas de relacionamiento cognitivo y tecnológico progresivamente complejo. Luego se procedió a situar los hallazgos en el marco nacional, regional, y global. De ahí se empezó a rastrear la conexión entre las acepciones locales de apropiación, los significados regionales y sus historias, y a compararlos con el uso internacional del término. Esto último se presenta en la sección de discusión.

2. Resultados

Los hallazgos de la investigación se presentan primeramente por categoría y organización. Como el muestreo teórico requiere grandes cantidades de datos y su constante comparación, resulta imposible presentarlos todos junto al proceso. Por ello se presentan síntesis de la etapa de conceptualización. Siguiendo el método, los datos fueron categorizados en “Enfoques educativos” y “Enfoques tecnológicos”. Dentro de estas categorías surge la categoría principal “Relacionamiento”, que indica la progresión en la complejidad cognitiva y tecnológica en el empleo de recursos. Vale aclarar que para la categoría educacional no hay datos correspondientes para Juntos por la Educación, así como no hay datos para la Universidad Nacional de Asunción en la categoría tecnológica.

Al final de la sección de ambas categorías, se sintetizan los hallazgos en una tabla. Luego se presenta la taxonomía revisada de Bloom para indicar las similitudes, así como las características requeridas de las tecnologías y los conocimientos que se

relacionan con la progresión de relacionamiento cognitivo y tecnológico. Por último, se presenta la teoría emergente integrada con ambos marcos referenciales.

2.1. Enfoques educativos

2.1.1. Ministerio de Educación

El primer entrevistado del MEC indicó que la reforma educativa de 1992 empezó enfatizando el desarrollo del pensamiento crítico, el cual fue definido como la capacidad de analizar, criticar y crear. Sin embargo, este énfasis se habría perdido poco después en favor de un enfoque que favorecía la difusión del conocimiento, el dictado y la copia. Por ello, el MEC hoy día desarrolla solamente la capacidad de recibir y aprender conocimientos y luego aplicarlos según estándares. Esto parecía contrastar con pasajes encontrados en el plan educativo del MEC.

Según el Plan 2024, en su punto 2.4.2., que versa sobre el papel de los docentes en la “articulación entre el sistema educativo, el estado y la sociedad”, “enseñar es la guía metódica que posibilita a [los estudiantes] una apropiación metódica y autónoma del mundo” (MEC, 2011: 43). La “autonomía” se define luego con los “principios de la pedagogía”. El punto 2.5.2. (MEC, 2011: 48) establece los tres ejes pedagógicos que permitirían a los individuos apropiarse del conocimiento. La subsección c) es la que contiene el párrafo que explica el enfoque didáctico con respecto a cómo se difunde el conocimiento en el sistema educativo. Ese párrafo declara que “la didáctica en el ámbito del sistema educativo se refiere a las formas del desdoblamiento y reordenamiento del saber para que se puedan apropiarse de él [los alumnos] en forma masiva, por medio de textos, laboratorios, métodos, TIC e industrias culturales”.

41

Esto se interpretó originalmente así: la tarea de la educación consistiría en ayudar a los alumnos a desarrollar capacidades de desdoblamiento y reordenamiento del conocimiento para la mencionada apropiación autónoma. Sin embargo, un entrevistado del MEC clarificó por escrito que esto más bien refiere a la “transposición didáctica, el proceso de convertir cierto conocimiento científico en contenido educativo accesible a los estudiantes”. El cuarto entrevistado del MEC confirmó esto, indicando que la enseñanza “reproduce una parte [del conocimiento] de acuerdo con los niveles, capacidades, según las especificaciones para las que te están educando (...) lo que hacemos son adaptaciones, desarrollo de algunas proposiciones que se consideran básicas (...) porque (...) nuestro diseño curricular está organizado sobre la base de competencias básicas que conducen a estándares (...) el conocimiento puro (...) no se transmite masivamente; extraemos algunas cosas (...) en forma de contenido de capacidades (...) eso es lo que el sistema educativo reproduce de forma masiva”.

Estas aseveraciones facilitaron comprender lo implícito en el término “apropiación”. Se observan paralelos entre las capacidades presentadas por el primer entrevistado como pertenecientes a niveles inferiores al pensamiento crítico y lo que se entiende por “apropiación”. En ambos casos se habla de un reempaquetado del conocimiento para su difusión, adopción y aplicación. Entonces, “apropiación” se referiría a cómo se difunde el conocimiento en el sistema educativo, de modo que los alumnos lo adopten más efectivamente.

2.1.2. Paraguay Educa

El enfoque educativo de Paraguay Educa consiste en “crear con la tecnología, no interactuar con la tecnología”, pues “al crear con esa tecnología el sujeto tiene un nivel de pensamiento superior”. Interactuar significa “poder usar la computadora y estar] al servicio del programa”, lo que incluye “escribir un texto, [de] hacer una planilla electrónica (...) [acceder a] internet, bajar información”. Aquí el acceso a Internet se equipara con acceso a “una biblioteca digital que es el mundo”, pero eso “no le va a dar fluidez tecnológica”.

En contraste, en el “proceso de obtener la fluidez tecnológica el [niño] va tomando conciencia de muchos procesos mentales, que van desde la metacognición, o sea como “qué tengo que hacer para aprender, qué pasó acá, qué hice mal” hasta presupuestos matemáticos”. En el desarrollo de la fluidez, “vos tenés la plataforma libre y vos empezás a crear” dando el ejemplo de un alumno que hace simulaciones digitales y aprende a crear un objeto de su interés. Construir y simular consisten en “un proceso de aprender a aprender, cometiendo los errores, ensayo y error, análisis, síntesis, discusión consigo mismo, metacognición (...) El niño se apropia de la tecnología y del instrumento y del interés, o sea, él dice ‘yo quiero ser fluido tecnológico’”.

Esto contrasta la con la definición implícita de digitalización: “La brecha digital desde luego (...) hay que disminuirla abruptamente, sobre todo (...) para los jóvenes que están ingresando al mundo laboral en las zonas rurales. Si ellos no se digitalizan, no pueden acceder a un trabajo, porque no pueden ni siquiera usar un cajero automático, la empresa probablemente está totalmente informatizada (...) pero eso es ‘digitalización’, eso no es ‘fluidez tecnológica’”.¹

42

El enfoque educativo de Paraguay Educa parece consistir en varios niveles. Dado que el más alto es la metacognición, todos pueden conceptualizarse como “cognitivos”. Esto puede simplificarse del siguiente modo:

- Bajo: digitalización/interacción/alfabetización/habilidades operativas/intercambio de información
- Medio: prueba y error, análisis, síntesis
- Superior: metacognición/aprender a aprender/creación/fluidez/apropiación

Los objetivos educativos de la organización están directamente relacionados con su enfoque y elección de TIC, que se discuten en 2.2.2.

2.1.3. Universidad Nacional de Asunción

El segundo entrevistado de la UNA indicó que la universidad no sigue un modelo de educación. La misma “se ha desarrollado por facultades”, cuyo “centro (...) son las aulas”, mientras en otros países “el centro de la universidad son sus laboratorios y sus

1. La brecha digital es un concepto que mencionan tanto el Ministerio de Educación como Paraguay Educa. La forma en la que el MEC la encara se presenta en la siguiente sección sobre el “enfoque tecnológico”.

centros de investigación, alrededor de ellos gira la universidad”. Esto es visto como una “limitante” para la investigación e interdisciplinariedad. Sin embargo, aclaró que la UNA intenta establecer “campos donde puedan participar grupos multidisciplinarios”, aunque estos serían fuera de las aulas.

El primer entrevistado proveyó un ejemplo, declarando que gracias a financiación externa la universidad estaría trabajando en “desarrollo territorial sostenible”. Esto consiste en reunir la experiencia y la mano de obra de la universidad —sus docentes y estudiantes— para llevar a cabo “una intervención de la universidad focalizada en el territorio puntual (...) [donde] las doce facultades centren sus esfuerzos en esa zona”. Cada facultad trabajaría e investigaría en esa intervención en sus respectivas áreas de especialización junto con las otras facultades.

En ese proceso, los estudiantes accederían al campo y consultarían con personas no académicas, indagando sobre su conocimiento. En caso que los conocimientos de campo no estén debidamente sistematizados, los alumnos le darían “una sistematización determinada y una metodología que pueda ser transmitida”. Según el entrevistado, esto ya habría tenido lugar en una intervención real, donde “los que verdaderamente [tenían el conocimiento] era la comunidad, no la universidad; la universidad lo que hizo fue darle un marco metodológico, ordenar las cosas, ponerle algunas horas”.

El primer entrevistado mencionó un cambio en la conceptualización del compromiso de la universidad con la sociedad. Mientras que “la extensión universitaria (...) en su formato tradicional (...) va y brinda a la sociedad algo”, mientras que “el concepto social moderno es como que la sociedad tiene algo que dar a la universidad y ese algo, esa comunicación bidireccional hoy está planteada en la universidad como desarrollo sostenible territorial”.

43

Mientras el estatuto de la UNA (Universidad Nacional de Asunción, 2005) menciona como objetivo de la instrucción universitaria la investigación, entendida como creación de conocimiento, no se alude a la existencia de procesos para su compleción. Se infiere de los datos primarios que la instrucción en la UNA está basada en la difusión de información en el aula. Por otro lado, los espacios de trabajo multidisciplinario, como los de extensión universitaria, indicarían una expectativa de aplicación de los conocimientos obtenidos en aula y una posible crítica y síntesis al compararlos con otras fuentes de información, lo que lleva a interacciones más complejas. Los datos primarios aluden a diferentes niveles de competencias, clasificables del siguiente modo:

Bajo:	información/adquisición de conocimiento	– en aula
Medio:	aplicación Análisis	– en campo
Superior:	síntesis	– en campo
Alto:	¿Investigación?	

2.1.4. Comparación y sintetización los enfoques educativos: niveles de relacionamiento cognitivo

Las organizaciones explican lo que esperan que los alumnos hagan con el conocimiento. Esto se entendió como una relación entre lo dado y lo esperado, por lo que se etiquetó como relacionamiento. En ese contexto, Paraguay Educa se refirió a su meta de desarrollo como “metacognición”. Esto obligó a revisar todos los pasos que llevarían a esa meta como “cognitivos”. Al verificar las similitudes entre los pasos de las organizaciones, se etiquetó a esta categoría como “Relacionamiento cognitivo”.

Para el establecimiento de los niveles, resultaron reveladoras las diferencias entre los usos de apropiación del MEC y Paraguay Educa. El primer entrevistado del MEC declaró que el pensamiento crítico no está siendo desarrollado actualmente. Los entrevistados 3 y 4 lo corroboraron al afirmar que los procesos de desagregación, análisis, crítica y creación no son actividades que se espera que los alumnos lleven a cabo, sino que son acciones del MEC para los estudiantes. Para el MEC, la apropiación implica la adquisición y aplicación del conocimiento seleccionado por el MEC. Para Paraguay Educa, implica que el alumno entienda sus procesos de aprendizaje y desarrolle su propia capacidad de desagregar los elementos de la tecnología creativamente. Es decir: se equiparan la apropiación, la fluidez tecnológica y la metacognición.

Según el estatuto de la UNA en su sección VIII, artículo 102, la investigación se entiende como “conjunto de procesos de indagación científica [análisis] y búsqueda del conocimiento” y “se orientará a “constituirse en el espacio para el desarrollo, creación y recreación del conocimiento”. Siguiendo el concepto de sentido de agencia, mientras que la universidad no sigue un enfoque pedagógico específico, pero basa su educación en la instrucción áulica, se insta a los estudiantes a analizar y sintetizar el conocimiento en su área y tema de elección. La investigación, entendida como análisis y creación de conocimiento, permanece como objetivo. Los datos del enfoque educativo de la UNA muestran niveles similares a los del MEC y Paraguay Educa. La educación basada en la instrucción en el aula apunta hacia la difusión y el aprendizaje de información y conocimiento. Luego, la universidad proporciona dos espacios formales para el trabajo interdisciplinario. Estos programas alentarían a los estudiantes a aplicar el conocimiento del aula, analizar el conocimiento académico y el no académico para sistematizarlo y sintetizarlo. En el extremo superior del espectro educativo está la investigación; aunque se la considera un objetivo más apropiado para la etapa universitaria, aún no se ha convertido en el principal medio de instrucción.

La **Tabla 1** resume los hallazgos en la categoría de relacionamiento cognitivo.

Tabla 1. Niveles de relacionamiento cognitivo en la categoría de “Enfoques educativos”

Ministerio de Educación		Paraguay Educa	Universidad Nacional de Asunción	
Adquisición: difusión y aprendizaje de conocimientos y habilidades	Apropiación	Adquisición: - Alfabetización/digitalización - Habilidades - Interacción	Adquisición: - Instrucción en aula	
Aplicación de conocimientos y habilidades		- Prueba y error - Análisis - Síntesis	- Aplicación - Análisis - Síntesis	En campo
Análisis Síntesis Creación		- Metacognición - Creación y fluidez - Apropiación	- Investigación - Creación	

Fuente: elaboración propia a partir de datos primarios recopilados de entrevistas con representantes del Ministerio de Educación de Paraguay, Paraguay Educa y la Universidad Nacional de Asunción.

2.2. Enfoques tecnológicos

2.2.1. Ministerio de Educación

El Plan 2024 del Ministerio de Educación declara que el objetivo de introducir TIC en el sistema educativo es que estas aporten “al mejoramiento de los procesos educativos (...) y (...) al desarrollo en todos los estudiantes de las competencias digitales necesarias para participar y contribuir activamente en la sociedad” (2011: 17). En ese sentido, las TIC serían distribuidas gradual y equitativamente; y el docente sería el punto de enfoque para priorizar, de esta manera. “su capacitación en la utilización pedagógica de las tecnologías”.

Según el cuarto entrevistado del MEC, actualmente la educación requiere “una sala interactiva, una sala con recursos digitales, recursos tecnológicos”. Según él, la pregunta importante es: “¿Cómo hacés que la vida real entre al aula?”; es importante que esta última “tenga que ver con las características de esa sociedad en la que [el alumno] vive o le va a tocar vivir de alguna manera más cercanamente en ciertas etapas de su vida”, al tiempo que “le das herramientas de acceso que hoy día marcan la diferencia”. En ese sentido, las escuelas públicas especialmente están “muy descontextualizadas de la realidad”, mientras que “la mayoría [de los niños] hoy día lo tiene [teléfono inteligente], incluso en los sectores (...) más vulnerables (...) [pero] en la clase no [lo] podés usar (...) no porque sea un problema el celular en el aula (...) [sino porque] el docente no sabe cómo usar positivamente el recurso”. Se indicó que las TIC ofrecen “las posibilidades de mejorar el aprendizaje”, mientras que, debido a su distribución desigual, “las posibilidades de una equidad educativa están así en extremo totalmente polarizados”.

Frente a las críticas que indican que las TIC no mejoran el aprendizaje, el entrevistado indicó que la tecnología “no se usó deliberadamente para que aprendan lengua y matemáticas (...) [sino para] la disminución de la brecha digital, que es una cuestión más social”. El tercer entrevistado definió la brecha digital de forma parecida, afirmando que es “el espacio que puede existir entre las personas que tienen acceso a la tecnología y pueden hacer ‘buen uso’ (...) y aquellas que no tienen la posibilidad de acceder a los recursos”. Siguiendo su enfoque educativo, el primer paso del MEC para cerrar la brecha es definir “qué tipos de habilidades los niños deberían desarrollar conforme a diferentes grados”. Sin embargo, ese trabajo no se ha hecho.

En referencia a la declaración del Plan 2024 de que “los usuarios [de las TIC] deberían ser conscientes y no manipulados” (Ministerio de Educación y Cultura, 2011: 29), el tercer entrevistado explicó que “nuestra preocupación central está en que los usuarios (...) puedan usar de manera muy crítica”. El uso crítico está dentro del “buen uso”, lo que se refiere a “usar de manera crítica cuando lo requieren”, y que “no todo es TIC ni todo el tiempo es TIC”, ya que “es una herramienta con un potencial superlativo, hay espacios y tiempos y ahí hay un montón de usos que son muy buenos, pero no queremos que se vislumbre ni se crea que todo [lo] soluciona la computadora”. El entrevistado agregó que “estamos tratando de agregar uso creativo para complementar [el buen uso]”.

El mismo entrevistado explicó que en el campo de las TIC la apropiación se entiende como “un proceso de incorporación efectiva, eficiente y eficaz de las tecnologías como modelo teórico, axiológico y práctico (...) Este proceso va desde la formación básica instrumental, utilización, representación social, uso, e integración de las mismas en el contexto educativo”. El enfoque del entrenamiento didáctico del MEC para los maestros consiste “dependiendo del público, [en] alfabetización básica”, que luego puede incluir “cómo hacer para integrar, por ejemplo, una consulta de Internet en un proceso de clase, cómo procesar la información que obtengo, que cuidados debería tener”. Luego puede agregarse el uso de “*software* educativo (...) aplicaciones que ellos puedan usar (...) para hacer un mapa, para pintar algo (...) cómo hacer un cuadro, cómo pueden hacer sus planillas [y] sus planes más rápidamente, cómo pueden diseñar una prueba”.

El último punto de importancia en este tema es cómo el MEC elige el tipo de tecnología. Si bien hay limitaciones presupuestarias, lo más relevante para el MEC es desarrollar “soluciones que intentan atender tanto lo pedagógico como las condicionantes propias de cada infraestructura escolar”. Sin embargo, se destacó que “debemos hacer preguntas sobre cuál es el objetivo realmente” al introducir tecnología en la educación, enfatizando si “se justifica que todos los alumnos tengan una computadora”. Se agregó también que “no puede ser una sola la respuesta porque los contextos, los colectivos son diferentes”. En “un contexto urbano, rural, indígena, un contexto donde tenés 300 alumnos, 1500, o 50 alumnos (...) [se] (...) tiene que poder encontrar soluciones que responden a ese contexto y a esas necesidades”. En esos casos se propone que la “autonomía institucional” decida qué TIC usar. Se indicó que el hecho de que cada estudiante posea una computadora podría ser una posibilidad en las mejores partes de la sociedad en todo el mundo, pero que en otros lugares “en realidad la escuela sigue teniendo (...) un aula de laboratorio clásico e igual funciona”.

Donde no hay lugar para construir un laboratorio de computación, el MEC elegiría tener un laboratorio móvil. En las aulas plurigrado, optaron por “rincones tecnológicos” donde un grado trabajaría con medios tecnológicos, mientras el maestro trabaja con el otro grado. Las escuelas inclusivas recibirían una combinación de soluciones de TIC según las necesidades de sus alumnos. Las escuelas indígenas tendrían una “combinación de computadoras [de escritorio] y notebooks que usarán alternativamente”. En otros casos, “hay *tablets* que son el modelo 1:1 para estudiantes en algunas modalidades también”.

En resumen, la idea que guía la implementación de TIC del MEC es la brecha digital, y lo que se busca es desarrollar el buen uso. Esto incluye:

- Buen uso = habilidades desarrolladas en la escuela
- Buen uso = uso crítico = según sea necesario/no todo el tiempo
- Buen uso = utilización (¿aplicación?)
- Integración en la educación (¿adopción?)

2.2.2. Paraguay Educa

El objetivo tecnológico del proyecto es lograr la “fluidez digital”. Al referirse a la tecnología, los entrevistados distinguieron entre plataformas de “techo bajo” que buscan que los alumnos interactúen con la tecnología y “plataformas abiertas y libres”. Se mencionó que en otras implementaciones de OLPC (*One Laptop Per Child*) se emplea “*software* bastante cerrado [donde] el niño va a tener que sumar, restar, dividir y [el programa] le va dando las respuestas (...) pero hay algo más arriba de eso; eso podría llegar a ser como un *workbook* digital nomás”. A este empleo de la tecnología los entrevistados lo califican como “interactuar nomás con la computadora (...) porque vos podés usar la computadora y estás al servicio del programa, en este caso de escribir un texto, de hacer una planilla electrónica”.

47

En su proyecto, los alumnos van “creando conocimiento (...) [con] (...) la plataforma libre, [donde el niño dice] ‘bueno, voy a diseñar una nueva balanza’, y entonces el niño busca (...) la actividad que puede utilizar para crear (...) lo va diseñando, es un diseño que él hace; va haciendo simulaciones y en esa simulación él va creando el nuevo conocimiento”. Se enfatizó que el objetivo no es comprar una cantidad cada vez mayor de *software*, sino “que el niño haga su propio *software* (...) Tenemos niños hoy en Caacupé que están haciendo juegos; no es jugar al jueguito, es hacer el juego, es en hacer el juego donde creas conocimiento. Ahí está la diferencia entre las plataformas”.

Luego se menciona el término “apropiación”, que se presenta como “creación con tecnología”. Esto se asocia a una introducción a temprana edad, donde “el niño se apropia naturalmente (...) nace digitalizado prácticamente (...) al niño le das un teléfono y vibra, agarra y todo (...) el niño se apropia de la tecnología (...) y dice ‘yo quiero ser fluído tecnológico’”. Ser “tecnológicamente fluido” y “apropiarse” significan “crear a partir de la tecnología”.

El segundo entrevistado de Paraguay Educa indicó que parte del proceso de apropiación es “simplemente el entender que eso que está en tu máquina es algo que es tuyo en dos sentidos: esos *bits* que están en tu disco duro son tuyos y vos tenés por ende el derecho y el poder de cambiar eso, a cualquier nivel, literalmente”. Los estudiantes “entienden realmente que eso que está ahí no es una caja negra (...) no es algo que no se puede moldear, que no se puede cambiar”. Según el entrevistado, los estudiantes solicitan cambios: “ellos te dicen ‘arreglame esto’, o ‘cambíame esto’ o un maestro te pregunta ‘¿por qué no hacemos esto?’” (...) No preguntan si se puede (...) asumen que esa herramienta se puede moldear a sus necesidades (...) No es ‘¿es posible?’, sino ‘¿para cuándo?’”. La apropiación es “pasar de pensar que uno es un consumista y que eso viene así de una dimensión desconocida que nadie entiende cómo funciona, a saber: que [la computadora] es algo que se puede moldear y que se puede adaptar a lo que uno necesita”.

La organización categoriza las TIC según el rango de posibilidades que ofrecen: de “techo bajo”, que buscan interacción, y las libres y abiertas, que favorecen la construcción y la fluidez. Por inferencia, las habilidades de techo bajo y de manejo de TIC se desarrollan por simple exposición. La apropiación, asociada a la fluidez, se entiende de dos maneras: ser físicamente dueño de las TIC y desarrollar la capacidad de modificarlas. Se indicó que la modificabilidad implica comprender los elementos constitutivos de la tecnología y las capacidades para modificarlos según las necesidades —lo que se etiquetó como “adaptación”. El objetivo final es lograr una fluidez en la capacidad de reconstruir mediante la reorganización de los elementos. La modificación y la adaptación implican una adopción previa.

48

2.2.3. *Juntos por la Educación*

Según su entrevistado, Juntos por la Educación apoya “un proceso que tiene por objetivo llegar a universalizar la cobertura de Internet por lo menos en las escuelas del país”. Según el entrevistado, la organización basaría sus políticas sobre las TIC en el informe “TIC y Educación. La Experiencia de los Mejores: Corea, Finlandia y Singapur” (Falck, Kluttig y Peirano, 2012), países que “están a la vanguardia en lo que es inserción de tecnología en Educación”. Aunque “las conexiones culturales (...) y económicas son muy diferentes a las de Paraguay”, el informe indica que “el primer paso es dotar por lo menos de conectividad a las escuelas”.

“Nosotros (...) no nos estamos poniendo a discutir el modelo pedagógico de inserción de tecnologías” porque “más allá de los beneficios pedagógicos que de ahí se puedan obtener, hay un beneficio importante en la gestión escolar”. La organización enfatiza el uso de TIC en la administración en las escuelas, ya que esto mejoraría la eficiencia administrativa, reduciendo el tiempo de respuesta para envío y recepción de todo tipo de reportes.

Cuando se preguntó si la conectividad TIC también incluía estándares para ciencia y tecnología, la respuesta fue que “a nivel de aula no (...) esa es una discusión más densa (...) porque la inversión [económica] grande va a estar ahí y (...) tenemos que estar muy seguros de lo que vamos a hacer está ahí”. Según los documentos publicados por la organización, luego de una serie de rondas de discusión con el MEC y otros actores, los temas centrales en relación a la implementación de TIC

en aula “son la consolidación de una política de incorporación de tic al sistema educativo, la articulación público-privada y superación de la dispersión de iniciativas, la conectividad con equidad y la profesionalización docente en el uso de tecnologías educativas” (Juntos por la Educación, Ministerio de Educación y Organización de Estados Iberoamericanos, 2013: 80).

Si bien la organización dijo no haber desarrollado sus planes de empleo de TIC en aula, sí toma como referencia el documento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre las experiencias de Finlandia, Corea y Singapur. Por se consideró relevante entender cómo este documento trata este tema, para ver cómo contrastaría con los enfoques de las demás organizaciones. El informe de Falck, Kluttig y Peirano (2012) se centra en el estado actual de la implementación de TIC en América Latina y busca obtener pistas para su mejoramiento de las implementaciones de TIC de los países en la cima de puntajes de PISA: Corea, Finlandia y Singapur. Según el informe, la cobertura actual de la educación en América Latina ha aumentado en las décadas anteriores, pero aún se considera insuficiente. Se destaca que mejorar la infraestructura es necesario, pero que no sería lo mismo que una reforma real del sistema educativo. Según las autoras, hay seis factores clave para que las tecnologías se conviertan en innovadoras con éxito en el aula (2012: 18). Estos factores pueden resumirse en dos puntos: i) se debe poseer competencias de uso de tecnología para enseñar y aprender; y ii) el éxito de la tecnología se mide en términos de involucramiento y participación, provisión de soluciones didácticas, en cuanto a su relevancia y adecuación y a su efecto en la eficiencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Mejorar la educación requeriría maestros mejor preparados, centros educativos más autónomos, eficientes y efectivos, y un uso generalizado y sistemático de las TIC. Las autoras enfatizan este punto varias veces y detallan los aspectos que consideran más importantes. El informe indica que los tres países mencionados se enfocaron en infraestructura, sistemas de evaluación, formación docente, pedagogía, programas de estudio y desarrollo de contenidos para las TIC. La constante en los tres casos es la aplicación ubicua de TIC. Los tres países han hecho esfuerzos para que “el desarrollo tecnológico posibilite la flexibilización de los procesos de aprendizaje (...) [y] (...) puedan realizarse en cualquier espacio y tiempo” (2012: 11). Las personas deben comenzar a desarrollar sus habilidades de uso de la computadora tan pronto como sea posible, lo que les permite desarrollar “alfabetización digital” (2012: 13). Sin embargo, “la mera provisión de tecnología no ha demostrado ser efectiva en la mejora de los aprendizajes (...) [aunque] sí es una condición necesaria para aprovechar el potencial de las TIC” (2012: 71). Por ello, el objetivo es más bien lograr “fluidez en el uso de TIC y ser capaz de resolver problemas complejos” (2012: 15). Preparar a los alumnos para la vida actual y futura requiere que los sistemas educativos desarrollen el “pensamiento crítico basado en la creatividad” (2012: 12) y “aprender a aprender”, en vez de llevar “un listado de aspectos” (2012: 16). Sin embargo, no se explica qué se entiende por pensamiento crítico o creatividad.

Al resumir su análisis de lo que los sistemas educativos deberían alentar a sus estudiantes a desarrollar, el informe señala tres grupos de competencias, de los cuales el primero se aplica a las TIC (2012: 16):

Categoría de Competencia 1: Usar las herramientas interactivamente

- A. Usar el lenguaje, símbolos y textos interactivamente
- B. Usar el conocimiento y la información interactivamente
- C. Uso de la tecnología interactivamente

Hacia el final, indican las autoras, en los países examinados “las empresas privadas forman parte integral del sistema educativo”, no sólo proveyendo la tecnología y modificándola según las necesidades emergentes, sino también informando qué competencias se necesitan para “maximizar las posibilidades de empleo de los estudiantes en el siglo XXI” (2012: 67). En ese sentido, proveen ejemplos de compañías propietarias que han trabajado con el sector público en este proceso. Las autoras afirman que, si no se introducen estos cambios, los países no podrán crecer económicamente y, por lo tanto, no podrán eliminar la brecha con otros países.

2.3. Conceptualización de los enfoques tecnológicos de las tres organizaciones

Puede observarse el uso de términos similares entre las organizaciones. El MEC se refiere al “buen uso”, que incluye el aprendizaje de habilidades del empleo de TIC, su adopción y su aplicación. Si bien el MEC estaría en desacuerdo con el BID debido al énfasis de este último en la ubicuidad, sí comparte el enfoque en el uso interactivo para desarrollar capacidades de solución de problemas y para mejorar las posibilidades equidad social y de empleo. Un término clave del reporte del BID que resuena con los datos de Paraguay Educa es “fluidez”. Sin embargo, aquí el término se refiere a la destreza en el uso interactivo las TIC, mientras que en Paraguay Educa se refiere a la destreza en la capacidad de desagregación, evaluación y creación.

50

Es decir: la aparente continuidad en el uso de los términos entre las instituciones, del “buen uso” al “uso interactivo” a la “fluidez”, en realidad indica la existencia de diferentes niveles de relacionamiento con la tecnología. El “buen uso” del MEC y la “fluidez” del BID hablan de las mismas capacidades con el mismo fin, y ambos caben dentro de lo que Paraguay Educa llamada digitalización o alfabetización digital. Es decir, el fin del MEC y del documento del BID es el principio y estadio medio del enfoque de Paraguay Educa. Aquí vuelve a relucir el uso del término apropiación del MEC y Paraguay Educa; ambos lo emplean, pero uno tiene expectativas de relacionamiento adicionales.

La adaptación de la tecnología ocupa un lugar destacado en los tres enfoques. El MEC y el BID esperan que la tecnología se adapte a las necesidades pedagógicas, a las tareas desarrolladas en clase y a los requisitos de empleo. Implícito en ambos está que el rol del MEC y el gobierno es preseleccionar y preparar la tecnología y el contenido para luego capacitar a los maestros. Adicionalmente, para el BID el proceso de adaptar la tecnología a la educación, responder a las necesidades emergentes y establecer cuáles serían las habilidades más necesarias para el empleo es tarea de empresas privadas y propietarias. Esto contrasta fuertemente con el enfoque de Paraguay Educa, que enfatiza el desarrollo de capacidades locales de desagregación, evaluación y creación de tecnología. El punto es lograr que los alumnos desarrollen una suerte de propiedad de la tecnología y un sentido de agencia en efectuar cambios

creativos con y en ella. La digitalización sería un paso inicial, que mejoraría la empleabilidad de los individuos, pero que no sería el objetivo final.

Tabla 2. Niveles de relacionamiento en la categoría de tecnología y su efecto en el sentido de agencia

Expectativa de relacionamiento e impacto en el sentido de agencia	Ministerio de Educación	Paraguay Educa	Juntos por la Educación
Adquisición de habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Operar TIC - Buscar información - Escribir textos - Completar tablas 	<ul style="list-style-type: none"> - Operar TIC - Buscar información - Escribir textos - Completar tablas 	<ul style="list-style-type: none"> - Alfabetización - Uso interactivo - Competencias de empleo
Impacto en sentido de agencia	Adquisición de habilidades		
Aplicación y adopción	Enfatiza: <ul style="list-style-type: none"> - 'Buen uso' - 'Integración' - Selección de <i>hardware</i> y <i>software</i> existente según percepciones de necesidades sociales e infraestructurales - Desarrollo de recursos 	Enfatiza acceso a: <ul style="list-style-type: none"> - Tecnología libre - Información - Espacio de expansión 	Enfatiza: <ul style="list-style-type: none"> - Ubicuidad - Salvar brecha digital - Las autoridades preseleccionan las variantes de <i>hardware</i> y <i>software</i> según percepciones de necesidades educativas - Compañías privadas proveen <i>software</i> - Tecnología adaptada a tareas específicas
Impacto en sentido de agencia	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de destrezas adquiridas según sea apropiado 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo y expansión de alternativas - Libertad de creación de nuevos rumbos 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximización de la productividad - Empleabilidad
Adaptación		<ul style="list-style-type: none"> - Preseleccionar TIC modificables según percepciones de contextos - Desarrollar recursos - Modificar TIC según contextos y necesidades 	
Impacto en sentido de agencia		<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de alternativas - Comprensión más profunda de TIC - Creación de nuevos programas 	

Fuente: datos primarios recopilados de entrevistas con representantes del Ministerio de Educación paraguayo, Paraguay Educa y la Universidad Nacional de Asunción

La siguiente sección explorará la relación entre los niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico y lo complementará con teorías existentes.

2.4. Comparación de hallazgos: tipos de tecnología y taxonomía de Bloom

Los niveles esperados de relacionamiento tecnológico muestran una progresión similar a los de relacionamiento cognitivo. En la categoría cognitiva, el relacionamiento varía desde la adquisición menos compleja de información y conocimiento, pasando por su aplicación en la resolución de problemas complejos, hasta la creación y el desarrollo de capacidades metacognitivas. Aunque el MEC en un momento pretendía alcanzar niveles más altos de participación, actualmente no lo hace. Esto se extiende a sus expectativas de relacionamiento tecnológico. Es decir, el sentido de agencia de los estudiantes, tal como se establece mediante su participación, se limita a adquirir, aplicar y adoptar tecnología. Como la UNA no tiene un enfoque tecnológico oficial, no se puede afirmar si sus niveles de participación en esa categoría coinciden con los de categoría cognitiva, que apuntan a alcanzar la investigación y la creación. Lo mismo se aplica a Juntos por la Educación, excepto que lo que falta en su caso es la categoría cognitiva. En el caso de Paraguay Educa, los niveles coinciden en ambas categorías.

Ambos entrevistados de Paraguay Educa mencionaron el uso de *software* libre como clave para sus enfoques educativos y tecnológicos, especialmente su naturaleza modificable y el sentido de pertenencia que esto confiere. El MEC también se refirió al uso del *software* libre, pero indicó que no lo prefieren por sobre otros tipos.

Para entender las diferencias entre tipos de *software* libres y no libres, es necesario observar las diferencias entre ellos. El adjetivo “libre”, utilizado en el contexto de *software*, refiere a programas de computadora que otorgan a los usuarios un conjunto de cuatro libertades fundamentales e indivisibles, de la siguiente manera (Free Software Foundation, 2018):

- La libertad de ejecutar el programa como se desee, con cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- La libertad de redistribuir copias para ayudar a otros (libertad 2).
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3). Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

Las características mencionadas por Paraguay Educa se refieren a las libertades 1 y 3. Las computadoras se distribuyen con *software* libre que puede modificarse a cualquier nivel para satisfacer sus necesidades emergentes. Sin embargo, en el contexto de este estudio, sería necesario desglosar más estas libertades para comprender cómo se aplica a la teoría emergente.

Uno de los elementos clave de las libertades es “acceso al código fuente”. Esto se refiere a tener la versión legible de una pieza de *software*, que otorgaría la posibilidad de comprender cómo esta funciona internamente y modificarla. Esta es una libertad para desagregar la tecnología en sus partes constituyentes. Esta distinción ayuda a entender las diferencias entre las organizaciones y cómo operan, pero también lo que promueven en sus enfoques de educación. A un nivel básico, las cuatro organizaciones implementan TIC y esperan que los estudiantes adquieran habilidades para operarlas. Este nivel de relacionamiento comprende habilidades tales como la operación, la búsqueda de información, la entrada de datos y su procesamiento con *software*. El siguiente nivel de relacionamiento es la adopción, donde los estudiantes integran las habilidades adquiridas y luego las aplican regularmente en el proceso educativo. Para el MEC, la adopción debe ser “crítica”, es decir: establecer cuándo y para qué usarlos. El documento del BID tiene los mismos objetivos, pero propone una adopción ubicua en lugar de crítica. Paraguay Educa también apuntaría a la adopción ubicua.

El último nivel de relacionamiento es la adaptación. Aquí las diferencias entre las organizaciones se vuelven más pronunciadas a medida que las expectativas conducen a diferencias en el sentido de agencia. Como se indica en la tabla de la categoría educativa, el MEC ve como su responsabilidad elegir y adaptar la tecnología según su evaluación de las necesidades de los diferentes contextos y sus usuarios. El reporte del BID lo ve igual, dejando la tarea de modificar la tecnología para satisfacer las necesidades emergentes a compañías de *software* propietario. Paraguay Educa también elige la tecnología que consideran apropiada para el contexto donde se desplegará, pero presenta como diferencia que permite a la organización y a los usuarios modificarla para satisfacer sus necesidades. Es decir, la elección de tecnología afecta las expectativas de relacionamiento y el sentido de agencia.

53

Algo similar puede observarse en los enfoques educativos. Los entrevistados utilizaron verbos muy específicos que detallan las habilidades que esperan que los estudiantes desarrollen en el proceso educativo. Estos verbos no sólo muestran diferentes niveles de relacionamiento con la información y el conocimiento, sino que guardan relación con la conocida taxonomía de objetivos educativos de Bloom (Krathwohl, 2002).

El MEC se refirió a difusión, aprendizaje y aplicación; la UNA a la adquisición de conocimiento, aplicación, integración de conocimiento (síntesis) e investigación; Paraguay Educa al uso (digitalización), aplicación, análisis, síntesis, metacognición y creación. Las similitudes pueden observarse en la siguiente representación de la taxonomía de Bloom según la actualización de Krathwohl (2002):

1. Recordar - Recuperar conocimiento de la memoria a largo plazo.
 - 1.1. Reconocer
 - 1.2. Recordar
2. Entender - Determinar el significado de mensajes instructivos, incluyendo comunicación oral, escrita y gráfica.
 - 2.1. Interpretar
 - 2.2. Ejemplificar

- 2.3. Clasificar
- 2.4. Resumir
- 2.5. Inferir
- 2.6. Comparar
- 2.7. Explicar
- 3. Aplicar - Llevar a cabo o utilizar un procedimiento en una situación dada.
 - 3.1. Ejecutar
 - 3.2. Implementar
- 4. Analizar - Desagregar un material en sus partes constituyentes y detectar cómo las partes se relacionan entre sí y con una estructura o propósito general.
 - 4.1. Diferenciar
 - 4.2. Organizar
 - 4.3. Atribuir
- 5. Evaluar - Hacer juicios basados en criterios y estándares.
 - 5.1. Comprobar
 - 5.2. Criticar
- 6. Crear - Unir elementos para formar un conjunto novedoso y coherente o crear un producto original.
 - 6.1. Generar
 - 6.2. Planificar
 - 6.3. Producir

54

La taxonomía de Bloom puede dividirse en dos partes, del nivel 1 al 3 y del 4 al 6. En la primera parte los alumnos reciben conocimiento, deben demostrar que lo entienden y luego deben aplicarlo tal como lo aprendieron en situaciones dadas. En el cuarto nivel lo aprendido no permanece como tal, sino que se busca su desagregación. Tampoco hay una “situación dada”, ya que se busca dónde encajan el conocimiento y sus partes en lo general. Este salto cognitivo también se aplica al introducir esta taxonomía en el ámbito de las TIC, pero al hacerlo empieza a jugar un papel importante la elección de tecnología.

Al alcanzar el nivel 4 de Bloom los estudiantes deben desagregar el material y entender cómo se relacionan las partes que lo componen. Lograrlo requiere que el material lo permita. Esto podría no ser un problema para la literatura o las matemáticas, dado que sus elementos constituyentes —palabras y números— son el objeto mismo de instrucción. Sin embargo, las TIC mismas, debido a sus características, no siempre permiten la desagregación de sus propios elementos constitutivos. Alcanzar los niveles 4 a 6 en las TIC requiere que estas sean desagregables, es decir: “libres”. Esto es algo que sólo Paraguay Educa mencionó como objetivo. Fue la única organización que basó su enfoque educativo y tecnológico en desarrollar capacidades de desagregación de TIC. Aquí los enfoques de educación y tecnología están más claramente conectados, ya que las características de la tecnología deben coincidir con los niveles esperados de relacionamiento cognitivo y viceversa.

Se vuelve relevante la declaración del MEC sobre el objetivo de la educación. Los entrevistados declararon que no se busca que los alumnos desarrollen las capacidades para “desdoblar y reorganizar el conocimiento”, sino que es tarea del

MEC el “convertir el conocimiento en contenido” para ser enseñado. Es decir, los alumnos deberían adquirir y aplicar los paquetes que se enseñan, no desdoblarse y reorganizar el conocimiento según sus propios intereses.

La UNA se une a Paraguay Educa en la categoría de educación, en el sentido que su enfoque de extensión universitaria busca “integrar el conocimiento” de fuentes académicas y aquellas derivadas del conocimiento popular. Esto podría llamarse “sintetizar”, pero según las descripciones de la taxonomía, parece ajustarse a “análisis” y “evaluación”. Esto se vería reforzado por los datos proporcionados por el primer entrevistado de la UNA, quien afirmó que la universidad podría dar al conocimiento popular un “marco metodológico y organizar las cosas” para que “se pueda transmitir”. Sin embargo, se necesitarían más datos para afirmar exactamente qué nivel coincidiría con este enfoque.

2.5. Redefiniendo la apropiación: integración de los enfoques educativos y tecnológicos

La **Tabla 3** reúne los niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico, integrando teoría educativa y terminología tecnológica. Como se indicó anteriormente, las categorías de educación y tecnología presentan las mismas expectativas de relacionamiento y constituye la teoría emergente de los datos primarios y aparecen a la izquierda. En la siguiente columna se integran los niveles de Bloom. La columna del medio presenta una desagregación de estos niveles, derivada de la aplicación de Bloom a los datos primarios. La columna “Requerimientos” muestra los elementos necesarios para los niveles. La última columna indica en qué nivel del espectro se posicionan las organizaciones. Si bien el nivel más alto de relacionamiento está marcado por una adaptación del conocimiento y la tecnología a contextos variables, se optó por el término apropiación en la nomenclatura. Esto se debe a que, a ese nivel, el énfasis está en la relevancia de lo personal y circunstancial en el proceso de adaptación. Es decir, sería un proceso de convertir lo existente en propio y apropiado, como lo señalaron las organizaciones.

Tabla 3. Modelo que integra los niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico conceptualizados

Nivel de Relacionamiento	Nivel de Bloom	Capacidades desarrolladas – Niveles de sentido de agencia	Requerimientos	Organizaciones
Adquisición de habilidades	1. Recordar	Recordar cómo usar las TIC y el conocimiento	TIC libres o propietarias	MEC Juntos por la Educación (BID)
Adopción	2. Entender	Los individuos entienden cómo funcionan las TIC y las usan a menudo	Educación para la aplicación y adopción	
	3. Aplicar	Aplicar TIC/conocimiento en diferentes situaciones y poder combinar dos o más aún cuando éstas no hayan sido designadas para ello (problemas complejos)	Habilidades preestablecidas	Univ. Nacional de Asunción
Apropiación	4. Analizar	Saber usar las TIC/conocimiento: cómo funcionan, cómo combinarlas y adaptarlas a situaciones, desagregarlas para ver sus elementos constituyentes y reorganizarlas	TIC libres	Paraguay Educa
	5. Evaluar	Criticar los elementos constituyentes por separado	Educación para la desagregación (cómo se complementan y funcionan los elementos constituyentes de la tecnología y el conocimiento)	
	6. Crear	Planear, generar y producir nuevas TIC o conocimiento combinando partes existentes con nuevos puntos de vista		

56

Fuente: datos primarios recopilados de entrevistas con representantes del Ministerio de Educación, Paraguay Educa y la Universidad Nacional de Asunción, con la taxonomía de objetivos educativos de Bloom y una clasificación de TIC

3. Discusión

Como se indicó al inicio del primer apartado, las etapas educativas en Paraguay no conforman un sistema (Molinier, 2014: 22). En ese sentido, el primer aporte de este trabajo para Paraguay es indicar una de las razones actuales de esta desconexión: las diferencias entre las expectativas de relacionamiento cognitivo y tecnológico de las organizaciones. El siguiente punto se vislumbra al subir un nivel analítico a lo nacional.

En 2014 se lanzan en Paraguay dos planes: el Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030 y el Libro Blanco de los Lineamientos para una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación del Paraguay del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Si bien el lanzamiento de estos coincidió con el periodo de entrevistas, no se conectaron los hallazgos de la investigación con estos planes sino hasta luego de desarrollar una teoría emergente en base a los datos primarios. Una vez establecida la relevancia de “apropiación” en explicar las diferencias entre las organizaciones se empezó a analizar posibles puntos de conexión con los planes nacionales.

El Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030 aplica la integración triangular de Sábato, pero sin mencionarla (Secretaría Técnica de Planificación, 2014). Por otro lado, el Libro Blanco del CONACYT sí está directamente basado en el Triángulo de Sábato (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2014). Más allá de buscar establecer las mismas interconexiones entre el sector público, el privado y el académico, ambos documentos se conectan con las tendencias latinoamericanas al mencionar como uno de sus objetivos la “apropiación”. El Plan 2030 establece, en su punto 2.2.4., que busca la “apropiación y aplicación del conocimiento” (Secretaría Técnica de Planificación, 2014: 64). El Libro Blanco indica en su introducción que busca la “apropiación social del conocimiento” (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2014: 6 y 11). Según ambos, es el sistema educativo el que debería proveer los elementos para lograr la apropiación. Siguiendo la línea problemática indicada en la introducción, ninguno de los documentos define qué entiende por apropiación ni lo operativiza. En esencia, esto significa que la “apropiación” depende de cómo el sistema educativo entienda el término. Y como se evidencia en los hallazgos, no hay un consenso entre los actores sobre el significado de apropiación o las expectativas de relacionamiento. Esto no sólo fragmentaría todavía más el sistema educativo, sino que dificulta el establecimiento y el logro de metas de desarrollo. Es aquí donde se debe subir un nivel analítico más.

Los planes paraguayos de desarrollo están basados directa e indirectamente en el Triángulo de Sábato. Éste, y la escuela a la que pertenece, es la base de la literatura latinoamericana sobre apropiación. Y es aquí donde la teorización en base a los datos primarios de esta investigación ayuda a redefinir lo que se entiende por apropiación en términos educativos y tecnológicos. La dependencia del conocimiento y las tecnologías no locales fueron el punto principal de la Escuela Latinoamericana (Sábato, 2011; Vidal Martínez y Mari, 2002), mientras que en la literatura regional actual se discute la misma problemática, pero incluyendo en el proceso de apropiación a toda la sociedad.

57

Como se indicó en el artículo anterior y brevemente al principio de este, la Escuela Latinoamericana se enfocó en establecer el triángulo de interacciones entre el Estado, el sector productivo y el creativo para lidiar con la falta de estructuras que pudiesen apropiarse del conocimiento y la tecnología y generar desarrollo local. Otro de sus enfoques fue proponer cambios legislativos a nivel internacional que permitieran a las naciones acceso a los elementos constituyentes de las tecnologías y el conocimiento (Vidal Martínez y Mari, 2002). Sin embargo, poco se estudió el rol del sistema educativo para propiciar la apropiación. Alsina (2011), indicó que aun a nivel universitario, el estudiantado pasa la mayor parte de su tiempo educativo en el nivel de “enseñanza”. Sin embargo, siguiendo con uno de los problemas mayores de la escuela, sus faltas en lo educativo, ni Alsina ni otros explicaron estos niveles en términos de teoría educativa. Como ya faltaron explicaciones de cómo lo educativo debía responder a las necesidades del triángulo, se estaba todavía más lejos de conciliar la teoría educativa con los conceptos de tecnología.

Lo que se observa en los datos primarios de Paraguay clarifica los niveles a los que Alsina se refería, aunque no hay una equivalencia directa entre sus términos y la taxonomía de Bloom. Su “enseñanza” encaja en “recordar” y “entender”, o “adquisición” en la teorización aquí presentada. Los niveles “técnico” y “profesional” son efectivamente la “aplicación” de Bloom, y aquí la “adopción”. El nivel “desarrollo” de

Alsina es más un juicio actitudinal que uno cognitivo, y puede igualmente categorizarse dentro de “aplicación” y “adopción”. Su nivel “investigación” encaja en los últimos tres de la categorización de Bloom. “Investigación”, según Alsina, consiste en ser sospechoso de los conocimientos adquiridos, en probar y errar y en llegar tardíamente al éxito (2011: 208). Si bien no se puede aseverar con absoluta certeza, se puede argumentar que el escepticismo de la investigación sería sinónimo de analizar; y la prueba y el error, sinónimos de evaluar. El éxito tardío sería equivalente a la creación de conocimiento nuevo. Serían estos niveles los necesarios intelectualmente para apropiarse del conocimiento y la tecnología y adaptarlos localmente en el Triángulo de Sábato, cuyo origen es la discusión sobre dependencia.

Los artículos sobre apropiación citados al inicio parecen estar de acuerdo en que la apropiación en Latinoamérica debería consistir en un sistema participativo de toma de decisiones y desarrollo de conocimiento. Todos ellos se ven resumidos en el artículo de Maldonado y De Greiff (2011). En su revisión de políticas relacionadas con los esfuerzos para promover la apropiación social, Maldonado y De Greiff discuten los significados más comunes atribuidos a la apropiación: “apropiar puede ser invitar a construir o entrar y observar pasivamente un espacio determinado”, mientras ciencia y tecnología puede significar “adoptar pasivamente un sistema” o “empoderar a los actores locales” (2011: 215). Debido a la variedad de significados del término, Maldonado y De Greiff resumieron sus posturas con respecto a la interacción para las tomas de decisiones y la creación de conocimiento conjuntas entre las organizaciones de ciencia y tecnología y la sociedad general en cinco principios para una “apropiación fuerte”.²

58

Estos cinco principios serían necesarios bajo paradigmas educativos y tecnológicos que promuevan niveles de relacionamiento por debajo de lo que se define como “apropiación” en esta investigación. Si el conocimiento y la tecnología fueran abiertos y sus elementos constitutivos estuvieran disponibles, las personas podrían desarrollar capacidades para comprenderlos y aprender de ellos. Con ello podrían reconstruirlos para adaptarlos con sus necesidades y preferencias, eliminando los principios primero, segundo y tercero. Primero, sería más difícil ocultar aspectos menos atractivos de la tecnología y el conocimiento, que es el principio 2. Segundo, esto permitiría decidir con qué argumentos y “versiones de la realidad” se concuerda a la luz del conocimiento adquirido. También afectaría el tercer principio en cuanto que conocer los elementos constitutivos equivaldría a que el conocimiento y la tecnología fueran transparentes y se expusieran sus funcionamientos internos. En cuanto al cuarto principio, si bien conocimientos y tecnologías apropiables no pueden garantizar la participación, sí facilitarían una mayor y más fácil participación en la toma de decisiones al desglosar aquello que se pone a consideración. Una educación que apunte a esta “apropiación” permitiría a los individuos comprender mejor el proceso de desarrollo del conocimiento y participar más fácilmente en él. Esto aborda directamente el quinto principio.

2. Véase la introducción de este artículo y Maldonado y De Greiff (2011: 240–241).

No es que los cinco principios de Maldonado y De Greiff no sean válidos. Estos tienen sentido cuando se considera que “uso”, “adopción” y “adaptación” se han equiparado con “apropiación”. Por eso se requiere un término adicional como “apropiación fuerte” para indicar un proceso de desarrollo de tecnologías y conocimientos participativo. El marco aquí propuesto desglosa los niveles inferiores a “apropiación” para indicar que no contemplan el acceso a ni la comprensión de los elementos constitutivos del conocimiento y la tecnología. Sin ellos, la participación podría reducirse a “expresar opiniones”, pues sin la opción de modificación sólo existirían propuestas dadas.

El término “apropiación”, tal como se lo presenta en esta teorización, tiene los elementos necesarios para cumplir con los cinco principios y abrir las cajas negras del conocimiento, la tecnología y la ciencia para permitir una amplia y profunda participación en sus desarrollos. Por lo tanto, diferenciar claramente entre los niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico de la “adquisición de habilidades”, la “aplicación”, la “adopción” y la “apropiación” indica que no hay necesidad de cambiar el nombre del nivel superior a “apropiación fuerte”.

Aquí se empieza a responder la primera pregunta: ¿qué se entiende por apropiación regionalmente? Raichvarg (2013), Trelles Rodríguez (2013), Núñez Jóver (2010), Domínguez Gómez y Echeverry Mejía (2013), Borchardt y Roggi (2017) y Maldonado y De Greiff (2011) proponen que la apropiación del conocimiento signifique la participación dialógica de la mayoría de la población en su producción e implementación. Considerando que no toda la población ingresa al sistema universitario, se deduce que se esperaría que todas las etapas del sistema educativo sean conducentes a desarrollar los más altos niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico.

59

Esto lleva a responder la segunda pregunta: ¿cómo afectan los significados actuales de apropiación al desarrollo de la región, especialmente frente a la acepción histórica? La literatura indica que no se discute apropiación en lo cognitivo y tecnológico en términos educativos. En ese sentido, el proceso de esta investigación indica que tener el objetivo de lograr la apropiación social del conocimiento en sí mismo no contiene la respuesta de cómo lograrlo. Desarrollar una escala de niveles de relacionamiento cognitivo y tecnológico que explique qué es la apropiación requirió entender varios aspectos relacionados de este término.

El proceso de interpretar y teorizar sobre los datos lleva a responder a la pregunta de forma diferente a lo esperado. Como se indicó arriba, la literatura no operativiza la apropiación en términos educativos. Más bien, son las explicaciones de los procesos educativos actuales y de los enfoques que proponen los actores educativos más recientes las que proveen material para detallar qué expectativas hay en el sistema educativo y cómo llamar a las diferentes expectativas según en qué consisten. Es al unir diferentes campos del conocimiento donde surgen las claves para operativizar la apropiación. Si bien el punto aquí es hacerlo en términos educativos, se intentó hacerlo de modo que sea comprensible transversalmente en los campos que se intersectan: ciencia, tecnología, dependencia, desarrollo, apropiación, educación.

Esta operacionalización ayuda a comprender qué aspectos de la educación podrían reforzar dependencias tecnológicas y de conocimientos entre la región y el resto del

mundo. Pero también puede ayudar a entender la “tendencia intrínseca al aumento de las desigualdades” (Sutz y Arocena, 2004) entre poblaciones dentro de los países y podría contribuir a la discusión que data de por lo menos del artículo de Alsina con respecto a la calidad de la educación y su relevancia para la independencia.

Los descubrimientos de este trabajo indicarían que una educación enfocada en la “apropiación” entendida como adquisición y aplicación de conocimientos y tecnología no desarrollarían las capacidades de relacionamiento cognitivo y tecnológico necesarias para un pensamiento independiente. Mantenerse en estos niveles tampoco requiere analizar y criticar las características de los materiales empleados en la educación. Es recién en el nivel más alto donde se busca desarrollar la capacidad de desagregación, crítica y construcción —al que aquí se llama “apropiación” y coincide con la acepción regional histórica. Recién allí es realmente necesario verificar si los conocimientos y las tecnologías empleados permiten el análisis de sus elementos constituyentes para desarrollar estas capacidades. Las acepciones de apropiación que prevalezcan podrían influenciar los niveles de independencia.

Los países y sus grupos poblacionales podrían enfrentarse a un desigual desarrollo de capacidades dependiendo del enfoque de sus sistemas educativos. La educación en Paraguay es un buen ejemplo. Según el MEC, los alumnos de zonas con deficiencias infraestructurales recibirían TIC como *tablets*, rincones tecnológicos o laboratorios de computación. Este enfoque tiene sentido si se considera que el objetivo es cerrar la brecha digital, es decir: dar a todos los alumnos la exposición a TIC necesaria para una digitalización homogénea. Si estos son los objetivos, pueden lograrse con un enfoque agnóstico con respecto a las características de los elementos educativos.

60

Sin embargo, esto tampoco toma en cuenta que, aun dentro del “uso”, un mayor tiempo de exposición podría llevar a una mayor versatilidad. Es decir: aun limitando el sistema a “uso”, habrá diferencias entre individuos de diferentes grupos socioeconómicos. Si bien las diferencias entre estos grupos sólo empeorarían al esperar un desarrollo de capacidades de niveles superiores como apropiación, indicar su existencia muestra la verdadera brecha a cubrir para un desarrollo de capacidades completo y equitativo.

Conclusiones

La Escuela Latinoamericana impulsada por Sábato solidificó los esfuerzos regionales por desagregar y localizar el conocimiento y la tecnología como camino a un desarrollo independiente. Su influencia moldeó el enfoque regional, el cual agrega multidireccionalidad, participación y cocreación a la apropiación. Sin embargo, la falta de claridad y operativización socavan el proceso.

Los artículos contemporáneos sobre apropiación citados en este trabajo no cuentan con andamiajes teóricos o empíricos que sustenten las definiciones de apropiación. El proceso investigativo muestra que las diferencias implícitas entre los diferentes usos de “apropiación” indican la existencia de variados niveles de expectativas de relacionamiento cognitivo. Los usos dentro del contexto educativo resaltaron las

diferencias y llevaron a categorizarlas y ordenarlas. Sin embargo, ello no fue suficiente. Fue necesario aplicar el siguiente paso del muestreo teórico donde se compara lo hallado con teorías existentes para clarificar cómo se entienden los diferentes términos. Esto permitió entender cómo la elección de tecnología puede afectar las expectativas de relacionamiento y viceversa. Las expectativas de relacionamiento también guardan relación con el sentido de agencia: cuanto más alta la expectativa de relacionamiento, mayor el énfasis en la proactividad personal de los alumnos. Esta proactividad, ya sea en los alumnos o en otros aspectos del propio sistema educativo, podría llevar al desarrollo de nuevos modelos.

Este análisis también indicaría que el desarrollo independiente, entendido como el establecimiento local de objetivos y metas, podría verse impedido al no entender el origen y el efecto de los modelos y las expectativas. En ese sentido puede decirse que el modelo del MEC limita las opciones de los individuos, pues reduce la educación a adquirir y aplicar paquetes de contenidos, aun cuando estos se elijan localmente. El informe del BID va un paso más allá. Indirectamente propone una transferencia completa, pues recomienda la implementación de un modelo estructurado según su efectividad en lograr resultados específicos en pruebas estandarizadas internacionales. Esto no sólo no toma en cuenta variaciones en las características socioculturales y económicas de los diferentes países, sino que asume que las calificaciones en pruebas estandarizadas son las medidas apropiadas para todo proceso educativo.

Llegar a una acepción universalmente aceptada de “apropiación” requerirá detalladas discusiones. Esta investigación propone refinarla unificando la taxonomía de Bloom y la terminología tecnológica. Se propone mantener “apropiación” como el nivel más alto de relacionamiento cognitivo y tecnológico. Llegar a este nivel requiere el desarrollo de capacidades cognitivas representadas por los niveles 4 a 6 de Bloom: analizar, evaluar y crear. Para lograrlo, todos los elementos del proceso educativo deben ser desagregables, entendibles y modificables intrínsecamente. Los procesos educativos se deberían operativizar en términos transdisciplinarios para elucidar sus orientaciones más fácilmente.

Si bien este trabajo se limita a un análisis inicial de cuatro actores del sistema educativo paraguayo, los hallazgos parecen aplicarse a la discusión latinoamericana sobre apropiación. Corroborar estos hallazgos requeriría extender el muestreo a más organizaciones en más países. De momento, lo propuesto ayuda a discutir apropiación y desarrollo en términos propiamente educativos y a considerar las características de los elementos empleados. Esto afectaría el proceso de compras públicas, el foco del entrenamiento docente y un replanteamiento de cómo cambiar la educación intrínsecamente.

Bibliografía

ALSINA, F. (2011): “Investigación, transferencia, tecnología”, en J.A. Sábato (comp.): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, pp. 199–214.

AVGEROU, C. (2010): “Discourses on ICT and Development”, *Information Technologies and International Development*, vol. 6, n° 3, pp. 11–18.

BORCHARDT, M. y ROGGI, I. (2017): *Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina*, Buenos Aires, Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina, UNESCO y Organización de Estados Iberoamericanos.

BORDIGNON, F. R. A. (2014): “Soberanía tecnológica y educación: una dupla indisoluble”, *Prólogos - Revista de Historia, Política y Sociedad*, vol. 7, pp. 79–102.

CASTELLS, M. (2010): *The Rise of the Network Society*. Chichester y Malden, Wiley-Blackwell.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (2014): *Libro Blanco de los Lineamientos para una Política de Ciencia, Tecnología en Innovación del Paraguay*, Fernando de la Mora, Serigraf S.R.L.

62

DOMÍNGUEZ GÓMEZ, E. y ECHEVERRY MEJÍA, J. A. (2013): “La apropiación social de conocimiento como elemento fundamental en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad”, en E. Domínguez Gómez, J. A. Echeverry Mejía y M. Castaño Grajales (eds.): *Apropiación social del conocimiento: El papel de la comunicación*, Universidad de Antioquia, pp. 228–257.

ESCOBAR, J. (2018): “La apropiación social de la ciencia y la tecnología como eslogan: un análisis del caso colombiano”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 13, n° 38, pp. 29-57.

FALCK, D., KLUTTIG, M. y PEIRANO, C. (2012): *TIC y Educación La Experiencia de los Mejores: Corea, Finlandia y Singapur*, Editorial Santillana y Banco Interamericano de Desarrollo.

FREE SOFTWARE FOUNDATION (2018). “¿Qué es el software libre?”. Disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>. Consultado el 9/5/2018.

JUNTOS POR LA EDUCACIÓN, MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS (2013): *Propuestas para la Agenda Educativa - Síntesis de un proceso para su análisis y construcción*. Asunción, Paraguay. Disponible en: <http://www.juntosporlaeducacion.org.py/Publicaciones/Propuestas%20para%20la%20Agenda%20Educativa%20-%20Sintesis.pdf>. Consultado el 26/3/2019.

KRATHWOHL, D. R. (2002). "A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview", *Theory Into Practice*, vol. 41, n° 4, pp. 212–218.

LONG, N. (2001): *Development Sociology: Actor Perspectives*, Londres y Nueva York, Routledge.

LUGO, M. T., LÓPEZ, N. y TORANZOS, L. (2014): *Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina*, Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina, UNESCO y Organización de Estados Iberoamericanos.

MALDONADO, O. J. y DE GREIFF, A. (2011): "'Apropiación Fuerte' Del Conocimiento: Una Propuesta Para Construir Políticas Inclusivas de Ciencia, Tecnología, e Innovación En América Latina", en P. Kreimer y A. Arellano (comps.): *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*, Bogotá, Siglo del Hombre Editores S.A., pp. 209–262.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA (2011): *Plan Nacional de Educación 2024. Hacia el Centenario de la Escuela Nueva de Ramón Indalecio Cardozo*, Asunción, Ministerio de Educación y Cultura.

MOLINIER, L. (2014): "El Sistema Educativo Obligatorio Y Gratuito En Paraguay. Fundamentos Para Su Universalización Y Calificación", *La educación en su entorno: sistema educativo y políticas públicas en Paraguay*, Asunción, CADEP/ILIPP, pp. 15–57.

63

NÚÑEZ JOVER, J. (2010): "El conocimiento entre nosotros notas sobre las complejas articulaciones entre el conocimiento y la sociedad", *Revista Universidad de la Habana*, n° 271, pp. 80–101.

RAICHVARG, D. (2013): "Principios de la divulgación de las ciencias", en E. Domínguez Gómez, J. A. Echeverry Mejía y M. Castaño Grajales (eds.): *Apropiación social del conocimiento: El papel de la comunicación*, Universidad de Antioquia, pp. 8-27.

RAITI, G. C. (2006): "The Lost Sheep of ICT4D Literature", *Information Technologies and International Development*, vol. 3, n° 4, pp. 1–8.

REILLY, K. (2011): "Designing Research for the Emerging Field of Open Development", *Information Technologies and International Development*, vol. 7, n° 1, pp. 47-60.

ROSENBERGER, S. (2019): "Tecnologías de la información y la comunicación, educación y apropiación en América Latina", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 14, n° 40, pp. 11-39.

SÁBATO, J. A. (2011): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN (2014): *Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030: País de oportunidades*. Disponible en: <http://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>. Consultado el 10/2/2016.

SUTZ, G. y AROCENA, R. (2004): “Desigualdad, subdesarrollo y procesos de aprendizaje”, *Nueva Sociedad - Democracia y política en América Latina*, n° 193, pp. 46-61.

TRELLES RODRÍGUEZ, I. (2013): “La ciencia de comunicar la ciencia: experiencias exitosas en Cuba”, en E. Domínguez Gómez, J. A. Echeverry Mejía y M. Castaño Grajales (eds.): *Apropiación social del conocimiento: El papel de la comunicación*, Universidad de Antioquia, pp. 28–61.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN. (2005): *Acerca de la UNA - Estatuto de la Universidad*. Disponible en: <http://www3.una.py/pdf/estatuto-una-2005.pdf>. Consultado el 26/7/2013.

URQUHART, C. (2013): *Grounded Theory for Qualitative Research: A Practical Guide*, Londres, Sage.

VIDAL MARTÍNEZ, C. y MARI, M. (2002): “La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo - Notas de un Proyecto de Investigación”, *Revista CTS+I*, vol. 4. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/revistactsi/numero4/escuelalatinamericana.htm>. Consultado el 26/2/2018.

64

Cómo citar este artículo

ROSENBERGER, S. (2020): “Desde Paraguay: hacia una redefinición de ‘apropiación’ a partir de la aplicación de TIC en educación”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 35-64.

**A história das ciências com enfoque CTS
na formação continuada de professores de química ***

**La historia de las ciencias con enfoque CTS
en la formación continua de profesores de química**

***The History of Sciences with an STS Approach
in the Continuing Training of Chemistry Teachers***

Rosângela Rodrigues de Oliveira e Márcia Helena Alvim**

Este artigo analisou dados coletados em uma oficina de formação continuada de professores de química pautada pela perspectiva teórica da inserção da história das ciências com enfoque CTS no ensino de química. Buscamos compreender de que forma uma experiência didática centrada nesta proposta pode contribuir para a mudança de concepções e posturas frente à educação em ciências. Acreditamos que a abordagem histórica, a partir da perspectiva de educação CTS, contribui para a construção de ambientes educativos promotores de uma reflexão crítica sobre a prática científica, suas demandas e impactos socioambientais. Portanto, no presente estudo iremos discutir a proposta metodológica utilizada, identificando e analisando as possibilidades de sua implementação, através da pesquisa qualitativa de estudo de caso. Os dados analisados referem-se aos questionários aplicados no início (QI) e final (QF) da Oficina, as discussões realizadas nas aulas presenciais e os temas das Unidades Didáticas produzidas. As questões discursivas dos questionários foram analisadas e categorizadas de acordo com os pressupostos da Análise Textual Discursiva. Como resultados esperados desta análise podemos perceber a importância da inserção da História das Ciências com enfoque CTS na formação continuada de professores, como suporte teórico e didático ao ensino de ciências reflexivo.

65

Palavras-chave: formação de professores; história das ciências; CTS; ensino de química

* Recebimento do artigo: 04/06/2018. Entrega da avaliação final: 12/11/2018. O artigo passou por duas instâncias de avaliação.

** *Rosângela Rodrigues de Oliveira*: mestre em ensino, história e filosofia da ciência pela UFABC, Brasil. Especialista em ensino de química (UNESP) e professora da Secretaria da Educação de São Paulo e em instituições privadas de ensino superior. Correio eletrônico: rosangro@hotmail.com. *Márcia Helena Alvim*: professora associada da Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Brasil. Docente permanente do Programa de Pós-graduação em ensino e história das ciências e da matemática da UFABC. Mestre em ensino e história das ciências da terra e doutora em ciências pela UNICAMP. Correio eletrônico: marcia.alvim@ufabc.edu.br.

Este artículo analiza los datos obtenidos durante un taller de formación continua de profesores de química pautado por la perspectiva teórica de la inserción de la historia de las ciencias con un enfoque CTS. Se busca comprender de qué forma una experiencia didáctica centrada en esta propuesta puede contribuir al cambio de concepciones y posturas frente a la educación científica. Se considera que el enfoque histórico, desde la perspectiva de la educación CTS, puede contribuir a la construcción de ambientes promotores de una reflexión crítica sobre la práctica científica, sus demandas y sus impactos socioambientales. Por consiguiente, en el presente estudio discutiremos la propuesta metodológica utilizada, analizando las posibilidades de su implementación a través de la investigación cualitativa del estudio de caso. Los datos analizados se refieren a los cuestionarios aplicados al inicio y al final del taller, las discusiones mantenidas en las clases presenciales y los temas de las unidades didácticas producidas. Las preguntas discursivas de los cuestionarios se analizaron y categorizaron de acuerdo con los presupuestos del análisis textual discursivo. Como resultado de este análisis, podemos percibir la importancia de la inserción de la historia de las ciencias con un enfoque CTS en la formación continua de profesores, como soporte teórico y didáctico a una enseñanza reflexiva de las ciencias.

Palabras clave: formación de profesores; historia de las ciencias; CTS; enseñanza de química

This paper analyses the data received from a continuing training workshop for chemistry teachers based on the theoretical perspective of the history of the sciences with an STS focus. We seek to understand how a didactical experience focused on this perspective can contribute to a change of ideas and attitudes towards science education. We believe that a historical approach, from the perspective of STS education, could contribute to build educational environments that promote critical thought regarding the scientific practice, its demands, and its social and environmental impacts. Therefore, this paper discusses the methodology used, analyzing the difficulties and possibilities of its implementation, through the qualitative research of the case study. The data analyzed refers to the questionnaires made at the beginning and end of the workshop, classroom discussions, and the didactic units produced. The discursive questions of the questionnaires were analyzed in accordance to discursive textual analysis. As a result, the study highlights the importance of the inclusion of the history of sciences with an STS focus in the continuing training of teachers, as both a theoretical and a didactical support to the teaching of science in a thoughtful and critical way.

Keywords: teacher training; history of science; STS; chemistry teaching

Introdução

Os estudos sobre ensino de ciências, em especial aqueles que incorporam a História das Ciências e o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, vêm crescendo ao longo dos anos e tem trazido à tona diferentes abordagens, experiências e reflexões para as diversas áreas da educação básica.^{1 2} Este incremento na perspectiva sobre o ensino de ciências pode ser reflexo das tendências curriculares atuais que enfatizam um ensino de ciências interdisciplinar que possibilite a formação de cidadãos conscientes de seu papel na sociedade e apresentem um conhecimento científico que lhes permitam analisar criticamente e, historicamente, as ciências e as tecnologias tão presentes em nosso cotidiano, como podemos perceber nos documentos oficiais da educação brasileira, em especial as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006).

No entanto, apesar destes direcionamentos curriculares apontarem para um ensino de ciências mais problematizador, crítico e reflexivo, o que se tem observado é um abismo entre os objetivos apresentados nas normativas brasileiras e a realidade posta em sala de aula, onde ainda são privilegiados os processos tradicionais de ensino, como a memorização, a resolução de exercícios e conteúdos descontextualizados que não promovem a reflexão, apresentando-se sem significados para os estudantes (Altarugio, 2009; Gatti, Barreto e Andre, 2011; Maldaner, 2003; Moura e Silva, 2014; Nóvoa, 1998; Santos, 2009).

Com o objetivo de refletir sobre estas práticas e fomentar uma educação científica numa perspectiva mais humanística, diversos pesquisadores enfatizam a importância de inserir nas aulas de ciências e nos processos de formação de professores abordagens que valorizem as discussões provenientes da HC e do movimento CTS, possibilitando a compreensão dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico e da tecnologia (Alvim, 2012; Alvim e Zanotello, 2014; Díaz *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2010; Neves e Farias 2008; Oliver, 2010; Santos e Schnetzler, 2003; Solbes, 2013).

Diante das várias propostas historiográficas, didáticas, pedagógicas e metodológicas que propõem a interação entre ensino de ciências e história das ciências, podemos salientar aquelas nas quais a história das ciências, quando inserida nos cursos de licenciatura em ciências naturais, contribuem de maneira efetiva para um novo olhar sobre a prática científica, apontando para uma visão de ciência historicamente produzida, fruto da interação sociedade-tecnologia-ambiente (CTA). Neste sentido, a originalidade da discussão aqui apresentada concentra-se na articulação entre a compreensão histórica das ciências e sua construção a partir das relações CTS.

1. História das ciências será tratado a partir daqui como HC.

2. Ciência, Tecnologia e Sociedade será tratado a partir daqui como CTS.

Trabalhos realizados com professores em exercício e com alunos de licenciatura nesta perspectiva apontam para uma predominância de visões equivocadas e/ou simplistas sobre a ciência, concepções estas que enfatizam resultados e produtos em detrimento da construção do conhecimento científico e utilizam a História das Ciências como ferramenta auxiliar no desenvolvimento dos conteúdos tradicionais, desconsiderando o enfoque CTS e sua relação com a prática científica. Neste modelo a História das Ciências em diálogo com o ensino não se apresenta como instrumento de reflexão sobre a construção do conhecimento científico, suas aplicações, influências e seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente (Angotti e Auth, 2001; Barra, 1998; Freire Jr., 2002; Gil-Perez, 1993; Matthews, 1992; Nascimento, 2004; Peduzzi, 2001). Buscamos uma ruptura com esta postura, reconhecendo o importante vínculo entre historicidade e enfoque CTS.

Os problemas enfrentados no ensino tradicional de ciências e, em especial ao ensino de química, são evidentes, e, apesar dos esforços, ainda prioriza-se um ensino conteudista, caracterizado pela aquisição máxima de informações em detrimento da compreensão dos aspectos da natureza da ciência e da dinâmica da atividade científica na sociedade, assim o trabalho do professor, muitas vezes, limita-se a mera transmissão de conhecimentos e informações imutáveis. Reconhecer que esta prática tradicional se tornou obsoleta é um desafio para o professor deste século, fazendo-se necessário compreender o processo dinâmico que caracteriza a ciência, as informações que influenciam e constroem estes conceitos e sua relação intrínseca com a sociedade. Portanto, consideramos a relevância de ações e estudos que evidenciam a formação de professores, outra significativa contribuição deste estudo para a área.

68

É neste sentido que este artigo busca analisar uma experiência de formação continuada de professores de química sob a perspectiva da história das ciências com enfoque CTS. Buscamos compreender de que forma uma experiência didática, centrada nesta perspectiva, pode contribuir para mudanças de concepções e posturas frente à educação em ciências. Portanto, no presente estudo iremos apresentar a proposta metodológica utilizada, identificando e analisando as dificuldades e possibilidades de sua implementação, através da pesquisa qualitativa de estudo de caso, onde os dados foram analisados segundo a Análise Textual Discursiva (ATD).

1. Contextualização teórica

Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado que buscou compreender a potencialidade de ações que considerem a História das Ciências e o enfoque CTS para a formação de professores reflexivos.³ No sentido de contextualizar teoricamente este texto, iremos analisar alguns dos pressupostos teóricos que fomentam as tendências atuais da educação reflexiva em ciências e da formação de professores em articulação com a História das Ciências.

3. Ver: Oliveira, 2018.

Em relação ao Brasil, a formação dos professores tem se mostrado uma preocupação constante nos documentos oficiais que impulsionam as políticas educacionais em seus diversos níveis. Um exemplo disto é o Plano Nacional de Educação – PNE (2014-2024), que dentre suas 20 metas apresenta duas que tratam especificamente da formação docente, além das novas orientações apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e nas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação, que discutem a necessária e urgente formação docente em ciências, valorizando aspectos humanísticos, culturais, ambientais e tecnológicos.

Neste sentido, pressupõe-se a formação de um profissional capaz de compreender a ciência como fruto de interações históricas e sociais, relação que permite subsídios importantes para o surgimento de um professor reflexivo, capaz de promover ações efetivas para a ruptura com paradigmas tradicionais, presentes na educação científica brasileira.

Os conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, encontram-se intimamente relacionados e, desta forma, a interdisciplinaridade torna-se fundamental no contexto educacional que privilegia a formação de cidadãos capazes de compreender os avanços tecnológicos e científicos de forma crítica, permitindo não somente a compreensão do fenômeno e seus aspectos conceituais, mas também, possibilitando o estabelecimento de relações históricas entre a construção do pensamento científico e sua natureza social, política e ambiental. Consideramos este um aspecto fundamental da educação científica quando propomos a inserção da HC no processo de formação de professores.

69

Várias pesquisas apontam que a HC possui um espaço bastante limitado nos currículos de formação inicial, destacando que os mesmos não preparam o futuro professor para enfrentar a discussão sobre o processo histórico da dimensão científico-tecnológica em sala de aula (Angotti e Auth, 2001; Barra, 1998; Freire Jr., 2002; Gil-Perez, 1993; Matthews, 1992; Nascimento, 2004; Peduzzi, 2001). E, ao discutirmos sobre o surgimento histórico do enfoque CTS, este apresenta-se em contextos bastante distintos do professor em exercício, estabelecendo certas limitações devido, principalmente, à sua trajetória formativa.

Santos e Schnetzler (2003) e Maldaner (2003) acrescentam, ainda, que os professores de química abordam os conteúdos, seguindo uma lista de assuntos ou temáticas sem preocuparem-se em realizar conexões entre a matéria a ser ensinada e o cotidiano do aluno, ou mesmo, sem buscarem uma contextualização histórica, filosófica, social e ambiental, ou seja, um ensino deveras livresco e propedêutico. Os autores mostram que os professores apresentam dificuldades ao seguirem as orientações dos documentos oficiais para introduzirem temas como a História da Ciência, as relações CTS, e a epistemologia da Química. Para Maldaner (2003), isto se deve, principalmente, a dois fatores: “(...) primeiro porque não conhecem esses assuntos, pois não lhes foram ensinados e não fizeram parte de sua formação escolar e acadêmica e, segundo, porque não fazem parte de suas crenças” (Maldaner, 2003: 109).

Santos (2009) aponta que o ensino de ciências numa perspectiva histórica deve se dar na forma de uma ciência como cultura, ou seja, um contexto que orienta para uma

nova educação científica, pois o ensino de ciências ainda é fortemente tradicional, conteudista e não prepara os alunos para a cidadania. Desta forma, a discussão de aspectos sociocientíficos articulados aos conteúdos químicos e aos contextos históricos apresenta-se fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social no qual estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, desenvolvendo atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas (Brasil, 2006).

Quando analisamos mais especificamente o ensino de química, é comum nos depararmos com frustrações relacionadas as dificuldades dos alunos em compreenderem os conteúdos químicos, dificuldades estas inúmeras e das mais diversas ordens que direciona para uma total ausência de significação. Uma das possibilidades de redução desta falta de significação está na compreensão do que vem a ser a química e como ela foi sendo construída ao longo do tempo, conforme discute Santos e Porto,

“O desafio que se apresenta para todos os educadores em química consiste em como lidar com esse “mar de falta de significação”, de modo a poder ajudar os alunos e o público em geral a entenderem, afinal, do que se trata a química. Um dos possíveis caminhos envolve a aproximação entre a História da Ciência e o Ensino de Química. A História da Ciência pode ajudar a compreender aspectos da complexidade do conhecimento químico e de seu processo de construção, auxiliando na compreensão de algumas das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, e assim oferecendo contribuições para a melhoria da aprendizagem” (Santos e Porto, 2013: 1573).

70

Neste sentido, podemos analisar de forma sucinta a formação inicial do professor no contexto brasileiro. Silva (2008) destaca que os futuros professores recebem uma formação muito próxima a do bacharel, com ênfase nos conteúdos químicos e em detrimento das relações sociocientíficas que construíram a química. Desta forma, projeta uma imagem de ciência como produto acabado e não como um processo que envolve seres humanos e contextos, criando ou reforçando a imagem da ciência enquanto atividade neutra, imparcial e superior. Neste contexto, acreditamos que para transformarmos esta imagem e promovermos a alfabetização científica é necessário que a mudança ocorra nos cursos de formação de professores, através de disciplinas em sua graduação e, posteriormente, em cursos de formação continuada ao longo de sua carreira.

Consideramos que a compreensão dos interesses políticos e sociais envolvidos no desenvolvimento da química promove um despertar não somente para o entendimento dos conteúdos, mas, também, incentiva a curiosidade e o senso crítico necessários para a aprendizagem da química e sua relação com a prática da cidadania. Uma educação transformadora e contextualizada não pode ocorrer através de conteúdos

que pressupõem leis imutáveis e uma ciência infalível construída por grandes gênios. Faz-se necessária à inserção da reflexão sobre os aspectos humanos e sociais envolvidos no desenvolvimento desta ciência.

Neste mesmo sentido, Santos e Schnetzler (2003) consideram que a HC numa perspectiva CTS tem um papel muito importante ao proporcionar um número variado de situações que discutem as relações entre ciência-tecnologia-sociedade, a partir de uma abordagem didática que propõe uma ruptura com a aprendizagem centrada em conteúdos científicos, mas que evidencia os aspectos sociais envolvidos na produção da ciência. Oliver (2010) destaca que a HC em diálogo com o CTS pode ser aplicada em diversos contextos educativos, levando a promoção de uma reflexão crítica por parte dos alunos. Assim, consideramos que esta visão crítica pode ser facilitada através de uma abordagem que associe os conhecimentos históricos e a dimensão CTS, possibilitando o desenvolvimento de um sentido reflexivo sobre as ciências, a cidadania e a vida em sociedade.

2. Percurso metodológico e sujeitos da pesquisa

Para o desenvolvimento desta pesquisa optou-se por uma abordagem construcionista interpretacionista, onde busca-se entender o significado que emerge a partir de nossa interação com a realidade, diferentemente do interesse positivista pela descrição e explicação do mundo (Esteban, 2010). O trabalho aqui desenvolvido foi orientado pela pesquisa qualitativa, conforme as concepções de Bogdan e Biklen (1994), Creswell (2010), Esteban (2010) e Ludke (1986), através de estudo de caso, onde a observação participante tornou-se a principal técnica de coleta de informações. Os dados foram coletados através de questionários aplicados no início e no final da oficina pedagógica realizada para professores de química, tratada a seguir, além da análise das filmagens dos encontros presenciais e das Unidades Didáticas elaboradas durante a mesma. Os dados foram analisados qualitativamente e de forma interpretativa, sendo que alguns deles puderam ser quantificados.

O objetivo geral da Oficina intitulada: “*A História das Ciências sob enfoque CTS na prática pedagógica de professores de Química*” foi desenvolver atividades de formação continuada com docentes de química em exercício, inserindo a História das Ciências e a educação CTS como fios condutores das discussões e referencial teórico para a elaboração das unidades didáticas realizadas pelos participantes.

A Oficina Pedagógica realizada no presente trabalho foi dividida em três módulos: 1) Caracterização da Turma e Ponto de Partida, onde foram discutidas as bases teóricas da HC e sobre educação científica, com a finalidade de promover um maior nível de sensibilização e percepção quanto a educação científica; 2) Planejamento da Mudança, onde levantamos os principais questionamentos sobre a educação em química, suas potencialidades e limitações para uma abordagem mais humanística, e 3) Inovação, onde munidos da teoria e do questionamento propussem ações efetivas para mudança de prática, conforme apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Atividades da Oficina

Módulo	Aula	Tema	Metodologia	Referências
1	1 Presencial	Caracterização da turma, apresentação da disciplina	Apresentação da proposta do curso e pesquisadora; questionário prévio; apresentação da HC e educação CTS enquanto área de conhecimento	MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. Cad. Bras. Ens. Fís., V.24: p.112-113, 2007
	2 AVA	Apresentação do AVA	Tutorial para aprender a mexer nas ferramentas do AVA; Fórum inicial: "Vamos nos conhecer?"	
	3 AVA	Importância da HC e movimento CTS no ensino de ciências	Fórum: Importância da HC e Movimento CTS no Ensino de Ciências Atividade: Fichamento dos artigos	AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. <i>Ciência & Educação</i> , v.7, n.1, p.1-13, 2001 OKI, M.C. M; MORADILHO, E. F. O ensino da história da química: contribuições para compreensão da natureza da ciência. <i>Ciência & Educação</i> , v.14, n.1, p.67-88, 2008
	4 Presencial	HC, educação CTS e diversidade metodológica	Aula expositiva dialogada; Início da escolha dos grupos para elaboração das unidades didáticas	OKI, M.C. M; MORADILHO, E. F. O ensino da história da química: contribuições para compreensão da natureza da ciência. <i>Ciência & Educação</i> , v.14, n.1, p.67-88, 2008 Artigos diversos, com exemplos de propostas de inserção da HC e educação CTS no ensino de ciências.
2	5 AVA	HC e diversidade metodológica	Fórum: HC e diversidade Metodológica - Historiografia da HC; Bate Papo: Discussão sobre o artigo do Videira	VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. <i>Historiografia e História da Ciência</i> . Escritos. <i>Revista do Centro de Pesquisa da Casa de Rui Barbosa</i> . Ano 1. n. 1. 2007. p. 111-158.
	6 Presencial	HC, educação CTS e diversidade metodológica	Aula expositiva dialogada; sala de espelhos: discussão dos exemplos de propostas de inserção da HC e educação CTS no ensino de ciências e sua aplicabilidade em sala de aula	PAIXÃO, Fátima; CACHAPUZ, Antônio (2003) - Mudanças na Prática de Ensino da Química pela Formação dos Professores em História e Filosofia das Ciências. <i>Química Nova na Escola</i> . Nº 18, p. 31-36. Textos Diversos

Módulo	Aula	Tema	Metodologia	Referências
	7 AVA	Relações ciência tecnologia sociedade	Atividade: Leitura do texto e fichamento Fórum: É possível superar a fragmentação do conhecimento por meio da educação CTS?	SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. <i>Revista CTS</i> , o.6, vol.2, p. 137-157, 2005. SGARBI, A. D.; LEITE, S. Q. M. Tentativas de superação da fragmentação do conhecimento na formação de professores de química: história da ciência na perspectiva do movimento CTSA. III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. Niterói/RJ, 2012
	8 Presencial	HC e educação CTS, elos possíveis	Aula expositiva dialogada	Reflexões dos grupos e apresentação da proposta inicial das Unidades Didáticas SGARBI, A. D.; LEITE, S. Q. M. Tentativas de superação da fragmentação do conhecimento na formação de professores de química: história da ciência na perspectiva do movimento CTSA. III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. Niterói/RJ, 2012
3	9 Presencial	Abordagem CTS e HC nas aulas de química	Reflexões dos grupos e apresentação da proposta inicial das unidades didáticas	
	10 AVA	Abordagem CTS e HC nas aulas de química	Bate papo: Abordagem CTS e HC nas aulas de química	RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e Possibilidades para sua implementação no contexto escolar. <i>Ciência & Ensino</i> , V. 1, n.º especial, 2007
	11 AVA	Elaboração de unidade didática	Fórum de compartilhamento (Wiki), com o propósito de interação entre artigos, sites, textos documentos, etc. e elaboração de seu próprio material	Textos diversos Cada grupo com o tema escolhido na aula 4
	12 Presencial	Unidades didáticas	Compartilhamento das unidades didáticas desenvolvidas pelos cursistas Aplicação de questionário final, com a finalidade de analisar as contribuições do curso	
	13 AVA	Finalização Fórum final		

Fonte: elaboração do autor

A Oficina foi ofertada no formato extensionista e foram selecionados dezesseis professores que corresponderam aos critérios definidos na divulgação, a saber, ser professor de química das redes pública ou particular de Educação e/ou aluno da licenciatura em química.

Buscando apresentar o perfil dos participantes, exporemos, neste momento, algumas informações sobre os mesmos. A grande maioria dos cursistas apresentaram faixa etária entre 20 e 30 anos (57,1%); majoritariamente feminina, 60%. Em relação a formação acadêmica podemos perceber que a maioria dos professores fizeram suas graduações em universidades particulares, sendo, 57% bacharéis e licenciados em química ou licenciados em ciências com habilitação em química. A área de atuação profissional dos professores mostrou-se bastante diversificada e vão desde o ensino fundamental até o ensino técnico e superior, porém é interessante destacar que grande parte dos mesmos atuam em duas ou mais redes, principalmente na região de São Paulo-Capital (43%).

3. Resultados e discussão

A Oficina “*A História das Ciências sob enfoque CTS na prática pedagógica de professores de Química*”, gerou diversos dados de análise, porém, no presente artigo, delimitamos alguns destes, a fim de apresentarmos aqueles considerados mais relevantes. Desta forma, iremos analisar os dados referentes aos questionários aplicados no início (QI) e final (QF) da Oficina e compará-los com as discussões presenciais e as unidades didáticas produzidas.

74

O objetivo desta análise seria compreender o possível impacto do curso frente às concepções iniciais dos professores, verificando se este repercutiu em ações efetivas para uma mudança de postura diante de sua atuação no ensino de química, através das unidades didáticas produzidas.

Os questionários apresentaram 8 questões objetivas e 4 discursivas, relacionadas diretamente às concepções individuais sobre História das Ciências e a educação CTS. Neste momento, iremos analisar as questões objetivas do QI em comparação com o QF. A primeira questão relacionava-se aos conhecimentos prévios sobre HC, “*Como você avalia seu conhecimento acerca dos conteúdos de História das Ciências?*”. Na resposta a esta questão, 28,5% consideravam possuir um bom conhecimento sobre o assunto contra 43% que os definiram como regulares, sendo que apenas 28,5% definiram como insuficientes seus conhecimentos sobre os conteúdos de HC.

Estes dados não apresentaram uma mudança significativa ao final do curso, pois ainda temos, no questionário final 71,5% considerando seus conhecimentos insatisfatórios ou regulares, conforme **Gráfico 1**. Já em relação à abordagem CTS, relativa a questão 2 (**Gráfico 2**), inicialmente tivemos 28,5% dos cursistas considerando seu conhecimento como muito bom, 57% regular e 14,5% como insuficiente e, ao final do curso observamos uma mudança significativa, pois nenhum professor considerou seus conhecimentos como insuficientes, contra 23% regular e 57% Bom ou muito bom.

Estes dados nos revelam que a oficina possibilitou uma percepção sobre seus conhecimentos em HC e CTS, mas que ainda há um caminho a ser percorrido pelos professores. A formação continuada apresenta-se como uma ação relevante no incremento aos saberes docentes, entretanto, faz-se necessária a ampliação desta formação para que os professores sintam-se habilitados à discussão HC/CTS.

Gráfico 1. Como você avalia seu conhecimento acerca dos conteúdos de História das Ciências?

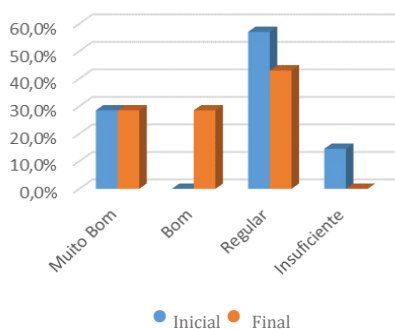
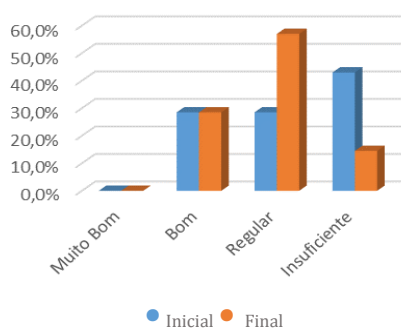


Gráfico 2. Como você avalia seu conhecimento acerca da abordagem CTS?



Fonte: elaboração do autor

75

As questões 3 e 4 versaram sobre seus saberes e aptidões para a realização da inserção da HC no ensino de química: “3) *Como você avalia seus saberes acerca da inserção da História das Ciências no Ensino de Química?* e 4) *Como você avalia sua aptidão para abordar a História das Ciências em sala de aula?*”. Podemos observar que a maioria dos cursistas consideravam conhecer pouco sobre HC (43% Regular e 57% Insuficiente) e, conseqüentemente, terem pouca aptidão para abordarem tais temas com seus alunos (71% Regular e 14% Insuficiente). Este cenário foi se alterando, gradativamente, durante as discussões nos fóruns online e nas atividades presenciais, de forma que na avaliação final a maioria dos cursistas já se sentiam um pouco mais à vontade para tratarem do tema, como podemos observar nos **Gráficos 3 e 4** que comparam as respostas apresentadas nos questionários (QI e QF).

Gráfico 3. Como você avalia seus saberes acerca da inserção da História das Ciências no ensino de química?

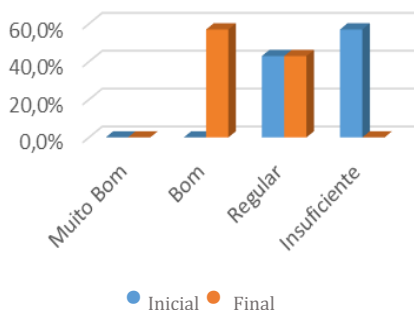
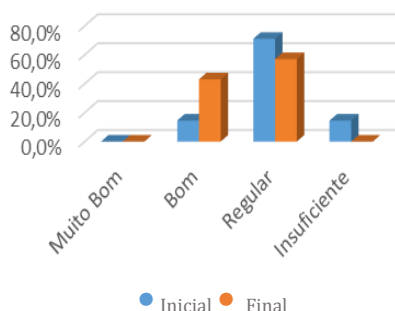


Gráfico 4. Como você avalia sua aptidão para abordar a História das Ciências em sala de aula?



Fonte: elaboração do autor

Percebemos que ao final da Oficina os professores mudaram suas percepções sobre o potencial de utilização da HC em sala de aula e da mesma forma passaram a se considerarem aptos, ou no caminho certo para inserirem a HC em suas aulas. Esta percepção está expressa, não somente nos dados acima apresentados, mas também nos trechos extraídos de suas falas durante o curso. Esta percepção corrobora a relevância dos cursos de formação continuada para o incremento da prática pedagógica e teórica dos professores.

76

“Não sou perita ainda (risos) talvez seja um dia, mas me sinto muito mais apta a abordar estas questões com meus alunos” (K).

“Ainda não rompi com os grandes Gênios (risos), gosto de enfatizá-los com os alunos, mas agora percebo que tenho que explorar outros aspectos [...] qual o contexto, qual a política, qual a realidade deles” (Professor O).

Fenômeno semelhante aconteceu com as questões 7 e 8 que versaram sobre os saberes e aptidões da abordagem CTS em sala de aula. “7) *Como você avalia seus saberes acerca da abordagem CTS no Ensino de Química?* e 8) *Como você avalia sua aptidão para abordagem CTS em sala de aula?*”. Apesar de ser uma abordagem que os professores considerem mais próxima de sua realidade, a maioria indica desconhecer o assunto ou não estarem aptos a inseri-la em sala de aula.

Após a Oficina percebemos um avanço significativo neste aspecto, pois inicialmente nenhum professor julgava seus saberes como muito bons e, ao final da Oficina, obtivemos outros dados, mais promissores, nos quais 10% indicaram considerar seus conhecimentos como muito bons. Já em relação à aptidão, esta mudança foi mais acentuada, pois, inicialmente, 23% consideravam estarem aptos para tal abordagem,

e ao final, nenhum professor considerou possuir aptidão insuficiente, aumentando para 71% os que se consideraram regulares e 29% como bons ou muito bons, como podemos observar nos **Gráficos 5 e 6**.

Gráfico 5. Como você avalia seus saberes acerca da abordagem no ensino de química?

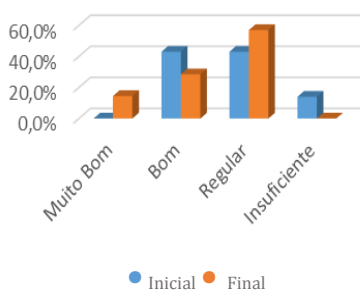
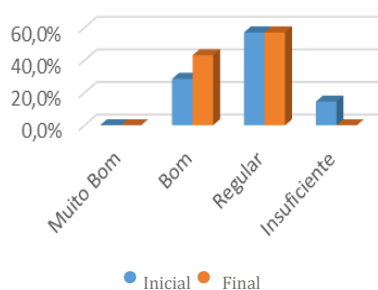


Gráfico 6. Como você avalia sua aptidão para abordagem CTS em sala de aula?



Fonte: elaboração do autor

Analisando as questões objetivas e comparando-as com os discursos realizados pelos professores durante as discussões presenciais, podemos observar as dificuldades enfrentadas pelos mesmos para aliar a teoria com sua prática, principalmente por lhes faltarem respaldo teórico em sua formação, como exposto por Santos e Schnetzler (2003) e Maldaner (2003). Além disso, romper com o ensino tradicional e conteudista é um grande desafio diante de um quadro político como o atual e das inúmeras dificuldades enfrentadas pelos docentes (Santos e Schnetzler, 2003). Outro fator relevante está relacionado aos problemas epistemológicos, pois, como observamos em nossos cursistas, mesmo quando o professor está disposto a introduzir a temática, a visão positivista ainda está deveras alicerçada em seu discurso, devido principalmente à sua formação inicial e ao contato com trabalhos que reforçam esta perspectiva, como os livros didáticos e apostilas (Praia, Cachapuz e Gil-Perez, 2002).

Neste momento iremos analisar as questões discursivas, que foram categorizadas de acordo com os pressupostos da ATD proposta por Moraes e Galiuzzi (2007), onde desconstruímos as respostas tendo como base o discurso explícito e implícito, para categorizá-las, agregando unidades de significado, e analisando-as a partir de seu caráter descrito e interpretativo. Cada questão foi dividida em 2 ou três categorias que respondessem às expectativas, temas, contribuições, experiências e motivações dos cursistas.

A primeira questão discursiva do QI, versava sobre as expectativas quanto à Oficina: “A oficina ‘A História da Ciência sob enfoque CTS na Prática Pedagógica de Professores de Química’ abordará questões sobre a relação História das Ciências e movimento CTS no Ensino de Química. Apresente suas expectativas: a) teóricas e b) temáticas”.

Quadro 2. Categorização do item “a” da questão 1 Q1

Categoria	Respostas
1) Expectativas tradicionais – aplicação prática;	<p>Materiais e metodologias que possam ajudar a atuação em sala de aula (Professor L)</p> <p>O conceito do uso de história da ciência (o que é, como realizar) O conceito da abordagem CTS (o que é, como realizar) Aplicação tanto da história da ciência como do CTS no ensino de química (Professor M)</p> <p>Conceitos, praticas em sala etc. (Professor N)</p> <p>Conhecer as diferentes histórias dos cientistas que desenvolveram pesquisas na área da química no seu contexto histórico para que o ensino não tenha equívocos (Professor O)</p>
2) Expectativa reflexiva - aprimorar conhecimentos e aplicar	<p>Conhecer mais e melhor sobre história da ciência com o enfoque em ciência tecnologia e sociedade. Adquirir novos conhecimentos nos assuntos abordados (Professor K)</p> <p>Conhecer diferentes trabalhos e maneiras de abordagem da história da ciência integrando ao CTS construir conhecimento e ampliar a abordagem histórica. Principalmente conhecer mais sobre a história da ciência de fato (Professor P)</p> <p>Fontes de informação para o tema proposto (pesquisa) métodos de aplicação desse conhecimento (Professor Q)</p>

Fonte: elaboração do autor

78

Novamente, iremos comparar as respostas dos questionários aos discursos dos professores durante as discussões presenciais e online, para extrairmos significados mais relevantes do material coletado. Em relação a categoria 1 desta questão, alguns professores destacaram que gostariam de aprender novas metodologias, instrumentos e estratégias para melhorarem suas aulas, tornando-as mais atrativas:

“Eu acho que a química é maravilhosa e a HC pode mostrar pro aluno como foram criadas diversas teorias, assim espero que neste curso, eu consiga instrumentos pra aplicar isto na sala de aula [...] me falta um pouco de informação, mas acho que a HC pode acabar com o bicho de sete cabeças que a química é” (Professor O).

Já em relação a segunda categoria, dois professores afirmaram ter buscado o curso para aprimorarem seus conhecimentos, refletirem sobre suas práticas e construir materiais para utilizarem com os alunos, já que é difícil encontrar material didático apropriado para a discussão da HC e da CTS em sala de aula.

As afirmações são variadas devido, principalmente, a heterogeneidade do grupo, porém, podemos observar que de um modo geral, os professores “(...) querem que o curso de capacitação sirva à sua realidade” (Altarugio, 2002: 125), ou seja, respostas imediatas para os problemas enfrentados em sala de aula, problemas estes que são

das mais diversas ordens, desde fatores externos até mesmo fatores internos como a própria dificuldade em abandonar o ensino tradicional (Altarugio, 2002).

No **Quadro 3**, podemos observar as categorias do item “b” da questão 1, ou seja, as expectativas sobre novas temáticas. Neste item é interessante perceber que os professores apresentaram dificuldades em selecionarem temas para serem trabalhados pela educação CTS e, em especial, em relação à inserção da HC. Quatro professores não conseguiram propor um tema, sendo que um deles afirmou que poderíamos trabalhar com temas “diferentes do atual”, enquanto apenas um sugeriu a articulação com temas transversais, mais focado na abordagem CTS. Outros dois professores citaram a HC, porém de maneira muito superficial:

Quadro 3. Categorização do item “b” da questão 1 QI

Categoria	Respostas
1) Temas de conteúdo	História da ciência em química orgânica. História da ciência em tema de ligação química (Professor M) Gostaria de ver o desenvolvimento dos modelos atômicos e as implicações de suas descobertas (Professor O)
2) Temas transversais	Tratamento da água; alimentos; minerais; bioquímica; água; sustentabilidade; energia usos e economia; novos materiais; segurança química (Professor K) Desenvolver uma abordagem diferente do atual para aplicar em sala de aula Professor P)
3) Não categorizado	Que sejam de acordo com os temas que eu abordo em sala de aula e que possam envolver o contexto do aluno (Professor L) Temas que envolvam o aluno a gostar da química em seu contexto histórico (Professor N) Um geral (Professor Q)

79

Fonte: elaboração do autor

Durante as falas dos professores e nos fóruns online, não houve menção a nenhum tema específico, apontando para a dificuldade apresentada pelos cursistas em relacionarem os conteúdos de química com a HC e a educação CTS, como apontado por diversos pesquisadores (Lima e Nuñez, 2011; Niaz, 2009; Oki e Moradillo, 2008; Dias, *et al.*, 2002; Spillane, 2013).

Em relação a primeira questão discursiva do questionário final, sobre o atendimento às expectativas dos professores quanto à Oficina: “Explique como a oficina ‘A História da Ciência sob enfoque CTS na Prática Pedagógica de Professores de Química’ correspondeu ou não às suas expectativas: a) teóricas e b) temáticas”.

Quadro 4. Categorização do item “a” da questão 1 QF

Categoria	Respostas
1) Contribuiu com instrumentos	Contribuiu para novas fontes de referenciais sobre o tema e que não sabia como tratar o assunto anteriormente sem estas fontes (Professor K) Na estrutura de abordar o tema (Professor N)
2) Contribuiu para a reflexão	Muito válidas contribuiu para o aprofundamento ao que é CTS e HC e reflexão sobre minha postura (Professor L) O curso foi excelente nas escolhas dos textos de leitura e o apoio nas aulas teóricas desenvolvidas, pois para se adotar determinada metodologia é necessário refletir e conhecer suas concepções (Professor M) A transmissão da teoria fica mais clara e a aproximação do conteúdo de HC faz com que o aluno enxergue de forma mais clara que a ciência é uma construção humana (Professor O) Me ajudou a compreender a necessidade da HC e CTS no ensino de química, como precisamos nos especializar na área e buscar conhecimento (Professor Q)
3) Contribuiu para conhecer	Contribuiu muito, pois eu não tinha nenhum conhecimento prévio do tema (Professor P)

Fonte: elaboração do autor

80

No QF perguntamos aos professores se as expectativas teóricas em relação à Oficina foram atendidas e as respostas foram bastante positivas, pois para muitos a visão inicial sobre a HC e a educação CTS estavam muito obscuras e com a participação na Oficina estas concepções foram melhores se estruturando. Dois professores consideraram que o curso possibilitou o contato com referenciais teóricos importantes e contribuiu para repensarem sobre o tratamento dos temas relacionados a esta reflexão.

Quatro professores consideraram fundamentais as discussões dos textos utilizados, para a reflexão sobre sua prática e, principalmente, sobre o repensar acerca de suas próprias concepções sobre a natureza da ciência, assim, como em relação as suas ideias sobre a educação CTS.

“(…) até a visão ingênua da ciência, a visão neutra da ciência está em mim, e é uma coisa que eu tenho que buscar desconstruir (...) estes textos estão ajudando muito” (Professor O).

No item “b” da questão 1 do QF, podemos observar que a maioria dos professores consideraram que os temas trabalhados apresentavam diferenças significativas quanto aquilo que haviam pensado inicialmente, pois, durante a oficina tiveram contato com estudos realizados por outros professores e pesquisadores utilizando temáticas de inserção da HC e da educação CTS em sala de aula. Esta percepção possibilitou uma reflexão sobre como poderiam ser trabalhados diferentes conteúdos utilizando a HC e a educação CTS.

Quadro 5. Categorização do item “b” da questão 1 QF

Categoria	Respostas
1) Diferente do esperado	Percebi que tenho que ler muito mais sobre os temas (Professor K) As temáticas ganharam mais sentido na transmissão de conteúdo (Professor O) Contribuiu muito também, pois pude perceber a relevância do tema para a aproximação dos alunos com a ciência (Professor P) Possibilitou perceber as possibilidades e quebra o tabu de se conseguir um bom material aos alunos do ensino médio (Professor Q) Tanto a HC como a CTS foram super adequadas, acredito que faltou o trabalho com das duas (Professor M)
2) Dentro do esperado	Motivadoras e bem próximas com minha realidade e bem compreensiva (Professor L)
3) Não categorizado	Pensar em temas que sejam do interesse do ensino com HC e CTS (Professor N)

Fonte: elaboração do autor

É interessante destacar que os professores compreenderam a necessidade de conhecerem mais profundamente as possibilidades teóricas e metodológicas de inserção da HC e da educação CTS, buscando utilizá-las em sala de aula. Neste ponto alguns questionamentos foram levantados, principalmente em relação à ausência de materiais com esta abordagem e a possibilidade de produzirem o próprio material, em parceria com pesquisadores e Universidades.

81

“Não tem material para trabalhar com isto, só umas pesquisas aqui e ali, tem na física, na biologia, mas na química tem pouca coisa acho, então como fazer? Temos que fazer o material né?” (Professor Q).

“Não tem material, ok, ou tem pouco, ok também, mas o que nos impede de produzir? A base teórica oras! Então as faculdades e os pesquisadores têm que ajudar, acho que aqui demos um passo importante” (Professor M).

Esta compreensão da necessidade de ampliação do conhecimento antes do recorte didático foi uma reflexão muito importante da oficina, pois, inicialmente os professores tinham uma concepção de HC exclusivamente episódica, ilustrativa e centrada nos grandes gênios da ciência, e a educação CTS como contextualização e exemplificação através de experimentos. Esta perspectiva pode ser observada nas respostas apresentadas às questões 2 e 3, categorizadas nos **Quadros 6 e 7**.

Quadro 6. Categorização da questão 2 do QI

Você possui experiência com a abordagem da História das Ciências? Se sim, apresente sucintamente, essa experiência	
Categoria	Respostas
1) Não possui experiência	Não (Professores K, M, O e P) Muito pouco (Professor N)
2) Possui pouca experiência	Sim, com fatos históricos, ilustrações e reproduções de alguns experimentos (Professor L) Sim. Apliquei em sala de aula (ensino médio) um vídeo sobre a evolução dos modelos atômicos e sua influência no desenvolvimento tecnológico, percebi que após o vídeo os alunos assimilaram melhor o conteúdo e sabiam o porquê de estarem estudando o conteúdo em questão (Professor Q)

Fonte: elaboração do autor

Quadro 7. Categorização da questão 3 do QI

Você possui experiência com a abordagem CTS? Se sim, apresente sucintamente, essa experiência	
Categoria	Respostas
1) Não possui experiência	Não (Professores K, P e Q) Muito pouco (Professor N)
2) Possui pouca experiência	Sim, adaptando o conteúdo para a linguagem do aluno. Abordando tema como modelos, através do contexto da época do experimento e do aluno (Professor L) A minha experiência até o momento só pode ser reduzida no nível raso de CTSA, como por exemplo, a exemplificação, por conta da instituição em que trabalho (Professor M) Sim, O meu TCC foi em um bairro com solos contaminados de minha cidade onde eu abordei a ausência de um ensino ativo nos moradores para a luta contra esse problema (Professor O)

Fonte: elaboração do autor

Embora 29% dos cursistas tenham afirmado possuir experiência com a HC em sala de aula, observamos que são experiências muito pontuais, tradicionais e anacrônicas, que não estimulam a prática reflexiva, pois os docentes estão, ainda, distantes da apropriação do conhecimento produzido pelos pesquisadores (Silva, 2008).

Da mesma maneira observamos na questão 3 que 57% dos cursistas afirmaram não possuírem experiência com a abordagem CTS, muito embora, nas questões objetivas 85% tenham se considerado aptos para o tema. Esta contradição é apresentada por vários pesquisadores (Lückemeyer e Casagrande, 2010; Santos, 2005; Auler e Bazzo, 2001) e deve-se, principalmente, a visão dos professores sobre a educação CTS, pois, como apontado por Auler e Bazzo (2001) os docentes aceitam a C&T como sinônimo de progresso ou destruição, de forma tecnocrática desconsiderando os aspectos socioeconômicos que os cercam, e levam estas crenças para sala de aula.

Já em relação aos cursistas que afirmaram possuírem experiência com a abordagem CTS (43%), observamos que se utilizam de experimentos e exemplificações em uma tentativa de contextualização com a realidade do aluno. Este esforço de contextualizar, limitando-se a explicação dos fenômenos e materiais cotidianos, sem levar em consideração aspectos sociocientíficos, não é considerado uma abordagem CTS por alguns pesquisadores como (Auler e Bazzo, 2001; Auler e Delizoicov, 2001). Esta pesquisa coaduna com estes autores sendo que um de nossos objetivos, ao longo da Oficina, foi a promoção de reflexões que buscassem desconstruir esta percepção.

Ao final da Oficina retomamos estas questões, questionando se os cursistas se consideravam aptos para, a partir dali, incorporarem a abordagem CTS e a HC em suas aulas e observamos que os participantes alteraram, de forma significativa, suas percepções sobre a potencialidade de utilização das abordagens. Quando retomaram esta reflexão, nas questões discursivas do QF, demonstraram uma grande motivação, mas acompanhada de muita insegurança, como podemos observar nos **Quadros 8 e 9**.

83

Quadro 8. Categorização da questão 2 do QF

Depois da oficina como você avalia sua aptidão para abordar a História das Ciências?	
Categoria	Respostas
1) Está preparado para inserir a HC em sala de aula	Graças ao curso, me sinto mais preparada e apta para aplicar estas abordagens, não sou perita, mas sei como começar, onde e como pesquisar para realizar (Professor M)
2) Está motivado, mas necessita aprofundar	Vi o quanto tenho que me preparar para poder melhorar os temas que tenho que ministrar com meus alunos (Professor K) Preciso ampliar muito meus conhecimentos, mas tive um bom começo no curso (Professor L) Depois do curso houve uma motivação muito maior em meu interesse de trabalhar com os alunos em sala de aula (Professor P)
3) Não está preparado	Esclareceu muitas dúvidas em relação ao trabalho, mas não me sinto pronto para a abordagem ainda (Professor N) Em construção (Professor O) Regular, buscar pesquisar mais material para conseguir aplicar em sala de aula (Professor Q)

Fonte: elaboração do autor

Quadro 9. Categorização da questão 3 do QF

Depois da oficina como você avalia sua aptidão para abordar a CTS?	
Categoria	Respostas
1) Está preparado para inserir a educação CTS em sala de aula	Entendi a abordagem e vi que tenho que buscar auxílio de outros colegas para melhorar alguns aspectos dependendo da temática (Professor K) O CTS já era um pouco mais claro para mim, o que o curso desmistificou foi justamente “amarra” a HC com o CTS (Professor P) A CTS é mais fácil na abordagem e o trabalho com aluno (Professor N)
2) Está motivado, mas necessita aprofundar	Preciso estudar melhor os conteúdos para aplicar em sala, uma abordagem mais útil ao aluno (Professor L) Regular, por ser um assunto complexo preciso pesquisar mais sobre o assunto para sua aplicação a prática (Professor Q)
3) Não está preparado	Foi trabalhada apenas poucas horas, preciso de mais (Professor M) Em construção (Professor O)

Fonte: elaboração do autor

84

Observamos um avanço significativo na prática reflexiva dos cursistas, pois, segundo estes, uma das contribuições da Oficina foi sobre a reflexão sobre sua prática e sobre os conhecimentos que julgavam possuir. Durante as discussões finais muitos professores ressaltaram a importância da compreensão histórica, social, epistemológica, ambiental, tecnológica, que devem adquirir para a inserção da HC e da educação CTS em suas aulas. Destacaram, também, a necessidade da superação da fragmentação do conhecimento e a quebra dos paradigmas tradicionais, tão enraizados na formação inicial do professor de química.

“Assim, eu sou bacharel e licenciada em química. História, reflexão, política, estava fora de questão, não via relação, não fui formada pra isto, mas agora vendo por este lado, são sim fundamentais e temos que buscar compreender” (Professor M).

“Eu fiquei meio cabreiro com os textos que discutimos, como assim não tem os ‘Gênios’, eu sempre idolatrei estes caras, mas quando compreendemos, vemos que é mesmo, a ciência depende de vários fatores e vários contextos, ninguém fez nada sozinho e sem pretensão” (Professor O).

Apesar das discussões acaloradas durante os encontros presenciais demonstrarem um certo amadurecimento em relação a compreensão do que vem a ser HC e a educação CTS, observamos que a transformação destes conhecimentos teóricos em sequências didáticas esteve distante desta visão. As quatro Unidades Didáticas (UD) apresentadas ao final da Oficina demonstraram uma preocupação em romper com o

ensino tradicional, trazendo questões sociais, ambientais, políticas e econômicas e abrindo espaço para o debate, propondo aulas mais dinâmicas, utilizando diferentes instrumentos pedagógicos, como a experimentação, a dramatização e o lúdico, além de buscarem abordar conteúdos de química inserindo a HC como fio condutor das aulas. Porém, mesmo entendendo a proposta reflexiva da utilização da HC no ensino de química e tentando aplicá-las em suas UD, os professores se depararam com os desafios de sua implementação e, em alguns casos, acabaram por apoiar-se, de uma maneira geral, nas concepções usualmente adotadas. Em relação a educação CTS apenas duas UD conseguiram contemplar esta abordagem, relacionando-a com o contexto histórico, como podemos observar no **Quadro 10**.

Quadro 10. Conteúdos abordados nas Unidades Didáticas

UD	Conteúdo Químico	Conteúdo CTS	Conteúdo HC
A	Ligações químicas; misturas; processos de separação de misturas; fermentação alcoólica. pontos de fusão e ebulição de misturas;	Produção e uso do álcool no Brasil; aspectos energéticos do álcool e economia; abuso de álcool e problemas sociais; aspectos socioambientais do álcool; necessidades, imaginação e produção de novas substâncias	Relações históricas e culturais da produção e uso do álcool pelos povos indígenas; existência de ciência para além do eurocentrismo; conhecimentos químicos dos povos indígenas; Incorporação cultural da cachaça e abuso
B	Modelos atômicos; saltos quânticos; energia e cor – teste da chama	Salto quântico, cores e aplicações no cotidiano; composição dos fogos de artifício; importância da espectroscopia para a química moderna	Desenvolvimento da espectroscopia; a experiência de Newton
C	Conservação das massas; combustão	Não há	Teoria da combustão X; teoria flogisto; biografia de Lavoisier
D	Linguagem química; estrutura da Tabela periódica; classificação dos elementos	Não há	História da construção da tabela periódica, os conflitos envolvidos, a necessidade de consenso e o contexto histórico em que foi construída; mostrar a importância e dificuldades de se alcançar um consenso

Desta forma, os dados da oficina demonstram que os cursos de formação continuada são um importante espaço para a reflexão sobre a prática profissional, a aprendizagem de novas perspectivas didático-teóricas e a consolidação sobre novos saberes. Entretanto, quanto a sua implementação no ambiente escolar, notamos que as ações necessitam de um acompanhamento que excede o tempo da oficina. Para a efetivação de práticas didáticas engajadas com o proposto no curso, ou seja, a articulação entre História das Ciências e o enfoque CTS no Ensino de Química, faz-se necessário outras intervenções formativas. Mesmo diante desta situação não podemos desconsiderar o importante potencial reflexivo sobre suas práticas e o contato com novas abordagens teóricas e didáticas, desenvolvidos nesta oficina para os professores participantes.

Considerações finais

Apesar de vários estudos apontarem para o potencial da reflexão da HC e da educação CTS na formação de professores observamos que muitos destes trabalhos ainda abordam a HC apenas como complemento da aprendizagem científica, ou como ferramenta para explicar alguns conteúdos sobre a química. Ou seja, uma proposta de inserção da HC na aprendizagem científica de forma episódica e instrumental. Neste mesmo sentido, a educação CTS é inserida com o objetivo principal de contextualizar as aulas de ciências, discutindo aspectos muito pontuais sobre sua abordagem.

Este estudo alinha-se a perspectiva de alguns pesquisadores que se preocupam em modificar estas concepções simplistas, reconhecendo que a HC e a educação CTS devem extrapolar o processo de ensino-aprendizagem, sendo capazes de desenvolver uma educação mais crítica, investigativa, reflexiva e inovadora, que possibilite a construção de novas formas de aprendizagem, substituindo um ensino dogmático, por um ensino plural que considere aspectos culturais, sociais e ambientais no ensino de ciências. Sem dúvida, este é um trabalho árduo, que requer um esforço centrado na transdisciplinaridade, articulado a uma rede de saberes que possam relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos aos seus contextos culturais, sociais, ambientais e políticos, e é neste sentido que consideramos o potencial da HC numa perspectiva CTS, ou seja, contribuindo para a efetivação desta abordagem.

Nesta pesquisa buscamos inserir a discussão sobre a aproximação da HC, numa perspectiva CTS, e o ensino de química, através da análise de uma oficina de formação continuada para professores em exercício. A análise dos dados coletados durante as aulas presenciais e online e das apresentações das UD nos permite afirmar que o desenvolvimento da oficina conferiu um aprimoramento sobre as possibilidades e a percepção da potencialidade desta reflexão, como ainda, dos obstáculos da inserção da HC em uma perspectiva CTS no Ensino de Química. Outro aspecto importante foi a discussão sobre a postura crítica e reflexiva que o professor de química deve desenvolver sobre as ciências, a partir de uma perspectiva histórica e processual, compreendendo-a como atividade não neutra, sujeita às intempéries sociais, políticas, ambientais, tecnológicas, etc. As questões discutidas com base nos referenciais teóricos, tanto no ambiente virtual quanto nos encontros presenciais, nos possibilita afirmar que iniciativas como esta, podem se tornar uma base estruturante para a mudança de posturas e perspectivas da prática dos professores e, desta forma,

promover uma educação científica cidadã, reflexiva e coerente com os pressupostos da HC e educação CTS.

Sabemos que as dificuldades no ensino de química não se limitam as discutidas na presente pesquisa e temos consciência de que sua superação não está condicionada apenas à introdução da HC e da perspectiva CTS na prática docente. Existem questões de ordem política, estrutural, cultural e até mesmo psicológicas que interferem sobremaneira na educação. Porém, acreditamos que o desenvolvimento de uma visão crítico-reflexiva nos professores apresenta-se como um relevante caminho para a ruptura com uma pedagogia de mercado e pela busca de uma Pedagogia da Autonomia, onde os docentes possam estar conscientes de seu papel para uma educação cidadã, transformadora e libertadora, tão necessária nos dias atuais.

Tão logo esta reflexão seja feita, poderemos caminhar em direção a uma educação científica reflexiva que entenda a química como um elemento sociocultural, fruto de interações histórico-sociais e que promova uma educação que prepare nossos alunos para a cidadania planetária.

Bibliografia

ALTARUGIO, M. H. (2002): *Este curso não se adapta à minha realidade: os conflitos de um grupo de professores de química em formação continuada*, dissertação de mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

ALTARUGIO, M. H. (2009): “O papel do formador no processo reflexivo de professores”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. extra, pp. 986- 988.

ALVIM, M. H. (2012): “História das Ciências e Ensino de Ciências: potencialidades para uma educação cidadã”, *Anais do VII Seminário Ibérico e III Seminário Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias*, Madrid, pp. 1-8.

ALVIM, M. H. e ZANOTELLO, M. (2014): “História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva”, *Revista Brasileira de História da Ciência*, vol. 2, pp. 349-359.

ANGOTTI, J. A. P. e AUTH, M. A. (2001): “Ciência e Tecnologia: Implicações sociais e o papel da educação”, *Ciência & Educação*, vol. 7, nº 1, pp. 15-27.

AULER, D. e BAZZO, W. A. (2001): “Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro”, *Ciência & Educação*, vol. 7, nº 1, pp. 1-13.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. (2001): “Alfabetização científico-tecnológica para quê?”, *Ensaio*, vol. 3, nº 2, pp. 122-134.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. (2001): “Alfabetização científico-tecnológica para quê?”, *Ensino Pesquisa Educ. Ciências*, vol. 3, nº 2, pp.122-134.

BARRA, E. S. O. (1998): “A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica”, *Ciência & Educação*, vol. 5, nº 1, pp. 15-26.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. (1994): *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*, Porto, Porto Editora.

BRASIL (2006): Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para Ensino Médio. Volume 2 – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília, MEC.

CRESWELL, J. W. (2010): *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*, Porto Alegre, Artmed/Bookman.

DIÁZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. e ROMERO, P. A. (2002): “Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, nº 1, pp.1-27.

ESTEBAN, M. P. S. (2010): *Pesquisa qualitativa em educação: Fundamentos e tradições*, Porto Alegre, Artmed.

88

FERNÁNDEZ, L. C., GATICA, M. Q. e BLANCAFORT, A. M. (2010): “La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación”, *Ciência & Educação*, vol. 16, nº 2, pp. 277-291.

FREIRE JR., O. (2002): “Relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências”, em W. J. Silva Filho (ed.): *Epistemologia e Ensino de Ciências*, Salvador, Ed. Arcádia, pp. 51-92.

GATTI, B. A., BARRETTO, E. S. S. e ANDRÉ, M. E. D. A. (2011): *Políticas docentes no Brasil: um estado da arte*, Brasília, UNESCO.

GIL-PÉREZ, D. (1993): “Contribución de historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, pp. 197-212.

LIMA, A. A. e NÖNEZ, I. B. (2011): “Reflexões acerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de química”, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 11, nº 3, pp. 209-229.

LÜCKEMEYER, A. C. A. B. e CASAGRANDE, E. F. (2010): “Uma introdução aos estudos CTS na América Latina com enfoque em tecnologia e ambiente”, *Revista Educação & Tecnologia*, nº 10, pp. 175-207.

LÜDKE, H. A. (1986): *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*, São Paulo, Epu.

MALDANER, O. A. (2003): *A formação inicial e continuada de professores de Química: Professor/Pesquisador*, Ijuí, Unijuí.

MATTEWS, M. (1992): “História, Filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação”, *Science & Education*, vol. 1, nº 1, pp. 11-47.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. (2007): *Análise textual discursiva*, Ijuí, Ed. Unijuí.

MOURA, B. A. e SILVA, C. C. (2014): “Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores”, *Revista Brasileira de História da Ciência*, vol. 7, nº 2, pp. 336-348.

NASCIMENTO, V. B. (2004): “A natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências”, em A. M. P. C. Carvalho (org.): *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*, São Paulo, Pioneira Thomson Learning, pp. 35-57.

NEVES, L. S e FARIAS, R. F. (2008): *História da Química: um livro-texto para graduação*, São Paulo, Átomo.

NIAZ, M. (2009): “Progressive transitions in chemistry teachers’ understanding of nature of science based on historical controversies”, *Science & Education*, vol. 18, nº 1, pp. 43-65.

89

NÓVOA, A. (1998): “Relação escola-sociedade: novas respostas para um velho problema”, em R. Sabino (org.): *Formação de Professores*, São Paulo, Editora Unesp, pp. 19-40.

OKI, M. C. M. e MORADILLO, E. F. (2008): “O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência”, *Ciência & Educação*, vol. 14, nº 1, pp. 67-88.

OLIVEIRA, R. R. (2018): *A história das ciências no ensino de química: implicações para uma abordagem CTS na formação continuada de professores*, dissertação mestrado em ensino e história das ciências e da matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André.

OLIVER, G. S. (2010): “História das ciências e das tecnologias e o campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)”, *Revista Contemporâneos*, vol. 10, pp. 1-24.

PEDUZZI, L. O. Q. (2001): “Sobre a utilização didática da história da ciência”, em M. Pietrocola (org.): *Ensino de física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora*, Florianópolis, Ed. da UFSC, pp. 151-170.

PRAIA, J. F., CACHAPUZ, A. F. C. e GIL-PÉREZ, D. (2002): “Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência”, *Ciência & Educação*, vol. 8, nº 1, pp. 127-145.

SANTOS, M. E. V. M. (2005) : “Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas’ dimensões epistemológicas”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 2, nº 6, pp. 137-157.

SANTOS, M. E. V. M. (2009) : “Ciência como cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar”, *Química nova*, vol. 32, nº 2, pp. 530-537.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. (2003): *Educação em Química: Compromisso com a cidadania*, Ijuí, Unijuí.

SANTOS, W. L. P. e PORTO, P. A. (2013): “A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química”, *Química Nova*, vol. 36, nº 10, pp. 1570-1576.

SILVA, K. A. P. (2008): *Professores com formação stricto sensu e o desenvolvimento da pesquisa na educação básica da rede pública de Goiânia: realidade, entraves e possibilidades, tese (doutorado em educação)*, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SOLBES, J. M. (2013): “Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 10, nº 1, pp. 1-10.

90

SPILLANE, N. K. (2013): “What’s Copenhagen got to do with Chemistry class? Using a Play to Teach the History and Practice of Science”, *Journal of Chemical Education*, vol. 90, pp. 219-223.

Como citar este artigo

OLIVEIRA, R. R. e ALVIM, M. (2020): “A história das ciências com enfoque CTS na formação continuada de professores de química”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, nº 43, pp. 65-90.

Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos *

Una análise crítica das mudanças tecnológicas sob a perspectiva de Giovanni Dosi: trajetórias e paradigmas tecnológicos

A Critical Analysis of Technological Change from the Perspective of Giovanni Dosi: Technology Trajectories and Paradigms

Marcelo José García Farjat y Sergio Walter Salguero **

En el marco de la propuesta ofrecida por el evolucionismo económico para dar cuenta del cambio tecnológico, este artículo trabaja a partir del planteo esgrimido por el economista italiano Giovanni Dosi, quien enfatizó los conceptos de trayectoria y paradigma tecnológico y los abordó desde una mirada de corte kuhniano para explicar el cambio tecnológico. Desde este punto de partida, se pretende explorar posibles alcances y limitaciones para su comprensión desde la perspectiva de Dosi. Primero se desarrollan los conceptos de paradigma y trayectoria tecnológica. Luego se explicitan algunos alcances de la propuesta de Dosi, para finalmente poner en discusión las dificultades de corte explicativo y epistemológico que se advierten en sus trabajos.

91

Palabras clave: cambio tecnológico; paradigma tecnológico; trayectoria; evolucionismo económico

* Recepción del artículo: 04/10/2018. Entrega de la evaluación final: 24/01/2019.

** *Marcelo José García Farjat*: licenciado en comunicación social, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Maestrando en tecnología, políticas y culturas, Centro de Estudios Avanzados (CEA), UNC. Correo electrónico: garciaf_marcelo@live.com. *Sergio Walter Salguero*: profesor de filosofía y educación, INCASUP, Argentina. Maestrando en tecnología, políticas y culturas, Centro de Estudios Avanzados (CEA), UNC. Correo electrónico: filosergiosofia@gmail.com.

No âmbito da proposta oferecida pelo evolucionismo econômico para explicar as mudanças tecnológicas, este artigo trata de trabalhar a partir da abordagem feita pelo economista italiano Giovanni Dosi. Sua ênfase é colocada nos conceitos de trajetória e paradigma tecnológico, os quais são abordados pelo autor sob uma perspectiva kuhniiana para explicar as mudanças tecnológicas. A partir desse ponto, pretende-se explorar possíveis alcances e limitações para entender a perspectiva de Dosi. Inicialmente são desenvolvidos os conceitos de paradigma e de trajetória tecnológica. Em segundo lugar, são explicados alguns alcances de sua proposta e, por último, colocam-se em discussão algumas dificuldades de natureza explicativa e epistemológica observadas em seus trabalhos.

Palavras-chave: mudanças tecnológicas; paradigma tecnológico; trajetória; evolucionismo econômico

Within the framework of the proposal offered by economic evolutionism about technological change, this paper is built around the ideas of Italian economist Giovanni Dosi, who emphasizes the concepts of technological trajectory and paradigm and addresses them from a Kuhnian perspective to explain technological change. From this starting point, possible outcomes and limitations are explored. Firstly, the concepts of technological trajectory and paradigm are developed. Secondly, some of the potential scopes of Dosi's proposal are made explicit in order to discuss the explanatory and epistemological difficulties that can be seen in his works.

Keywords: *technological change; technological paradigm; trajectory; economic evolutionism*

Introducción

En el actual escenario que vivimos, experimentamos el incremento significativo de sistemas tecnológicos, objetos y procesos, en sus más variadas expresiones, que dificultan y complejizan su caracterización. Si se considera la naturaleza interrelacionada entre el sujeto y la técnica es preciso recordar el carácter histórico del modo de existencia de ambos componentes. En esta relación, el cambio tecnológico es una temática que ocupa un lugar central en estas reflexiones y puede ser estudiada en distintos niveles de complejidad y en diversos periodos temporales.¹

Para este análisis interesa adoptar la propuesta ofrecida por el evolucionismo económico debido a la relevancia que le otorga a ciertos principios de carácter sistémico para explicar los cambios en la tecnología y la economía.² A su vez, dicha perspectiva despierta interés por la disposición de una cantidad valorable de estudios de casos acerca del crecimiento de las empresas y también por su dinamismo teórico basado en hipótesis que se renuevan de forma constante. Esta corriente es considerada como uno de los proyectos más serios en la actualidad para comprender la vinculación existente entre técnica, ciencia y sociedad (Broncano, 2000). No menos importante: esta vertiente del evolucionismo, con el firme propósito de explicar el cambio tecnológico, se centra en el análisis de las sociedades contemporáneas, con énfasis en el quehacer de las empresas y en el rol que juega la economía en las mismas.³ Dicha corriente busca:

“Formular una crítica sistemática a la teoría económica ortodoxa y delinear un conjunto de elementos comunes para una primera teoría alternativa sobre el rol del cambio tecnológico en el comportamiento microeconómico, en los procesos de cambio estructural y en la transformación macro del sistema económico” (Dosi *et al.*, 1988: 9).

93

Así, y en el marco de la crítica a la economía neoclásica, se comienza a considerar al cambio tecnológico y al crecimiento económico como procesos multicausales y sistémicos. Esto aparece a partir de dos textos fundacionales que han retomado el legado schumpeteriano de la innovación: Nelson y Winter (1982) y Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg y Soete (1988). En ese sentido, y dentro la propuesta del evolucionismo económico, se ha optado por trabajar con el planteo esgrimido por el economista italiano Giovanni Dosi, con énfasis en los conceptos de trayectoria y paradigma tecnológico, los cuales son trabajados por el autor desde una mirada de

1. Véanse: Elster (2006), Stiegler (2002), Edgerton (2007), Feenberg (2012) y Basalla (1991).

2. Es preciso remarcar que esta perspectiva evolucionista dista de ser comparada análogamente con la sociobiología que traduce en las ciencias sociales un darwinismo biológico simplificado: “La perspectiva evolucionista, según mi modo de ver, basa la explicación sobre la dinámica en el tiempo que ha conducido al surgimiento de un particular fenómeno o de una particular entidad” (Dosi, 2008: 32).

3. Por otro lado, es posible advertir una corriente de corte historicista (Basalla y Mumford, entre otros) que propone una visión más amplia y global del cambio tecnológico, y que, por consiguiente, pretende explicar grandes líneas de transformación que se suscitan en el devenir de la tecnología.

corte kuhniano. De este modo, y desde este punto de partida, se pretende explorar posibles alcances y limitaciones para comprender el cambio tecnológico.

Para Dosi (1982), algunas de sus mayores preocupaciones residen en comprender cómo aparece determinado paradigma tecnológico, cuáles son las fuerzas principales que suscitan el progreso tecnológico, las interacciones generadas al interior del paradigma y las direcciones y ritmo que comprenden a dicho progreso. Y no menos importante, por qué llega a establecerse un paradigma como tal:

“¿Por qué surgen ciertos desarrollos tecnológicos y no otros? ¿Hay regularidades en el proceso de generación de nuevas tecnologías y en el progreso técnico posterior? (...) Nuestro modelo podría ser considerado en sí mismo como un ‘punto de vista’... que enfoca cuestiones que a menudo han sido relegadas por la teoría económica ortodoxa...” (Dosi, 1982: 100).

A raíz de dichas preocupaciones surge la siguiente pregunta: ¿es posible entender y explicar el cambio tecnológico desde la perspectiva del cambio paradigmático propuesta por Kuhn?⁴ Para responder a este interrogante, el trabajo desarrolla en primer lugar, los conceptos de paradigma y de trayectoria tecnológica. En segundo lugar, se explicitan algunos alcances de la propuesta de Dosi, para finalmente poner en discusión ciertas dificultades de corte explicativo y epistemológico que se advierten en su propuesta.⁵

94

La explicación del cambio tecnológico: paradigmas y trayectorias tecnológicas

El concepto de paradigma fue propuesto por Kuhn en su reconocida obra *La revolución de las estructuras científicas*.⁶ Este concepto, no exento de críticas de diversa índole (cuyo análisis excede claramente al objetivo del presente trabajo), ha despertado interés en diversas disciplinas, como es el caso del evolucionismo económico, siendo el economista Giovanni Dosi uno de los claros exponentes en cuanto a su uso para el abordaje del cambio y desarrollo tecnológico. Cabe resaltar que Dosi (1982) encuentra fuertes similitudes entre la naturaleza y el desarrollo científico y el tecnológico; lo

4. Para responder a este interrogante, algunos aportes de Broncano y Laudan serán de gran utilidad. Broncano ofrece una mirada crítica de la tecnología y exhibe un análisis reflexivo acerca de los logros y las dificultades del evolucionismo económico para la explicación del cambio tecnológico, mientras que la propuesta de Laudan, en el marco de su enfoque de soluciones, colabora en la comprensión de la dinámica que trae consigo el concepto de paradigma.

5. Elster, filósofo que se ocupa (entre otras cosas) del estudio del cambio tecnológico, expresa que el análisis de dicha temática se adapta a un análisis epistemológico, al hallarse en la intersección de las ciencias sociales y naturales, y a su vez cubre el vacío entre la ciencia pura y asuntos cotidianos (Elster, 2006).

6. Aquí, entre otras cosas, define al paradigma y da a conocer su alcance e implicancias para comprender el desarrollo y progreso científico. En el epílogo de su obra manifiesta que un paradigma refiere a lo que comparten los miembros de una comunidad científica (Kuhn, 1971). No obstante, a lo largo de ella se pueden advertir diferentes conceptualizaciones y alcances de lo que es y comprende un paradigma.

que le permite postular su concepto de “paradigma tecnológico” y, desde esa óptica, intentar dar cuenta del cambio tecnológico.

En primer lugar, es conveniente destacar que Dosi continúa y profundiza el modelo clásico de corte evolucionista propuesto por Nelson y Winter (1982). Este modelo fue la contribución central para la construcción de una teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico. Realiza una crítica a la economía neoclásica de la época (teoría de la firma y la teoría del crecimiento endógeno), al hacer énfasis en una caracterización sistémica para abordar la innovación, el aprendizaje y el cambio tecnológico.

En este modelo, entre otras cosas, se define el concepto de trayectoria tecnológica (clave para Dosi) y se aboga por un tipo de racionalidad limitada (función de satisfacción no maximizadora) en detrimento de una racionalidad maximizadora dominante, perteneciente a la teoría de la decisión racional y que predomina en el pensamiento neoclásico.⁷ De acuerdo a estos autores, las teorías neoclásicas limitan claramente el análisis de la innovación y el cambio tecnológico.⁹ Por su parte, la función de satisfacción no maximizadora, de carácter central en el pensamiento de Dosi, le permite aducir, por un lado, que las limitaciones vienen dadas por el conjunto de rutinas y procesos que conforman al quehacer de las empresas y que son difíciles de modificar. Por otro lado, las empresas disponen de opciones limitadas, ya que ellas se hallan restringidas a las variaciones (dadas por la creatividad científica y tecnológica) que posibilitan y determinan al paradigma en cuestión. Por consiguiente, el autor, a diferencia del modelo de Nelson y Winter, en el cual las trayectorias no forman parte de estructuras tan complejas como los paradigmas tecnológicos (las trayectorias se conciben como unidad de variación), considera e incluye a las trayectorias tecnológicas en estructuras de mayor complejidad como son los paradigmas tecnológicos.

95

Para Dosi, así como existen paradigmas científicos, existen paradigmas tecnológicos:

“(…) ambos incorporan una perspectiva, una definición de los problemas relevantes, un esquema de indagación. Un ‘paradigma tecnológico’ define contextualmente las necesidades que se han de satisfacer, los principios científicos utilizados para la tarea, el material tecnológico a utilizar. ... se puede definir como un ‘esquema’ de solución de determinados problemas tecnoeconómicos basados

7. Simon propone un tipo de racionalidad limitada que consiste, de manera sucinta, en que los agentes no disponen de todas las opciones al momento de elegir. Esto se debe a factores externos (sociales) e internos (cognitivos) que limitan la percepción de alternativas y la anticipación de las consecuencias que comprenden a cada una de ellas. Por ello, el agente se limita a opciones que satisfagan su deseo, dadas sus expectativas actuales, sin explorar todas las posibles alternativas.

8. Tendencia dominante en la economía neoclásica con su maximización de utilidades. En ella, los humanos aparecen como seres racionales capaces de decidir cuál es la solución óptima para cada problema utilizando toda la información disponible. A esta tendencia se opone Simon (1979) con su concepto de racionalidad limitada.

9. Algunas de las críticas e insuficiencias del modelo neoclásico para dar cuenta del cambio técnico se explicitan en el apartado “Alcances de la propuesta de Dosi”.

en principios muy selectos derivados de las ciencias naturales, juntamente con reglas específicas orientadas a la adquisición de nuevos conocimientos y a salvaguardarlos, cuando sea posible, de una rápida difusión a los competidores” (1988: 277).

De acuerdo a lo expresado, es posible considerar a un paradigma tecnológico como un modelo o patrón de solución de problemas tecnológicos seleccionados basados en principios provenientes de las ciencias naturales y del material tecnológico considerado. Si bien no caracteriza estos principios, una lectura acabada nos sugiere pensar en el conocimiento científico, leyes y modelos científicos como sustentos en su definición de paradigma tecnológico. En su artículo “Fuentes, Métodos y Efectos microeconómicos de la Innovación” (1988), Dosi menciona al conocimiento formal proveniente de las ciencias naturales para la solución de problemas de índole tecnológico.¹⁰ Por su parte, las trayectorias tecnológicas, que refieren al conjunto de direcciones tecnológicas posibles y al conocimiento teórico y práctico estable y duradero, comprenden a los periodos de innovación normal e incremental que responden y se hallan circunscritas a los fundamentos y lineamientos del paradigma tecnológico vigente.¹¹ Esto es así dado que las trayectorias se vinculan estrechamente con el desarrollo gradual de las oportunidades en términos de innovación que guardan relación con el paradigma imperante. En este contexto, Dosi explicita el gran alcance que estas disponen para la mecanización, especialización y división del trabajo en las plantas y a una escala macro, en las industrias.

96 El paradigma es el “punto de vista” que guía y concita el quehacer de los diversos profesionales que actúan bajo el mismo, es decir, indica “cómo hacer las cosas” (Dosi, 1982). La noción de paradigma se sustenta en tres ideas centrales:

- Para la explicación de la tecnología y el cambio tecnológico, no se la debe reducir a proyectos bien definidos que imperan en el sentido común.¹² Por el contrario, es necesario dar cuenta de las formas propias de conocimiento que sustentan una actividad particular: existen formas tácitas de conocimiento que se hallan en los procedimientos organizacionales e individuales en lo que concierne a la solución de problemas.¹³

10. El uso de principios de las ciencias naturales para abordar y explicar fenómenos sociales es una problemática que merece y obliga a un análisis que excede al presente.

11. Son las innovaciones que se generan constantemente en las empresas; refieren a mejoras continuas y sucesivas en los procesos en la tecnología de procesos y productos que se originan en el quehacer de las empresas.

12. Se puede advertir aquí la diferencia entre el conocimiento ordinario y de primer orden, que es superfluo, inexacto y vago que nos permite desenvolvemos en el mundo, de un conocimiento científico y de segundo orden, que tiene pretensiones de ser un conocimiento acabado y preciso y que, en la ciencia, encuentra su mayor expresión. Por consiguiente, este último cuestiona el conocimiento aparentemente sólido y que se presenta como incuestionable *prima facie*.

13. De acuerdo con Polanyi (1967), el conocimiento tácito es entendido como el conocimiento que no es expresable ni codificable.

- Un paradigma comprende concepciones específicas acerca de “cómo hacer” las cosas y, por consiguiente, de cómo mejorarlas: entraña una heurística, es decir, una guía de acción que se opone a la algoritmización de la práctica tecnológica (Cimoli y Dosi, 1993). Esto es, se descarta una práctica que conlleva un conjunto de instrucciones y pasos finitos de carácter obligatorio para desarrollar y materializar procesos creativos.
- Los paradigmas definen los modelos elementales de los procesos industriales y los sistemas de producción que, de forma progresiva, se modifican y se mejoran (Cimoli y Dosi, 1993).¹⁴

En cuanto a las trayectorias, Dosi las caracteriza de la siguiente forma:

- Las trayectorias pueden ser más o menos poderosas: una trayectoria comporta mayor poder cuanto más grande sea el conjunto de tecnologías que excluye. A su vez, mientras más “poderosa” sea, se hallan menos posibilidades de un cambio de trayectoria.
- Las trayectorias pueden ser más generales o más circunscritas.
- No existe certeza *a priori* de comparar y evaluar la superioridad de un sendero tecnológico. Manifiesta, de este modo, la incertidumbre inherente que trae aparejado el cambio tecnológico, dejando en claro que *ex ante* es sumamente difícil comparar y evaluar distintos paradigmas tecnológicos. Sólo *ex post* se podría saber, al disponer las empresas de algunos indicadores, que de manera objetiva posibilitarían dicha comparación y evaluación.
- Existen complementariedades en las trayectorias que se evidencian entre las distintas formas de conocimiento, experiencias, entre otras (Dosi, 1982).

97

Ambos conceptos (paradigma y trayectoria) entrañan una representación de la tecnología dirigida a procedimientos cognoscitivos y a la solución de problemas (Cimoli y Dosi, 1993). Y estos conceptos le permiten, entre otras cosas, dar sustento a la noción de acumulatividad de los avances técnicos que se encuadran en una trayectoria ya establecida.

En estrecha relación con lo expresado, el desarrollo tecnológico, desde la postura del autor, exhibe un comportamiento similar al desarrollo científico propuesto por Kuhn, el cual presenta períodos de cambio normal, acumulativo e incremental y períodos de carácter revolucionario que conllevan al abandono y sustitución del paradigma; los

14. No se considera que la mejora sea algo inherente a los sistemas de producción. Si bien estos se modifican, dicha alteración no garantiza mejoras *per se* en la producción. La definición y alcance de una mejora exceden el mero aspecto intencional y el diseño de quienes conciben determinado objeto técnico. Sugerir que los sistemas tienden a mejorar es, en última instancia, defender un cierto finalismo y determinismo de estos sistemas y, por consiguiente, considerar al progreso en una sola dirección. De esta forma, no se ponderan posibles bifurcaciones y caminos alternativos plausibles de ser advertidos en lo que concierne al cambio y desarrollo tecnológico.

cambios continuos se deben a las trayectorias que responden al paradigma vigente, mientras que las discontinuidades que se advierten en el desarrollo tecnológico devienen del cambio de paradigma.¹⁵

Por último, es interesante remarcar que los patrones que surgen al interior del paradigma imperante no se reducen a variables económicas (sin intención del autor de soslayar su relevancia), sino que estos deben interpretarse atendiendo a todas las formas en las que el conocimiento se organiza y se incrementa, tanto en las empresas como en la sociedad.

Alcances de la propuesta de Dosi

La propuesta del autor destaca con énfasis la estricta vinculación existente entre el crecimiento económico y el cambio y el progreso técnico, aunque cabe resaltar que no tiene pretensiones de ser una teoría general. Tal como se explicita en la introducción del presente trabajo, Dosi manifiesta que su análisis pretende ser un punto de vista diferente respecto a las propuestas dominantes provenientes de la economía ortodoxa. En su planteamiento se subraya la necesidad de hallar regularidades en el patrón del cambio técnico en diversas condiciones del mercado, cuya interrupción se encuentra íntimamente vinculada a las bases del conocimiento que conforman al paradigma vigente (Dosi, 1982). Por ello, dicho cambio se deriva de intentos para paliar los desequilibrios de orden tecnológico que este genera. En este escenario, es necesario advertir que su propuesta conceptual (en consonancia con las ideas del evolucionismo económico) no se limita a variables económicas. Al respecto, Pérez (1986: 420) expone: “En efecto, el mundo de lo técnicamente posible es mucho más amplio que el de lo económicamente rentable y mayor que el de lo socialmente aceptable. Y estos dos últimos tampoco coinciden”.¹⁶

Por otra parte, en su planteamiento de carácter sistémico, Dosi expresa la importancia que posee la dimensión institucional (a nivel macro y micro). A escala micro, la incorporación de tecnología por parte de las empresas responde a sus características propias, a normas de decisión y sus necesidades y capacidades, consideradas fundamentales en la determinación del ritmo y dirección del cambio tecnológico. A nivel macro, se advierte que estas forman parte de una red empresarial, en donde la retroalimentación, la estructura del mercado, la capacidad de aprendizaje e incorporación de tecnología y la competencia de tipo económica y tecnológica juegan un rol central en cuanto a decisiones de orden tecnológico, y a la capacidad de sobrevivir y crecer por parte de las empresas. A su vez, estas se hallan relacionadas

15. La exposición de este tema será tratada en el apartado que reflexiona acerca de la perspectiva kuhniana adoptada por Dosi para explicar el desarrollo y el cambio tecnológico.

16. Estas ideas se enmarcan en los planteos neoschumpeterianos que pregonan “un enfoque económico heterodoxo en el que la innovación y el cambio tecnológico son factores claves para explicar el crecimiento y la transformación económica. Se trata de un enfoque teórico sistémico según el cual, la generación, selección y difusión de innovaciones depende de las características microeconómicas de las organizaciones, así como del proceso de competencia y del entorno institucional en el que se valida el nuevo conocimiento generado” (Barletta, Robert y Yogue, 2014: 9).

a distintas instituciones gubernamentales y universidades, lo cual refleja la relación vincular y de reciprocidad existente entre tecnología, empresas e instituciones.

Por un lado, cabe resaltar que uno de los intereses centrales del autor que se aborda reside en dar cuenta de los cambios y las discontinuidades que se suscitan en los procesos de innovación tecnológica. Así lo expresa Pérez (2010) al considerar este espacio de innovación como significativo y dinámico, y en el cual hay que estudiar el cambio técnico, en la convergencia de la tecnología, la economía y el contexto socio-institucional. Aquí el concepto básico será entonces el de trayectoria o paradigma (Dosi, 1982), lo que marcará el ritmo y la dirección del cambio de una tecnología particular.¹⁷

Asimismo, Dosi se centra en explicar el grado de independencia del cambio técnico frente a mecanismos endógenos del mercado y determinar el papel y la influencia de factores institucionales en el desarrollo innovativo. Por ello pretende entrever si existen regularidades en la relación funcional que se tienden entre factores científicos, tecnológicos, económicos e institucionales plausibles de influenciar en los procesos de innovación. Y para dar cuenta de estas regularidades, enfatiza en la necesidad de atender a todas las formas de conocimiento que comprenden el quehacer técnico de las empresas (1982). En estrecha relación resalta que las selecciones de las nuevas tecnologías implican una compleja interacción entre ciertos factores económicos, tales como la búsqueda de oportunidades para la maximización de beneficios y reducción de costos y factores de carácter institucional que refieren a la estructura de la empresa, intereses y rol de empresas gubernamentales. En este escenario, las actividades que ocupan al proceso tecnológico, y de las que forman parte múltiples agentes, se sustentan en un sistema de prueba y error que les permite a las empresas, entre otras cosas, explorar nuevas tecnologías.

99

Por otro lado, y no menos importante, se posiciona en contra de la escuela neoclásica, dado que el equilibrio estático que pregona dicha escuela no permite integrar al cambio técnico en sus explicaciones.¹⁸ Esto se debe a que los procesos que le competen implican alteraciones constantes en la relación del binomio trabajo-capital. Elster (2006) manifiesta que Schumpeter hace énfasis en el aspecto irracional de las innovaciones empresariales, lo cual, entre otras cosas, genera permanentes cambios en el vínculo trabajo-capital. Lo irracional, de acuerdo a Schumpeter, refiere tanto a las ambiciones dinásticas como al excesivo optimismo por parte de empresarios en cuanto a los sistemas productivos.

Si bien los modelos neoclásicos son herramientas útiles para explicar el equilibrio de la vida económica y fenómenos que se generan en tiempo lógico, Elster (2006)

17. En relación a la visión evolucionista de la economía, Freeman y Pérez usaron el término "paradigma tecnoeconómico" para basar sus desarrollos teóricos y mencionar el aspecto de la coevolución de las tecnologías e instituciones (Berumen, 2006).

18. La perspectiva neoclásica hace énfasis en los procesos de elección racional dentro de límites para explicar, entre diversos fenómenos, el cambio tecnológico, lo cual indicaría que el ritmo de este comprende a decisiones deliberadas por parte del empresario. Al respecto, Elster se cuestiona cuáles son esos límites y cómo puede conocerlos. Para un análisis sobre las insuficiencias de las teorías neoclásicas para explicar el cambio tecnológico, véase Elster (2006).

explicita que la conceptualización propuesta por los neoclásicos es escasamente útil para dar cuenta del carácter histórico y dinámico que presentan los ciclos económicos. Cabe destacar que los neoclásicos no atienden a la temporalidad e incertidumbre que traen aparejado tanto el desarrollo tecnológico como el económico. Esto es así, al considerar, por un lado, que las acciones humanas se desenvuelven de manera similar a las leyes del movimiento físico y, por otro lado, a causa de sus pretensiones de matematizar la economía. En este escenario es necesario abrir “la caja negra” y proponer modelos dinámicos para entender de forma cabal del cambio tecnológico.¹⁹ Por otra parte, las teorías del equilibrio tampoco permiten comprender las interacciones que se suscitan entre los procesos de innovación y crecimiento; interacciones que el economista italiano pretende explicar en el marco de la propuesta paradigmática que ofrece para dar cuenta de ellas.

En su reconocido artículo “*Technological paradigms and technological trajectories*”, Dosi (1982) expresa su rechazo a las teorías de la atracción de la demanda (*demand pull*) para explicar el cambio tecnológico, ya que estas ponderan a la tecnología como un mecanismo reactivo y pasivo. Para estas teorías, el rol que juega el mercado es clave en las actividades de innovación, siendo el “reconocimiento de necesidades” por parte de las unidades del mercado (basados en la atracción de la demanda) el motor causal del cambio técnico. Y en este escenario, las acciones de las empresas se dirigen a suplir esas necesidades por medio de esfuerzos tecnológicos. Sintéticamente, las falencias de dichas teorías se evidencian en la incapacidad de explicar cuándo y por qué se producen ciertos desarrollos tecnológicos en detrimento de otros y a su vez, por no tomar en consideración los cambios que se producen en las invenciones a lo largo del tiempo.

100

Por otra parte, otra de las críticas del economista italiano se dirige a las teorías denominadas del empuje (*technology push*). En estas teorías, la tecnología es considerada como un factor autónomo, lo cual se halla en consonancia con la postura de los deterministas tecnológicos. Esto es así en virtud de que dicha postura pregona el desenvolvimiento de la tecnología de acuerdo a una lógica interna que responde a una racionalidad instrumental, preconizando de este modo, una relación unidireccional entre tecnología y sociedad, y un desarrollo “natural” de la tecnología.

Algunas reflexiones acerca de la perspectiva kuhniana adoptada por Dosi para explicar el desarrollo y cambio tecnológico

Las tesis kuhnianas han despertado interés en diversas disciplinas y el evolucionismo económico no ha escapado a dicha tendencia: “La analogía entre innovación tecnológica y dinámica de la ciencia, hay que confesarlo, es tan sugerente que es difícil resistirse a emplearla” (Broncano, 2000: 206).

19. La metáfora de la ‘caja negra’ coloca al sujeto determinado por las posibilidades tecnológicas del aparato: “(...) el factor es la caja negra. De hecho, el proceso codificador de las imágenes técnicas ocurre dentro de esa caja negra, y toda crítica de las imágenes técnicas debe concurrir al esclarecimiento del interior de esa caja negra. Mientras la crítica fracase en esto, permaneceremos ignorantes en lo que respecta a las imágenes técnicas (Flusser, 2001: 9).

A pesar de la atracción e interés que suscita la propuesta kuhniana, su uso para explicar el cambio tecnológico muestra ciertas dificultades de corte epistemológico difíciles de soslayar. Respecto al papel y poder de un paradigma, se afirma:

“Los paradigmas tecnológicos tienen un fuerte efecto de exclusión: los esfuerzos y la imaginación tecnológica de los ingenieros y las organizaciones en las que se encuentran, se enfocan en precisas direcciones mientras son, por así decirlos, ‘ciegos’ con respecto a otras posibilidades tecnológicas” (Dosi, 1982: 153).²⁰

En este sentido, uno de los problemas que se observan en el planteamiento de Dosi reside en que cada paradigma da forma y restringe la dirección y el ritmo del cambio tecnológico (sin depender de los estímulos del mercado). Restricción que, entre otras cosas, invalida diferentes alternativas (no contempladas en el paradigma) a considerar en el desarrollo y el posible crecimiento de la empresa en términos tecnológicos y sociales. De acuerdo a Broncano (2000), un paradigma establece de manera normativa un conjunto de problemas a plantear, y a su vez, un conjunto de técnicas de trabajo y ejemplares que, de acuerdo a un modelo guía, restringen el número de opciones a una cantidad viable. Lo que posibilita que cada paradigma tecnológico defina su propio concepto de progreso técnico, sus problemas, y haga foco en soluciones consideradas legítimas por el paradigma en cuestión. Así, una dificultad radicaría en que los problemas y las soluciones que no respondan a él quedarían relegados y no podrían formar parte del quehacer de las empresas, limitando de gran manera, y tal como se expresó, su (posible) desarrollo y crecimiento tecnológico.

101

En este marco, es conveniente resaltar ciertas características que esgrime Kuhn referentes a los periodos de ciencia normal que permiten clarificar dificultades ya advertidas en el planteamiento de Dosi en torno al empleo de paradigmas tecnológicos. La propuesta kuhniana establece que, durante los periodos de ciencia normal, la novedad no forma parte del quehacer de la comunidad de científicos y las reglas de juego se mantienen inalterables. En dicho período tampoco se acepta la detección de anomalías; no se juzga el marco de supuestos básicos del paradigma vigente y las voces críticas son desautorizadas por la comunidad científica; la tolerancia es muy baja, de acuerdo a Laudan (1981), en dicha comunidad. De este planteo cabe preguntarse cómo podría entonces una organización ser capaz de generar cambios y progreso de orden tecnológico, cómo podría incrementar e importar procesos creativos e innovadores si no permite la coexistencia de paradigmas, no pondera propuestas de resolución de problemas que no pertenezcan a la línea de pensamiento imperante ni acepta críticas al interior del paradigma tecnológico vigente. Desde esta línea argumentativa, en la etapa de ciencia normal, se procura maximizar el potencial explicativo y técnico del enfoque vigente, ya que, al trabajar con las mismas reglas de juego, los resultados a obtener van a comportar una misma dirección.

20. Traducción de los autores.

Bajo esta órbita, estos resultados presentan un carácter acumulable, dada la unidireccionalidad del proceso recién descrito, permitiendo de este modo a las empresas perpetuar y reproducir los modelos de resolución de problemas que forman parte del paradigma vigente. En el caso de advertirse errores y dificultades para resolver problemas de cualquier índole, estos comprenderían meramente a posibles fallas de científicos e ingenieros y, en consecuencia, no serían considerados contraejemplos a la teoría y el esquema vigentes. Por lo cual, el paradigma en cuestión se hallaría, de momento, exento de estas (posibles) dificultades. Solamente al suscitarse el agotamiento del paradigma tecnológico imperante se daría un verdadero cambio, una revolución tecnológica, en la cual coexistirían de manera temporal y provisional paradigmas rivales, hasta que uno de ellos sea considerado el más adecuado, logre imponerse y establecerse como tal. En la propuesta de Dosi, si bien se explicitan los periodos por los que transitaría el desarrollo tecnológico (periodos de cambio normal, acumulativo e incremental y revolucionario), se advierte la falta de precisión para determinar las causas que suscitan un cambio de paradigma tecnológico; falta de rigor analítico que se origina, en cierto modo, en la indefinición del concepto de paradigma tecnológico de Dosi. Tal como expresa Broncano (2000), no se halla una clara categorización de la tecnología en su propuesta y, en consecuencia, no se consigue dar cuenta del verdadero alcance de un paradigma, dada la complejidad que concierne tanto a este como al cambio tecnológico. En este sentido, y de acuerdo a lo expresado, las críticas precedentes revelan que el desarrollo tecnológico se halla lejos de periodos extensos de ciencia normal, tal como sugiere la propuesta kuhniana.

102

En suma, la exclusión de la posibilidad de coexistencia entre paradigmas que sugiere la propuesta kuhniana evidencia dificultades al hablar de desarrollo tecnológico desde la óptica de Dosi. El autor afirma que, cuando cambia el paradigma, es necesario recomenzar prácticamente desde el inicio las actividades destinadas a la resolución de problemas (Dosi, 1982), negando de este modo una posible convergencia paradigmática. Por el contrario, y siguiendo la propuesta de Laudan (1981), el desarrollo de la tecnología se encontraría más próximo a la coexistencia permanente de paradigmas (los cuales pueden ser considerados complementarios) y a debates constantes de carácter conceptual y práctico que impregnan su desarrollo y que son facilitados por dicha coexistencia. Y en esta convivencia de diferentes tecnologías, se presentan diversos comportamientos y transformaciones de distinta índole.²¹

Aquí es indispensable la consideración de distintos enfoques desde fuera del paradigma vigente (tendientes a la solución de posibles problemas tecnológicos en las empresas) para fomentar el desarrollo y avance tecnológico y aplicación de nuevas tecnologías, y para no condicionar ni limitar las prácticas que demanda dicho desarrollo.

21. Cabe mencionar el ejemplo de la tecnología motriz por carbón, la cual no fue abolida por la energía eléctrica, sino que la presupone en un tanto por ciento (Broncano, 2000). Por otro lado, existen casos de coexistencia tecnológica en distintos tipos de industrias, como por ejemplo en la industria informática. En el caso de las PC y las computadoras Macintosh, estas han coexistido durante un período prolongado. En la industria de la aviación se ha dado la coexistencia tecnológica de aviones a hélice frente a motores a reacción. En la investigación farmacéutica, lo mismo ocurrió entre la investigación farmacológica tradicional y la basada en métodos biotecnológicos (Nair y Ahlstrom, 2003: 346).

Por consiguiente, la idea que pregona Dosi respecto a la necesidad de recomienzo de las actividades al suscitarse un cambio de paradigma, sería inviable para ilustrar el devenir y funcionamiento real de los sistemas tecnológicos. A partir de lo explicitado, nos sugiere pensar: ¿Qué rol juegan tanto el pasado de carácter científico y tecnológico de las empresas como las capacidades aprendidas en la resolución de problemas pertenecientes al paradigma anterior?, ¿Condiciona este pasado al nuevo paradigma tecnológico imperante? Al producirse un cambio de paradigma tecnológico en una organización, no se considera necesario desechar todo lo que se hallaba presente en el paradigma precedente y recomenzar desde un principio las actividades para la resolución de problemas, tal como sugiere la propuesta kuhniana adoptada por Dosi. Por el contrario, es necesario analizar comparativamente sus ganancias y pérdidas para dilucidar la utilidad y viabilidad de teorías y prácticas que este último disponía y ponderar (posibles) problemas que haya logrado resolver. Este escenario, siguiendo a Laudan (1981), nos obliga a entender y evaluar al progreso y cambio tecnológico partiendo de valores, reglas y principios que corresponden a un determinado marco contextual en el cual se inscribe el quehacer técnico de las empresas.

Otra dificultad que deviene de la analogía kuhniana radica en el papel central que juega la noción de acumulación local en el desarrollo y cambio tecnológico. De acuerdo a Cimoli y Dosi, existe una amplia bibliografía respecto a la innovación que evidencia que el aprendizaje presenta un carácter acumulativo: “Acumulativo significa que el desarrollo tecnológico actual, al menos a nivel de unidades de negocio individuales, a menudo se basa en experiencias pasadas de producción e innovación, y se desarrolla a través de secuencias de coyunturas específicas de resolución de problemas” (1993: 5). Esto es así, se arguye, debido a que el desarrollo tecnológico se basa en experiencias de innovación y producción pretéritas, tratando de solucionar (posibles) problemas de acuerdo a coyunturas particulares, lo cual se halla en plena consonancia con las nociones de paradigma y trayectorias ya explicitadas.

103

Si bien es indudable que cualquier práctica tecnológica demanda experiencia, acervo de conocimiento previo y capacidades resolutorias ya adquiridas, proponer un carácter netamente acumulativo de las prácticas ajustadas al paradigma vigente adolece de ciertas dificultades que merecen ser expuestas. La noción de acumulación local expuesta por Dosi, aunque ilustra en cierta manera el desarrollo y forma de trabajar de las organizaciones en términos tecnológicos, limita posibles cambios y excluye la consideración de posibles alternativas que se pueden hallar por fuera del paradigma. Tanto el progreso técnico como el progreso científico no comportan un carácter lineal y meramente acumulativo, dado que no siempre las nuevas teorías, los nuevos descubrimientos, el diseño de nuevos artefactos técnicos y la inserción y aplicación de nuevas tecnologías (que se encuentran circunscritos al paradigma reinante) traen consigo de manera taxativa mejores resultados que garanticen, de esta forma, el avance técnico. Esto se debe, entre otros motivos, a la complejidad que traen aparejadas las prácticas tecnológicas, las cuales refieren, por ejemplo, a la incorporación y uso de nuevas tecnologías, y a la consideración y evaluación de su impacto en las organizaciones. Prácticas y procesos tecnológicos que comprenden y se hallan impregnados de diversos intereses de orden social, económico y simbólico que juegan un rol central en la toma de decisiones de orden tecnológico y en el

consecuente desarrollo de las empresas. Por consiguiente, esta noción de acumulación no ilustra fehacientemente el real funcionamiento de los sistemas tecnológicos, dada la unidireccionalidad del proceso acumulativo, que se halla restringido —tal como se expresó— a las opciones consideradas legítimas por el paradigma.

Otro aspecto a considerar reside en que la propuesta de Dosi no consigue dar cuenta de lo que comprende a un paradigma tecnológico y, por ende, no brinda una clara categorización de las tecnologías. Broncano (2000) cuestiona (si se pretende salvaguardar la equiparación kuhniana) la indefinición que se advierte en el concepto de paradigma tecnológico, en virtud de que no delimita el real alcance de dicho concepto, a raíz de la multiplicidad de elementos que forman parte del mismo. Al respecto, el filósofo español se pregunta: ¿se refiere a un sector productivo, una tecnología entendida de forma tradicional, a grandes categorías de procesos?

A su vez, y no menos importante, el concepto kuhniano de “comunidad científica” no es interdefinible en términos tecnológicos y económicos, dado que comprende a un dominio totalmente disímil, y sería difícil hacer extensión de él a otras áreas a raíz de la caracterización que Kuhn realiza al concepto de comunidad (Broncano, 2000). Al respecto Bramuglia expresa:

“La analogía conceptual entre el paradigma kuhniano sobre el desarrollo de la ciencia y el paradigma tecnológico no es adecuada, ya que el tipo de fenómeno que explica no es analíticamente comparable. T. Kuhn analiza el desarrollo de la ciencia en la comunidad científica, y G. Dosi se refiere a un fenómeno como la innovación tecnológica que involucra una visión sobre el desarrollo económico de la sociedad, sin la debida profundidad analítica” (2000: 22).

104

Más allá de dicha crítica, Kuhn emplea el concepto de “comunidad” tomando en cuenta a los científicos y su lógica interna, al atender, entre otras cosas, a los mecanismos internos de autoridad. Por el contrario, Dosi extrapola este límite al considerar factores y fuerzas económicas, sociales e institucionales al momento de caracterizar los paradigmas tecnológicos. Por consiguiente, desde este marco, la construcción paradigmática que realiza Dosi no responde a una lógica específica. Tal es el caso de la selección de un paradigma. En la noción kuhniana, su selección compete a los científicos que forman parte de la comunidad científica. Mientras que la selección de un paradigma tecnológico se realiza en ámbitos científicos, económicos, políticos, etc.

Por último, a pesar de la firme filiación teórica con la propuesta de Kuhn, es menester resaltar que Dosi (1982) reconoce algunas limitaciones en su paralelismo con las ideas kuhnianas. Por un lado, destaca que tanto el conocimiento tecnológico como el conocimiento científico son de distinta naturaleza. El primero se halla mucho menos articulado que el segundo al expresar que el conocimiento de orden tecnológico se encuentra, en mayor parte, de manera implícita en la experiencia (Cimoli y Dosi, 1993). A su vez, explicita dificultades en la práctica para diferenciar lo que es la actividad normal y el cambio de problemática. Por ello, Dosi (1982) manifiesta que, en

muchos casos, esta propuesta no debe ser forzada y que, en consecuencia, la idea de paradigma debe ser considerada como una aproximación adecuada solamente en algunos casos.

Conclusiones

En el curso del presente trabajo se dio cuenta de los conceptos de paradigma y trayectoria tecnológica propuestos por Dosi y sus implicancias en la explicación del cambio tecnológico. Se han expuesto algunos aciertos y logros en su propuesta que se dirigen a cuestionar los modelos de equilibrio estático establecidos por los neoclásicos, al ofrecer un instrumental teórico valioso para atender y abarcar las complejas relaciones existentes entre tecnología y los sistemas económicos. Y para dar cuenta de ello, es clave, por un lado, su propuesta de carácter sistémico y situado, y, por el otro, su intención de atender a todas las formas de conocimiento para comprender las actividades de las empresas en términos tecnológicos, económicos y sociales. No menos importante: desestima la visión ortodoxa que concibe a la tecnología y la innovación como elementos exógenos a los sistemas económicos.

Se advierte en el pensamiento de Dosi una firme filiación teórica a la propuesta conceptual de Kuhn, al enfatizar, desde su mirada, las fuertes similitudes existentes entre la naturaleza y procedimientos que comprenden al desarrollo científico y tecnológico. Su postura es coherente en el sentido de que toda la explicación que esgrime se halla en plena adhesión con el aparato teórico de Kuhn, al tratar de agotar y extender la analogía de la manera más abarcativa y exhaustiva posible para explicar el desarrollo y cambio tecnológico.

No obstante, y a pesar de la riqueza conceptual en su planteamiento, se evidencian algunas dificultades en torno al uso de la analogía kuhniana. En primer lugar, esto es así, al pretender extrapolar un cuerpo de conocimiento de distinta naturaleza, a raíz de la posible pérdida de rigor analítico y empleo exagerado de lo que Hempel (2002) llamó “disponibilidad semántica”, ya que las dinámicas científicas y tecnológicas abarcan diferentes categorías y dimensiones de análisis. En segundo lugar, y a causa del estricto uso del aparato conceptual de Kuhn, se derivan otras dificultades. Tal es el caso de las restricciones en cuanto a la consideración y empleo de todo tipo de alternativas, teorías y esquemas de resolución de problemas que se hallen por fuera del paradigma imperante. Por lo cual, desde la órbita de Dosi, la coexistencia de paradigmas no sería algo viable, a excepción de una revolución tecnológica, en donde habría convergencia de manera temporal. En este sentido, y de acuerdo a lo expuesto durante este trabajo, las críticas esgrimidas revelan que el desarrollo tecnológico se halla lejos de periodos extensos de ciencia normal, tal como sugiere la propuesta kuhniana.

Por otro lado, se observa que, si bien la noción de acumulación local es de sumo interés para entender la dinámica del cambio tecnológico (en referencia a la necesidad de conocimiento y experiencia previa en el quehacer técnico), la unidireccionalidad que sugiere esta noción, junto a la propuesta de recomenzar todas las actividades al suscitarse un cambio de paradigma, limitan esta dinámica. En consecuencia, este

recomienzo desestima formas de resolución de problemas que pertenecen al viejo paradigma y que podrían ser de utilidad en el nuevo esquema. Y por ello su concepto de paradigma tecnológico resulta insuficiente para atender a la complejidad del fenómeno tecnológico. Sin embargo, es menester resaltar que Dosi reconoce ciertas limitaciones de su propuesta en torno al uso de la analogía kuhniana, reflejando en cierta manera una mirada crítica frente a su análisis.

El trabajo realizado sugiere nuevas propuestas a considerar a futuro: hablamos del diálogo que las teorías evolucionistas pueden establecer con análisis institucionales en torno a nociones como especificidad organizacional, autoorganización, aprendizaje y dinámica de la selección, entre otras (Dosi y Cimoli, 1993). Por su parte, en el seno del evolucionismo económico se pueden hallar interesantes exponentes. Tales son los casos de Carlota Pérez, que trata de comprender el fenómeno de la innovación y hallar regularidades, continuidades y discontinuidades en los procesos de innovación, y de Nathan Rosemberg. Ambos autores se oponen por un lado a entender la innovación por medio de modelos lineales, y por el otro le otorgan un rol central en el desarrollo y cambio tecnológico.²²

Por último, y más allá del marco teórico propuesto por esta corriente (con sus aciertos y deficiencias), es necesario remarcar el interés del evolucionismo económico por proponer políticas científicas y tecnológicas que colaboren con el desarrollo y crecimiento, tanto de organizaciones como de gobiernos.²³

22. Pueden encontrarse muchos ejemplos contrarios a un esquema lineal: el lapso entre los avances científicos y su aplicación tecnológica puede variar desde unos cuantos meses (como en el caso del transistor) hasta siglos; la innovación tecnológica realmente precede al descubrimiento científico del principio general a partir del cual funcionan las tecnologías (como en el caso de las lámparas eléctricas), y los avances científicos pueden basarse en la invención de nueva maquinaria y no a la inversa (por ejemplo, se debe ponderar la importancia del microscopio electrónico para los descubrimientos científicos subsecuentes en biología) (Cimoli y Dosi, 1993).

23. Tarea que excede al objetivo del presente trabajo.

Bibliografía

BARLETTA, F., ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2014): "Introducción", *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (1)*, Buenos Aires, Miño y Dávila.

BASALLA, G. (1991): *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Crítica.

BERUMEN, S. (2006): *Introducción a la Economía Internacional*, ESIC.

BOURDIEU, P., CHAMBOREDON J. C. y PASSERON, J. C. (2002): *El oficio del sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Buenos Aires, Siglo XXI Editores.

BRAMUGLIA, C. (2000): *La tecnología y la teoría económica de la innovación*, Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

BRONCANO, F. (2000): *Mundos artificiales: Filosofía del cambio tecnológico*, México DF, Paidós.

CIMOLI, M. y DOSI, G. (1993): "De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación", *Revista de Comercio Exterior*, vol. 44, n° 8, pp. 669-682.

DOSI, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, Brighton, University of Sussex.

DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R. R., SILBERBERG, G. y SOETE, L. (1988): *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers.

DOSI, G. (1988): "Fuente, Métodos y Efectos Microeconómicos de la Innovación", *Ekonomiaz. Revista Internacional de Economía*, vol. 22, pp. 269-331.

DOSI, G. (2008): "La interpretación evolucionista de las dinámicas socioeconómicas", en R. Viale (comp.): *Las nuevas economías. De la economía evolucionista a la economía cognitiva: Más allá de las fallas de la teoría neoclásica*, México DF, Flacso, pp. 29-44.

EDGERTON, D. (2007): *Innovación y tradición. Historia de la tecnología moderna*, Barcelona, Crítica.

ELSTER, J. (2006): *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, Barcelona, Gedisa.

FEENBERG, A. (2012): *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

FLUSSER, V. (2001): *Hacia una filosofía de la fotografía*, Madrid, Síntesis.

KUHN, T. (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*, México DF, Breviarios 213, Fondo de Cultura Económica.

LAUDAN, L. (1981): “Un enfoque de resolución de problemas al cambio científico”, en I. Hacking: *Las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, pp. 273-293.

NELSON, R. R. y WINTER, S. G. (1982): *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press.

NAIR, A. y AHLSTORM, D. (2003): “Delayed creative destruction and the coexistence of technologies”, *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 20, n° 4, pp. 345-365.

PÉREZ, C. (1986): “Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto”, *Estudios Internacionales*, año XIX, n° 76, pp. 420-459. Disponible en: <http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/lasnuevastecnologiasunavisión.pdf>.

PÉREZ, C. (2010): *Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos*, Universidad Tecnológica de Tallin, Universidad de Cambridge y Universidad de Sussex. Disponible en: http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/Revoluciones_tecnologicas_y_paradigmas_tecnoeconomicos.pdf.

108

PÉREZ RANSANZ, A. (1999): *Kuhn y el cambio científico*, México DF, Fondo de Cultura Económica.

POLANYI, M. (1967): *The Tacit Dimension*, Chicago, University of Chicago Press.

THOMAS H. (s/f): *Innovación y cambio tecnológico. Conceptos*. Disponible en: http://www.cedet.edu.ar/Archivos/Bibliotecas_Archivos/id38/Innovaci%C3%B3n%20y%20cambio%20tecnol%C3%B3gico%20_Thomas.pdf.

RAMÓN, J. M. (2004): *La epistemología de Kuhn, Lakatos y Feyerabend: Un análisis comparado*, Comodoro Rivadavia, Universidad Nacional de la Patagonia.

SIMON, H. (1979): *Las ciencias de lo artificial*, Editorial ATE.

STIEGLER B. (2002): *La técnica y el tiempo 1. El pecado de Epimeteo*, Hiru.

Cómo citar este artículo

GARCÍA FARJAT, M. J. y SALGUERO, S. W. (2020): “Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 91-108.

**Riesgo, tecnología nuclear y resistencia en Formosa, Argentina:
la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2 ***

**Risco, tecnologia nuclear e resistência em Formosa, Argentina:
a controvérsia em torno do projeto CAREM e da NPUO2**

***Risk, Nuclear Technology and Resistance in Formosa, Argentina:
The Controversy around the CAREM Project and the NPUO2***

Agustín Gabriel Piaz **

En el marco del renovado interés por el desarrollo nuclear en Argentina y el mundo, y de la nueva ola de oposición a esta tecnología registrada tras el accidente de Fukushima en 2011, se abordan en este artículo las acciones de resistencia a la tecnología nuclear en la provincia argentina de Formosa. Se implementa el estudio de un caso representativo, conformado por los proyectos de construcción de un reactor CAREM y una nueva planta productora de dióxido de uranio en territorio provincial. Más específicamente, se describe y analiza el proceso de construcción de la percepción social de la tecnología nuclear como una amenaza para el ambiente y la salud de las personas; las formas en que se lleva a cabo la resistencia en el espacio y la esfera pública; y las continuidades y rupturas que presenta el caso con otras acciones de protesta en contra de esta tecnología. Se argumenta que las acciones de resistencia a la energía atómica en Formosa emergen como parte de procesos democráticos e históricos de discusión en la esfera pública, sostenidos por actores que poseen diversos tipos de conocimientos y experticias acerca del desarrollo y la implementación de la tecnología nuclear en Argentina.

109

Palabras clave: riesgo; tecnología nuclear; proyecto CAREM-NPUO2

* Recepción del artículo: 06/08/2018. Entrega de la evaluación final: 11/09/2018.

** Becario posdoctoral, CONICET-Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Correo electrónico: agustinpiaz@yahoo.com.ar.

No âmbito do renovado interesse pelo desenvolvimento nuclear na Argentina e no mundo, e a nova onda de oposição a essa tecnologia registrada após o acidente de Fukushima em 2011, este artigo aborda as ações de resistência à tecnologia nuclear na província argentina de Formosa. O estudo de um caso representativo é implementado, consistindo nos projetos de construção de um reator CAREM e uma nova planta de produção de dióxido de urânio no território provincial. Mais especificamente, é descrito e analisado o processo de construção da percepção social da tecnologia nuclear como uma ameaça ao meio ambiente e à saúde das pessoas; as formas pelas quais a resistência é realizada no espaço e na esfera pública; e as continuidades e rupturas que o caso apresenta com outras ações de protesto contra essa tecnologia. Argumenta-se que as ações de resistência à energia atômica em Formosa surgem como parte de processos democráticos e históricos de discussão na esfera pública, sustentados por atores que possuem diversos tipos de conhecimento e experiência sobre o desenvolvimento e implementação da tecnologia nuclear na Argentina.

Palavras-chave: risco; tecnologia nuclear; projeto CAREM-NPUO2

Within the context of a renewed interest in the development of nuclear power in Argentina and the world, and the new wave of opposition to this technology that has arisen after the Fukushima accident in 2011, this paper focuses on the actions of resistance against nuclear technology in the Argentine Province of Formosa. We analyze a representative case study of the construction projects of a CAREM reactor and a new uranium dioxide production plant within the province's territory. More specifically, we describe and analyze the process of the construction of the public perception of nuclear technology as a threat to the environment and people's health, the ways in which resistance is performed in the public arena, and the continuities and ruptures between this case and other collective actions against this technology. We argue that resistance against nuclear power in Formosa has emerged as part of democratic and historical processes of discussion in the public sphere, and are supported by parties that possess diverse types of knowledge and expertise in the development and implementation of nuclear technology in Argentina.

Keywords: risk; nuclear technology; CAREM-NPUO2 project

Introducción

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Gobierno de la provincia argentina de Formosa acordaron en diciembre de 2009 la realización de estudios preliminares en el marco del proyecto de construcción de un reactor nuclear de baja potencia de diseño nacional y con capacidad para generar energía en el orden de los 150 MW. Este acuerdo fue ratificado en mayo de 2010 mediante la rúbrica de un convenio que tenía como propósito dar un nuevo impulso al proyecto de la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM) en territorio formoseño. En 2013, la toma de estado público de los posibles destinos que la CNEA barajaba para emplazar al reactor CAREM alertó a vecinos de las zonas pre-seleccionadas y a organizaciones ambientalistas del ámbito local, nacional e internacional, despertando cuestionamientos acerca de los posibles impactos futuros que este emprendimiento pudiera provocar en el ambiente y la salud de las personas. Hacia finales de ese mismo año se sumaron a los planes del emplazamiento del CAREM rumores sobre los proyectos de construcción de un polo científico-tecnológico y una nueva planta productora de dióxido de uranio (NPUO2) que reemplazaría a una instalación que fuera clausurada y resistida durante años en la provincia de Córdoba. En este escenario se registraron múltiples acciones de resistencia al desarrollo nuclear en Formosa que adquirieron en 2014 visibilidad en la esfera pública a partir de la realización de acciones colectivas de protesta y la puesta en circulación de argumentos en contra de desarrollo atómico. De manera análoga, voces de oposición emergieron también en la República del Paraguay, país limítrofe cuya capital y ciudad más poblada, Asunción, se encuentra en el rango de los 100 km de distancia de los emprendimientos resistidos.

111

En el marco de un renovado interés por el desarrollo de la tecnología nuclear en Argentina y el mundo, y de una nueva ola de oposición a esta tecnología registrada tras el accidente de Fukushima en 2011, abordamos en este artículo las acciones de resistencia al desarrollo nuclear en Formosa a partir del estudio de la controversia que emergió en torno a los proyectos de construcción de un reactor CAREM y una nueva planta productora de dióxido de uranio en territorio provincial.¹

La estructura de este artículo se divide en cuatro apartados. En el primero se presentan antecedentes y lineamientos teórico-metodológicos que guían la investigación y que ponen el foco en la resistencia al desarrollo atómico. En el segundo se aborda el proceso de construcción de la percepción social de la tecnología nuclear como una amenaza para la salud y el ambiente en Formosa, a partir de la percepción y comunicación del riesgo asociado a los proyectos de construcción del reactor CAREM y, posteriormente, ante la toma de estado público de los acuerdos para la construcción de la NPUO2. En el tercer apartado se identifican y describen las acciones de resistencia a la tecnología nuclear que emergen en Formosa y en Paraguay, así como también los repertorios de acción colectiva que se ponen en juego como expresión de la resistencia. En el cuarto apartado se analizan los procesos de

1. Interés que se encuentra vinculado, desde comienzos del nuevo milenio, con proyectos de diversificación de la matriz energética y la búsqueda de reducción de la dependencia de combustibles fósiles en procesos de producción de energía.

discusión de los proyectos resistidos en la esfera pública, haciendo foco en los ejes argumentales que estructuraron las presentaciones en la audiencia que se llevó a cabo como parte de los requisitos para la construcción de la NPUO2.

Por último, en las reflexiones finales se recuperan rasgos distintivos de una controversia que pone en escena procesos de construcción de la percepción social de tecnología nuclear como una amenaza para el ambiente y la salud de las personas, la implementación de acciones colectivas de protesta y procesos de discusión en la esfera pública que recuperan tanto argumentos técnicos como posicionamientos político-ideológicos asociados al desarrollo nuclear. En términos más generales, se argumenta que las acciones de resistencia al desarrollo atómico en Formosa no emergen como resultado de posicionamientos irracionales o de falta de información sobre los proyectos resistidos. Se sugiere, en cambio, que las acciones de resistencia al desarrollo nuclear emergen como parte de procesos democráticos e históricos de discusión de esta tecnología en la esfera pública. Tales procesos son sostenidos, además, por actores que poseen diversos tipos de conocimientos y grados de experticia acerca del desarrollo y la implementación de la tecnología nuclear en Argentina.

1. Antecedentes y consideraciones teórico-metrológicas

La controversia por el desarrollo y la implementación de la tecnología nuclear en Formosa pone en escena al menos dos dimensiones que —según Hess, Breyman, Campbell y Martin (2008)— son de especial relevancia para los estudios sociales de la ciencia y la tecnología: por un lado, está conformada por procesos de discusión de la ciencia y la tecnología que se dirimen en la esfera pública; por otro lado, da cuenta de la existencia de capacidades y estrategias implementadas por la ciudadanía para impulsar procesos de discusión sobre proyectos científico-tecnológicos, reunir adherentes, enmarcar conflictos, impulsar acciones colectivas de protesta e incluso producir impactos tanto en procesos tecnológicos, planes sostenidos desde sectores promotores del desarrollo nuclear, como impactos en el hacer recursivo de reclamos. Con la intención de focalizar el estudio en la descripción y el análisis de ambas dimensiones identificadas en la controversia, los lineamientos teórico-metodológicos que guían este trabajo recuperan el diálogo y los aportes recíprocos entre teorías sustantivas de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología y la literatura sobre política contenciosa y movimientos sociales.

Más específicamente, nos apoyamos en la literatura de tres grandes áreas: i) resistencia a las tecnologías (Bauer, 1995 y 2015), que entiende la resistencia no como actos de oposición que operan en detrimento del desarrollo científico-tecnológico, sino como constitutivas de procesos que incluyen la capacidad y libertad de elección ciudadana por sobre modelos tecnocráticos de toma de decisiones; ii) controversias públicas, en la tradición iniciada por Nelkin (1984 y 1995), que destaca la importancia de analizar disputas públicas que vinculan a la ciencia, la tecnología y la sociedad, en tanto permiten observar las preocupaciones e intereses que allí se ponen en juego, así como también supuestos y posiciones que adoptan actores intervinientes; y iii) la literatura sobre política contenciosa y movimientos sociales, que contempla

tanto estructuras de oportunidades políticas, recursos movilizados como procesos de enmarcado que impulsan la acción colectiva (McAdam, Tarrow y Tilly, 2007; McAdam, McCarthy y Zald, 1999). La opción por la articulación entre la literatura de estas áreas no surge *ad hoc*, sino que se explica en tanto las acciones de resistencia a las tecnologías pueden dar lugar al establecimiento de controversias, acciones colectivas de protesta e incluso a la conformación de movimientos sociales (Bauer, 1995 y 2015). Tales movimientos constituyen, a su vez, en las sociedades democráticas, uno de los vehículos predilectos para articular y expresar reclamos que representan los intereses de colectivos participantes, a tal punto que es posible afirmar que “vivimos en una ‘sociedad de movimientos’, y quizás incluso en un mundo de movimientos sociales” (Snow, Soulé y Kriesi, 2004: 16).² Asimismo, se continúa en la tradición por recuperar esfuerzos realizados desde los estudios CTS, especialmente aquellos que ponen el foco en la resistencia a las tecnologías y las controversias públicas, para incorporar herramientas teórico-metodológicas que posibiliten profundizar tanto en las descripciones como en los análisis de casos empíricos. En cuanto a la metodología, se implementa un abordaje cualitativo, y el método de análisis consiste en el estudio de un caso representativo conformado por acciones de protesta y discusiones en la esfera que pública que emergieron en el marco de la controversia por los proyectos de construcción del reactor CAREM y la NPUO2 en Formosa. La temporalidad del estudio se extiende desde los orígenes del caso hasta 2014, cuando se realizaron las audiencias ciudadanas y públicas para avanzar hacia la construcción de la NPUO2 y se registraron las últimas acciones de protesta de relevancia.

En otro orden de ideas, este artículo forma parte de la continuación y profundización de un estudio de las acciones de resistencia a la tecnología nuclear en Argentina que se viene desarrollando desde 2010 (Piaz y Vara, 2013; Piaz, 2015; Piaz, 2016). Por un lado, se lleva a cabo en un período de renovado interés por el desarrollo nuclear en Argentina y el mundo, que comenzó a registrarse especialmente desde comienzos del nuevo milenio, cuando la generación de energía nucleoelectrónica adquirió un nuevo impulso: mientras que desde sectores promotoresse comenzó a hacer hincapié en la energía atómica como una opción tecnológicamente viable y capaz de ofrecer soluciones frente al calentamiento global, surgían en consonancia posicionamientos públicos frente a la producción de nucleoelectricidad que eran menos negativos que en tiempos anteriores (Prati y Zani, 2012).^{3,4} Sin embargo, este nuevo impulso al desarrollo nuclear en Argentina se inscribe también en el marco de una vasta trayectoria de desarrollo e investigación en el área que ha sido construida en más de sesenta años de historia, durante los cuales se han alcanzado algunos de los hitos científico-tecnológicos más significativos para el país y la región, como la puesta en marcha de reactores de investigación y potencia, el desarrollo de proyectos vinculados a la *big science*, el dominio de diversas etapas del proceso productivo

2. Traducción del autor.

3. Principalmente organismos internacionales, como el Organismo Internacional de Energía Atómica, y países líderes en cuanto a su desarrollo e implementación con capacidad e intenciones de exportar tecnología, como los Estados Unidos y China.

4. Se argumenta que la producción de nucleoelectricidad no emite gases que contribuyan con el “efecto invernadero”.

del combustible nuclear y la exportación de reactores de investigación e insumos varios vinculados con esta tecnología. Incluso, el desarrollo de la energía atómica en el país ha sido considerado como un caso exitoso de desarrollo de una tecnología que gozó de cierta continuidad, atravesó gobiernos de facto y períodos de crisis económicas, a partir del cual no sólo se alcanzaron importantes objetivos delineados en los proyectos nucleares argentinos, sino que también se impulsó, como sostiene Hurtado (2014), la constitución de un caso paradigmático y excepcional de desarrollo de una tecnología capital-intensiva que posibilitó la emergencia y consolidación de un régimen tecnopolítico construido en torno a un gran sistema tecnológico.

Por otro lado, este estudio se lleva también a cabo en el marco de un ciclo de protesta ambiental que atraviesa América Latina (Vara, 2012) y del nuevo escenario que se configuró tras el accidente ocurrido en 2011 en las centrales de Fukushima Daiichi, que volvió a poner la tecnología nuclear en el centro de la atención de movimientos ambientalistas, la agenda pública y de los medios de comunicación masiva impactando en la reinstalación de controversias y debates en Argentina y el escenario global (Jorant, 2001; Cooper, 2011; Prati y Zani, 2012).⁵ Cabe destacar, sin embargo, que las acciones de resistencia al desarrollo nuclear en Argentina presentan también rasgos distintivos tanto en relación con la resistencia a esta tecnología en países que son líderes en cuanto a su desarrollo e implementación —como los casos de Estados Unidos o Francia, que cuentan con planes nucleares de gran escala— como en relación con otros casos de resistencia a tecnologías que se han desarrollado en el país.⁶ Particularmente nos interesa señalar que la resistencia a la tecnología nuclear en Argentina conlleva resistir una tecnología que cuenta con un alto grado de participación nacional en sus procesos de desarrollo e implementación (que aportan, además, un alto valor agregado en relación con la producción de energía), a diferencia de lo que ocurre con otros casos de resistencia a las tecnologías que se han registrado en el país y que se vinculan, por ejemplo, con procesos extractivos de escaso valor agregado y alto costo ambiental, como los cuestionamientos y acciones de protesta en contra de la mega minería a cielo abierto o la extracción de gas y petróleo mediante fractura hidráulica.⁷

A modo de cierre, y en términos más generales, esta investigación se inscribe en un momento en el que se observa tanto una intensificación de las acciones de resistencia a la tecnología nuclear en Argentina —que han ido en aumento desde el retorno a la

5. Ciclo caracterizado por la coincidencia de reclamos vinculados con emprendimientos científico-tecnológicos en la región que han facilitado y potenciado reclamos similares. Entre estos se encuentran, por ejemplo, las discusiones y acciones de protesta en contra de la mega minería a cielo abierto; las controversias en torno a la instalación de industrias con potencial contaminante, como el conflicto en torno a construcción de las plantas productoras de pasta de celulosa en la vera del Río Uruguay; o la resistencia a cultivos transgénicos y aspersiones de glifosato.

6. Mientras que Estados Unidos y Francia tienen —respectivamente— 98 y 58 reactores de potencia en operación, Argentina cuenta solamente con tres. De hecho, los programas nucleares de Argentina, tanto como los de México y Brasil (con dos centrales de potencia en funcionamiento cada uno) han sido caracterizados como programas de “baja escala” (Hurtado y Romero de Pablos, 2012).

7. Esto contribuye, en parte, a la explicación acerca del porqué de la orientación de las estrategias argumentativas implementadas por sectores promotores del desarrollo nuclear —descriptas y analizadas en el cuarto apartado— para justificar la opción por el desarrollo nuclear en Formosa.

democracia hasta la actualidad y se han focalizado en distintas etapas del proceso productivo de la nucleoelectricidad (Piaz, 2015), como un nuevo impulso a diversos proyectos asociados al desarrollo de esta tecnología en el país registrado durante los gobiernos de Néstor Kirchner y Cristina Fernández de Kirchner, entre los que se encontraba el apoyo a la construcción del reactor CAREM y la NPUO2.

2. Del CAREM a la NPUO2: la construcción de la percepción social de la tecnología nuclear como una amenaza en Formosa y Paraguay

2.1. El proyecto CAREM toma estado público

En 2006 Argentina decidió dar un nuevo impulso al desarrollo nuclear mediante el lanzamiento de un plan estratégico que tenía como principales objetivos la generación de energía nucleoelectrónica y la aplicación de la tecnología nuclear en cuestiones vinculadas a la salud pública y la industria. Como parte de este proceso se promovió, entre otros proyectos de relevancia, la reactivación de la construcción de la central atómica de potencia Atucha II (finalizada y conectada a la red en 2014), la puesta en marcha de una planta de producción de agua pesada, los proyectos de extensión de vida de la central de Embalse, la proyección de nuevas centrales nucleares, la reanudación proyectos vinculados con la prospección, extracción y enriquecimiento de uranio, y el apoyo al mencionado reactor CAREM (CNEA, s/f).⁸

El CAREM forma parte de un proyecto de larga data que había comenzado a principios de los años 80 y buscaba sacar provecho del *know how* incorporado en materia de desarrollo nuclear tras la participación de profesionales argentinos en la construcción y puesta en marcha de reactores de investigación y las centrales nucleoelectrónicas Atucha I y Embalse. En 1984 este proyecto fue presentado oficialmente y desde entonces se trabajó en su desarrollo, aunque con altibajos coincidentes con diversos períodos atravesados por la CNEA, como las dificultades económicas y de apoyo político durante los 90. Posteriormente, en el marco de la reactivación del Plan Nuclear en 2006, el proyecto CAREM fue declarado de “interés nacional”, hecho que sostuvo el apoyo a tareas de investigación y diseño y el inicio de la construcción de un prototipo de 25 Mw. que comenzaría a materializarse en el predio de Lima, provincia de Buenos Aires, donde se encuentran las centrales Atucha I y II. En 2014, “tuvo lugar uno de los hitos para la concreción del Proyecto CAREM al comenzarse la primera etapa del hormigonado estructural del edificio civil del reactor emplazado en Lima” (CNEA, 2015: 30).

115

8. Entre estos proyectos se destacó el acuerdo con la República Popular China, promovido durante el gobierno de Cristina Fernández de Kirchner y ratificado durante la gestión de Mauricio Macri, para la construcción de al menos dos nuevas centrales nucleares de potencia. Luego el acuerdo fue puesto en revisión, en el marco de las políticas de ajuste que llevaron adelante en el país durante el gobierno de Mauricio Macri (Clarín, 2018).

En este escenario, la CNEA había comenzado en 2009 con la confección de estudios preliminares para la construcción del reactor en Formosa. Sin embargo, la publicación de un informe periodístico en el medio paraguayo *ABC Color* que explicitaba los espacios preseleccionados para la instalación del reactor llamó la atención de vecinos de la zona y de organizaciones ambientalistas de Argentina y Paraguay. Allí se expresaban, además, múltiples cuestionamientos al proyecto que recuperaban los principales argumentos sostenidos desde el ambientalismo contra la tecnología nuclear. El artículo se apoyaba principalmente en información y posicionamientos de Raúl Montenegro, presidente de la Fundación para la Defensa del Medio Ambiente (FUNAM). Partiendo de la percepción del proyecto como riesgoso, Montenegro —biólogo ambientalista, activista antinuclear y Premio Nobel alternativo, presentado como “experto” por *ABC Color*— caracteriza las locaciones preseleccionadas como “zonas de sacrificio” y describe potenciales impactos para el ambiente y la salud humana que podrían sucederse en el caso de ocurrir un accidente:

“500 km a la redonda o 1.200 km [de donde se instalara el CAREM], se convertirán en ‘zona de sacrificio’ por los potenciales riesgos que podría devenir del reactor, si se volcara por ejemplo material radiactivo al río y/o a las napas acuíferas, afectando toda la zona del NEA (Provincias del Noreste Argentino) incluida la mayor parte del territorio paraguayo [...] ‘con residuos radiactivos de alta actividad que tienen una peligrosidad por más de 200 mil años’” (*ABC Color*, 2013, comillas presentes en el original).

116

Asimismo, en el artículo se exponen argumentos presentados para cuestionar el emplazamiento del CAREM, que resumen los principales problemas atribuidos desde el ambientalismo a la producción de nucleoelectricidad, al tiempo que hacen foco en las distintas etapas de su proceso productivo. En este sentido, se explicitaban cuestionamientos hacia: i) la radiación liberada al ambiente durante el funcionamiento normal de las instalaciones; ii) los impactos en el ambiente pasibles de ser producidos tras la liberación regular de efluentes; iii) los problemas asociados al tratamiento y disposición final de residuos radiactivos; y iv) la existencia de posibles accidentes con consecuencias catastróficas y potencial contaminante durante extensos períodos de tiempo.

En otro orden de ideas, y si bien la figura de Montenegro resultó fundamental para la instalación y difusión de las primeras críticas al proyecto CAREM en la esfera pública, la emergencia y consolidación de la controversia no hubiera sido posible sin el creciente interés y apoyo de organizaciones ambientalistas y pobladores de zonas aledañas, tanto de Argentina como de Paraguay, que comenzaron a organizarse para resistir el avance del proyecto. A diferencia de lo que ocurriría en Formosa, donde las acciones de protesta adquirieron visibilidad cuando se dieron a conocer públicamente las intenciones de la CNEA y Dixitek de construir una nueva planta productora de dióxido de Uranio (NPUO2) en territorio provincial, el descontento en Paraguay alcanzó notoriedad de manera inmediata. En la ciudad paraguaya de Pilar, ubicada en los márgenes del río Paraguay y prácticamente frente al límite entre las provincias argentinas de Chaco y Formosa, comenzaron a registrarse ya en 2013 acciones de

resistencia contra los planes de construcción del CAREM. Convocadas por la Unión de Organizaciones y Ciudadanos de Ñeembucú Salvemos los Humedales (UOCÑ) se llevaron a cabo acciones de protesta, charlas informativas y foros públicos que contaron con el respaldo de organizaciones ambientalistas de Argentina (entre las que se destacaría el rol de la FUNAM), vecinos de la zona y dirigentes políticos que, por un lado, facilitaron espacios públicos y edificios gubernamentales para la realización de múltiples actividades; y por otro lado, solicitaron información al gobierno argentino, dando cuenta de su preocupación y explicitando la oposición a los planes de la CNEA. En este sentido se expresaba incluso el entonces presidente de Paraguay, Federico Franco: “Rechazamos respetuosa pero enérgicamente la instalación de una planta nuclear en la línea de frontera” (*Clarín*, 2013).^{9 10}

2.2. La nueva planta de uranio y el Polo Científico, Tecnológico y de Innovación en Formosa

Hacia finales de 2013, a los planes del emplazamiento del reactor CAREM en territorio fronterizo se sumaron rumores acerca de los proyectos de construcción de una planta productora de dióxido de uranio en Formosa. La denominada NPUO2 consistía en una instalación pensada para reemplazar a la antigua planta que funcionaba bajo la órbita de Dioxitek S.A., localizada en la ciudad capital de Córdoba.¹¹ A comienzos de 2014 los rumores sobre el traslado de Dioxitek hacia Formosa se convertían en noticia: la Municipalidad de Córdoba informaba que la empresa se instalaría en Formosa, “donde ya comenzaron las obras”, según un comunicado oficial. En marzo de ese mismo año tomó estado público que la NPUO2 se construiría en el predio del proyectado Polo Científico, Tecnológico y de Innovación (PCTel) que el gobernador Gildo Insfrán había anunciado durante el inicio del período de sesiones ordinarias en la Legislatura Provincial.¹² Impulsado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de

117

9. Durante agosto de 2013 se produciría en Paraguay el cambio de mando y la asunción del nuevo presidente electo, Horacio Cartes. Con el objetivo de potenciar la visibilidad de sus reclamos e instalar las discusiones en la agenda política del nuevo gobierno, funcionarios y organizaciones ambientalistas de Argentina y Paraguay convocaron a la realización de una marcha para mostrar su rechazo a la instalación del reactor nuclear en territorio formoseño. Una semana antes de que finalmente se efectivizara el recambio de autoridades, cerca de medio centenar de personas se reunió frente a la Embajada argentina en Asunción bajo el lema “No a la planta nuclear, sí a la vida”.

10. De acuerdo con lo expresado en el Artículo 17 de la Ley N°24.776 de la Convención sobre Seguridad Nuclear, aprobada por el OIEA en 1994, se establece el deber de “consultar a las partes contratantes” que se encuentren en las cercanías de una instalación nuclear proyectada y que pudieran resultar afectadas en caso de un accidente. En esta ley se estipula también la obligación de brindar la “información necesaria” solicitada en el caso de que existiera una petición al respecto. Es decir, de acuerdo con el marco que regula la actividad nuclear en el mundo, la Argentina debía poner al corriente de los proyectos previstos en Formosa a Paraguay.

11. Se trataba de una planta resistida desde mediados de los años 80, cuya ubicación inconveniente fue públicamente reconocida por la CNEA. Tras múltiples pedidos de relocalización, la municipalidad de Córdoba y Dioxitek acordaron a principios de la década del 90 mudar la planta, algo que hasta la actualidad no se ha concretado. Tras las negativas de las provincias de La Rioja y Mendoza y los distintos municipios cordobeses en los que intentó relocalizarse sin éxito, la empresa comenzó a barajar la opción de Formosa (Piaz, 2016).

12. En cuanto al predio escogido, se trata de un área de una superficie total de 574 hectáreas (aproximadamente seis km²), ubicada a 16 kilómetros de la capital provincial, en una zona no poblada de la Reserva Biológica, de fácil acceso y en los márgenes del riacho Formosa. En el plan de construcción se estipulaba la existencia de 112 hectáreas dedicadas al “desarrollo científico”; 66 que conformarían un “área experimental”; 124 que se corresponderían al “área de conservación”; y 272 que serían destinadas a un “área de desarrollo industrial”, en la que se preveía emplazar la NPUO2.

Jefatura de Gabinete del Poder Ejecutivo y la Subsecretaría de Desarrollo Económico del Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas del Gobierno de Formosa, y de acuerdo con lo sostenido por autoridades gubernamentales, la construcción de PCTel se enmarcaba en las políticas de promoción al desarrollo de la industria que se impulsaban en el país desde el sector público, las cuales buscaban promover el crecimiento planificado de las actividades industriales y comerciales, así como también la formación de recursos humanos altamente calificados. La presentación de este proyecto contó con la participación de funcionarios provinciales, representantes de la CNEA, Dioxitek, y también de manifestantes que aprovecharon la ocasión para hacer oír sus reclamos y expresar la resistencia en el espacio público.

Hacia mediados de 2014, los plazos establecidos para el funcionamiento de la planta productora de dióxido de uranio en Córdoba se agotaban y los planes de construcción de la NPUO2 en Formosa avanzaban, pese a la existencia de cuestionamientos que ganaban terreno. Por entonces el desarrollo del CAREM se encontraba recién en los comienzos del proceso de construcción del prototipo de 25 Mw en la provincia de Buenos Aires, mientras que se estudiaba la posibilidad de aumentar su potencia a más de 100 Mw, en consonancia con el proyecto pensado para Formosa. En este escenario, y dados los avances relativos en relación con las instalaciones cuestionadas, las acciones de resistencia comenzaron a orientarse paulatinamente hacia las implicancias del traslado de la NPUO2, terminando por focalizarse casi exclusivamente en ellas y derivando en acciones de resistencia que tendrían lugar en Argentina y Paraguay.

118

3. Las acciones de resistencia en el espacio público

En tanto modo de expresión y participación ciudadana, las acciones de resistencia a las tecnologías no se limitan a actividades específicas. Pueden implicar la elaboración de cuestionamientos, acciones disruptivas, firma de peticiones, desobediencia civil, disturbios y hasta violencia contra las instalaciones y las personas. Es decir, “la resistencia es mentalidad, actitud y acción. La resistencia es participación política” (Bauer, 2015: 50).¹³ Sin embargo, y en tanto la resistencia suele expresarse de forma colectiva, es posible identificar procesos de movilización que cuentan con mecanismos relativamente estables que implican la percepción favorable de balances entre amenazas y oportunidades; la apropiación y apoyo social en estructuras organizacionales preexistentes; el enmarcado de los episodios como demandante de acción colectiva; o ciertas expresiones particulares de la protesta (McAdam *et al.*, 2007: 17). En la controversia por el desarrollo nuclear en Formosa, que hacia mediados de 2014 había ganado visibilidad en la esfera pública, la resistencia por parte de vecinos y organizaciones ambientalistas se consolidó y apoyó en dos dimensiones que analizamos en este apartado: por un lado, en el enmarcado de los proyectos resistidos como riesgosos para el ambiente y la salud de las personas; por

13. La traducción es del autor.

otro lado, en la implementación de repertorios de acción colectiva que consideramos característicos de las protestas antinucleares.

3.1. “Formosa, patio de atrás de Argentina y Paraguay”

Ante la inexistencia de avances en el proyecto CAREM, las discusiones en torno al emplazamiento de la NPUO2 ganaron protagonismo. Sin embargo, las críticas y los posicionamientos respecto al CAREM se encontraban aún presentes en el devenir de las discusiones. En este escenario, los proyectos de construcción de instalaciones vinculadas al proceso productivo de la nucleoelectricidad comenzaron a ser presentados por los actores resistentes en términos de disputas por los usos del territorio y la inequitativa distribución de riesgos y beneficios a éstas asociados, enmarcado canónico de las disputas caracterizadas como situaciones de (in) justicia ambiental. Una de las tesis centrales que se sostiene desde el movimiento por la justicia ambiental es que la distribución de los riesgos ambientales no es equitativa: éstos recaen, en términos generales, sobre sectores de la población que se encuentran menos favorecidos en múltiples aspectos, pudiendo ser económicos, políticos o informacionales (Acselrad, Campello y Das Neves Bezerra, 2008).¹⁴ En este sentido, y de acuerdo con los actores resistentes, las intenciones de la construcción del NPUO2 comenzaron a ser presentadas como procesos de traslado de industrias contaminantes hacia regiones periféricas que ya habían sido caracterizadas como zonas de sacrificio:

“Quieren transformar a la provincia en el patio de atrás del país y del Paraguay porque al proyecto de construir la central nuclear CAREM 150 le agregaron, con el mismo autoritarismo y la misma ilegalidad, la reinstalación de Dioxitek, una planta productora de dióxido de uranio natural y de uranio levemente enriquecido que está siendo expulsada de la Ciudad de Córdoba” (*El Comercial*, 2014).

119

En cuanto a la noción de “patio trasero”, discursivamente remite a un campo semántico asociado a una frase peyorativa acuñada en el ámbito anglosajón para caracterizar disputas de localización, donde la cuestión territorial adquiere un plus de relevancia y centralidad: las protestas NIMBY (*not in my backyard*; es decir: “no en mi patio trasero”).¹⁵ Asimismo, y en lugar de asociarse a nociones como las progreso o vinculadas al desarrollo industrial, las protestas en torno a la localización de la NPUO2

14. Por su parte, la situación de los ciudadanos paraguayos difería en al menos dos puntos centrales de aquella que atravesaban sus pares formoseños: por un lado, debían lidiar con la percepción de un riesgo externo e introducido mediante decisiones que no habían tomado y para las que no habían sido consultados; por otro lado, mientras que compartirían con sus vecinos el encontrarse ante una situación percibida como riesgosa, no existía percepción alguna de que éste trajera beneficios aparejados. Estos elementos resultaron clave para la emergencia del enmarcado del conflicto como una disputa por la justicia ambiental.

15. En América Latina la cuestión territorial es clave para comprender la noción de justicia ambiental, en tanto “no solamente refiere a problemas raciales o de minorías económicamente definidas, sino que tiende a identificar grupos que son definidos más bien territorialmente que socialmente” (Reboratti, 2008: 102, traducción del autor).

recuperan la discusión sobre un modo considerado como no sustentable para producir energía: se trata de una expresión de rechazo al desarrollo nuclear. Por tanto, no resulta excepcional que las disputas de localización se extiendan más allá de una perspectiva que contempla una relación local con el territorio, posibilitando así la caracterización de las disputas como aquello que en la literatura ha comenzado a denominarse como un conflicto tipo NIABY (*not in anybody's backyard*; es decir: “en el patio trasero de nadie”), y explicitando el rechazo a la construcción de la planta productora de dióxido de uranio en cualquier punto del país. Esto explica por qué los pedidos de cierre de la planta de Dioxitek en Córdoba devinieron en reclamos por el cese definitivo de actividades de la planta, sostenidos por organizaciones ambientalistas que se encontraban participando de la lucha por el cese de actividades nucleares en Córdoba, como las ONG Greenpeace y Los Verdes-FEP:¹⁶

“Los Verdes solicitamos que se cancele todo tipo de traslado o nueva construcción de la planta. Las autoridades deben implementar un plan para el cierre definitivo de Dioxitek, evitando que sea reubicada en otro municipio y que exporte todos los problemas que la actividad nuclear trae aparejados” (Los Verdes-FEP, 2014: 4).

En términos similares se expresaba Greenpeace:

120

“Greenpeace considera que Dioxitek no debe relocalizarse, debe dejar de operar dentro del plazo establecido por el convenio entre la CNEA y la Municipalidad de Córdoba. Ninguna otra zona del país debe asumir el riesgo que este traslado supone, ni convertirse en una nueva zona sacrificable por el peligro inherente a todo el ciclo del combustible nuclear” (2014: párr. 5).

En consonancia con el enmarcado de la controversia como una disputa por la justicia ambiental, los actores resistentes proponían que ningún territorio debía ser considerado como una zona “sacrificable”, sometida a un riesgo inaceptable, sin importar cuál fuera el beneficio considerado. Dada la existencia de argumentos consensuados acerca de las implicancias negativas de la localización de la planta en territorio formoseño por parte de actores resistentes comprometidos con el caso — como vecinos de la zona, referentes políticos y miembros de organizaciones ambientalistas—, y ante los avances registrados en la creación del PCTel, las manifestaciones públicas de descontento fueron en aumento.

16. Los Verdes-FEP se presenta como una alternativa política en construcción, basada en los principios de la Ecología Política (Los Verdes-FEP, *s/f*). Desde sus orígenes, el espacio se encuentra vinculado con el diputado nacional por la Alianza Cambiemos, Juan Carlos “Cali” Villalonga, ex presidente de la Agencia de Protección Ambiental de la ciudad de Buenos Aires y ex director político y de campañas de Greenpeace Argentina.

3.2. Ganando la calle: repertorios de acción colectiva

En el marco de una creciente preocupación por los avances en el proyecto de construcción del PCTel, se implementaron repertorios de acción colectiva conformados por prácticas que habían sido desplegadas por el ambientalismo en anteriores controversias por el desarrollo nuclear en Argentina. Recuperando experiencias previas, se llevaron a cabo múltiples actividades que consistieron en: i) organización de charlas y foros de debate para promover la difusión de posicionamientos e información tanto en espacios públicos (centros culturales, centros vecinales, bibliotecas, plazas, etc.) como en sitios webs y redes sociales; ii) acciones de protesta “en la calle”, principalmente implementadas mediante reuniones y movilizaciones que incluyeron despliegues de pancartas en espacios públicos y frente a edificios gubernamentales; y iii) acciones performáticas-teatrales con fuerte contenido simbólico que buscan, principalmente mediante la espectacularización, alertar sobre riesgos percibidos en torno al desarrollo de actividades nucleares.

Bajo la consigna “No al proyecto nuclear”, vecinos y miembros de organizaciones ambientalistas se reunieron en la capital provincial para expresar sus posicionamientos en relación con el desarrollo atómico y firmar una petición para la cancelación de los proyectos cuestionados. La convocatoria se realizó principalmente a través de redes sociales, siendo promovida desde sitios que se presentaban como “antinucleares”, incluyendo grupos que contaban con la suscripción de miles de participantes. De manera análoga, en Paraguay se realizaron acciones de protesta en ciudades fronterizas y en la capital, Asunción. Según el periódico *ABC Color* (2014: párr. 1), a mediados de 2014 se habían reunido “miles de ciudadanos portando antorchas y pancartas con expresiones de rechazo a la procesadora de Uranio Dioxitek SA y la planta nuclear en Formosa”. La activa participación y muestra de rechazo por parte de ciudadanos paraguayos promovió no sólo la visibilidad del conflicto en la agenda de los medios de comunicación, sino también su inclusión en la agenda política del vecino país. En términos más generales, se observa que estas formas de expresar reclamos en protestas antinucleares se condicen con una dimensión que Svampa señala como fundamental para los movimientos sociales latinoamericanos. Tal dimensión remite a la “acción directa no convencional y disruptiva como herramienta de lucha generalizada” (Svampa, 2012: 78), que surge tanto en un contexto de crisis en relación con las mediaciones institucionales, como de importantes asimetrías de poder entre quienes sostienen los reclamos y aquellos a quienes van dirigido.

Sin embargo, en el devenir de la controversia se abrieron también espacios institucionales que posibilitaron la participación ciudadana y la expresión posicionamientos públicos, tales como la audiencia ciudadana y la audiencia pública que se realizaron durante 2014. Por un lado, alertados por la creciente visibilidad que adquirió el conflicto durante el proceso de movilización, la Comisión Unicameral de Derechos y Garantías del Senado de la Nación Argentina organizó una reunión en Formosa. Del evento, titulado como audiencia ciudadana sobre “Los Derechos Humanos y la Contaminación Ambiental: Caso Dioxitek”, participaron los senadores nacionales Luis Petcoff Naidenoff (Formosa), Norma Morandini y Luis Juez (Córdoba),

y Roberto Basualdo (San Juan).¹⁷ Asimismo, asistieron también representantes de organizaciones ambientalistas que habían sido especialmente invitados y público en general interesado en la problemática, destacándose la no concurrencia de actores que representarían a sectores promotores del desarrollo nuclear.¹⁸ En este escenario, la audiencia se consolidó principalmente como un espacio para que actores resistentes, principalmente nucleados en organizaciones ambientalistas, expresaran sus posicionamientos de rechazo a la instalación de la NPUO2. No obstante, significó más que un espacio abierto para el debate: no sólo impulsó la relevancia de los cuestionamientos al incluirlos como parte de la agenda de una comisión del Senado de la Nación, sino que también potenció el enmarcado de las discusiones como una problemática que requería de la participación ciudadana en la toma de decisiones respecto a emprendimientos considerados riesgosos para el ambiente y la salud de las personas que pudieran atentar, según se consideraba, contra de los derechos y las garantías establecidos por la Constitución Nacional.

Por otro lado, se realizó también una audiencia pública que formaba parte de los requisitos para avanzar definitivamente hacia la construcción de la NPUO2, de acuerdo con lo establecido en la Ley Provincial N°1060. Según la ley sobre política ecológica y ambiental de Formosa, previa localización de una planta como la que pretendía instalar Dioxitek S.A., resultaba obligatoria la confección de un estudio de "factibilidad ambiental", así como también la promoción de la participación ciudadana mediante la celebración de una audiencia pública antes de que los proyectos fueran definitivamente aprobados. La audiencia fue convocada por el Ministerio de la Producción y Ambiente mediante la Subsecretaría de Recursos Naturales, Ordenamiento y Calidad Ambiental, como parte del proceso de presentación y discusión del estudio de impacto ambiental del proyecto denominado "Planta de Dióxido de Uranio - NPUO2", y contó con la participación tanto de promotores como de resistentes a los emprendimientos vinculados a la tecnología nuclear. Allí se pusieron en escena argumentos a favor y en contra de la construcción de la NPUO2 que conformaron una de las dimensiones centrales la controversia por el desarrollo nuclear en Formosa.

122

4. Nuclearidad, riesgo y modelos de desarrollo: los ejes de la controversia en la audiencia pública

En el devenir de la audiencia pública, la dinámica de las discusiones se polarizó entre aquellos que se expresaban a favor de la instalación de la NPUO2 y aquellos

17. La participación de dirigentes y políticos opositores tanto al gobierno de Formosa (bajo la gestión de Gildo Insfrán) como al gobierno nacional (por entonces bajo la gestión de Cristina Kirchner) en acciones de resistencia a la construcción del CAREM y la NPUO2 ha sido cuestionada desde espacios políticos oficialistas y sectores promotores del desarrollo nuclear en Argentina, que denunciaron la utilización de la resistencia al desarrollo nuclear con fines político-partidarios que no estaban siendo explicitados. Como parte de tales cuestionamientos, se ha destacado, por ejemplo, la denunciada participación del senador radical y ex candidato a la gobernación de Formosa, Luis Petcoff Naidenoff, en el impulso y sostenimiento de las acciones de resistencia al desarrollo nuclear que se sucedieron en Paraguay.

18. Si bien el presidente de la comisión, Luis Petcoff Naidenoff, destacó la invitación remitida a las autoridades de la CNEA y Dioxitek, no se registró la presencia de representantes de las instituciones promotoras del proyecto.

que se oponían al avance del proyecto. En este contexto, por un lado, emergieron una vez más los clásicos argumentos sostenidos desde el ambientalismo en contra de la tecnología nuclear, aunque se presentaron, además, argumentos específicos vinculados tanto con el proyecto resistido como con el estudio de impacto ambiental requerido para que se aprobase la instalación. Por otro lado, miembros de Dioxitek y la CNEA defendieron y celebraron el proyecto, considerándolo una pieza clave del proceso de producción del combustible nuclear. se desprende de las exposiciones la emergencia de al menos tres posibles ejes analíticos: i) se identifican argumentos que cuestionan la legalidad del proyecto, en tanto es considerado violatorio de legislaciones que rigen en Formosa; ii) se identifican posicionamientos contrapuestos en torno a la percepción y conceptualización de la tecnología nuclear como riesgosa, a los que se sumaron cuestionamientos específicos vinculados con argumentos y procedimientos técnicos realizados y presentados en el estudio de impacto ambiental; y iii) se identifican argumentos sostenidos desde los sectores promotores de la tecnología nuclear que presentan al desarrollo atómico como impulsor de desarrollo científico y tecnológico de calidad.

4.1. Legislaciones ambientales en Formosa: Dioxitek, ¿una instalación nuclear?

De acuerdo con actores resistentes al desarrollo nuclear, la radicación de una planta como la NPUO2 se encuentra prohibida en el territorio formoseño por el artículo N° 38 de la Constitución Provincial y por la Ley N°1060 de Política Ecológica y Ambiental. En consonancia con el Artículo 41 de la Constitución Nacional, el artículo N° 38 de la constitución formoseña señala que “todos los habitantes tienen derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona humana, así como el deber de conservarlo”. Por su parte, el inciso tercero de este artículo se refiere más precisamente al desarrollo de actividades nucleares exponiendo:

“La absoluta prohibición de realizar pruebas nucleares, y el almacenamiento de uranio o cualquier otro mineral radiactivo y de sus desechos, salvo los utilizados en investigación, salud y los relacionados con el desarrollo industrial (...). Todos los recursos naturales radioactivos, cuya extracción, elaboración o utilización puedan alterar el medio ambiente, deberán ser objeto de tratamientos específicos a efectos de la conservación del equilibrio ecológico” (Constitución de la Provincia de Formosa, Artículo N°38, Inciso N°3).

Asimismo, la Ley N°1060 recupera en su Artículo N°13 con un texto prácticamente idéntico las consideraciones vigentes en relación con las actividades nucleares: “Queda prohibida la realización de pruebas nucleares; la utilización de sustancias radiactivas, de sus desechos, salvo las utilizadas en investigación y salud, cuya normativa se adjuntará a las establecidas por el organismo de aplicación”. Sin embargo, la normativa presenta una diferencia respecto de la Constitución Provincial en tanto excluye al “desarrollo industrial” como actividad exenta de prohibición. En este sentido, si bien entre los argumentos sostenidos contra la localización de la NPUO2 se encuentran aquellos que señalan la inconstitucionalidad del proyecto, conforme se

dirimía la controversia los argumentos se fueron reorientando y los actores resistentes comenzaron a focalizar su atención en la Ley de Política Ecológica y Ambiental:¹⁹

“Nuestra Ley Ambiental N° 1060 prohíbe en nuestro territorio la utilización de sustancias radioactivas (el uranio lo es) y sus desechos salvo para salud e investigación, y la Planta en cuestión va a fabricar combustible nuclear para reactores nucleares que no tienen nada que ver con la investigación ni la salud. No se ha mencionado esta valla fundamental, por lo cual la Planta de Uranio en cuestión no puede radicarse en Formosa por ser provincia no nuclear y no uranífera” (Blas Hoyos, citado en Audiencia pública, 2014: 19).

“Optamos por una Formosa libre de energía nuclear, tal como lo prescribe nuestra Constitución Provincial y la Ley Política, Ecológica y Ambiental N° 1060, Artículo 13, por lo que consideramos que este proyecto no es necesario ni conveniente. Por todo esto decimos hoy: ‘Dioxitek, no gracias’” (Adolfo Canecin, citado en Audiencia pública, 2014: 33).

La exclusión de las “actividades industriales” de las prohibiciones previstas para el uso de sustancias radioactivas en la Ley N° 1060 emergió —como se desprende de los testimonios— como uno de los argumentos centrales citados por los actores resistentes para señalar más bien la ilegalidad del proyecto que su inconstitucionalidad, evidenciando además la capacidad que poseen ciertos actores clave para reorientar argumentos y consolidar posicionamientos públicos en contra del desarrollo nuclear. En este sentido, las posturas divergentes acerca de la conceptualización de la planta productora de dióxido de uranio como una industria química o como una industria nuclear recuperó uno de los tópicos controversiales en el devenir del conflicto por la relocalización de Dioxitek en Córdoba. Pese a que desde los sectores promotores del proyecto se destacaba que la NPUO2 es una “industria química”, los principales argumentos sostenidos por los actores resistentes ponían el acento en la conceptualización de la planta como una instalación nuclear.²⁰ Esta conceptualización de la NPUO2 como parte de la industria nuclear sería compartida y, además, destacada tanto por organizaciones ambientalistas paraguayas como por funcionarios públicos que se presentaron en la Audiencia Pública en representación del vecino país. En suma: mientras que los actores resistentes promovían una caracterización de la NPUO2 en la que se la reconocía como una industria nuclear, desde los sectores promotores del desarrollo nuclear, en consonancia con lo expuesto en un informe

124

19. Ley sancionada en 1993, tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro

20. Entre otras cuestiones, se señalaba la vinculación de Dioxitek con la CNEA (la cual posee un 99% de sus acciones), la inclusión de la planta en el proceso de producción de combustible nuclear y en la folletería puesta en circulación para la promoción del desarrollo de esta tecnología, el almacenamiento y la manipulación de material radioactivo, así como también el hecho de que la producción de dióxido de uranio en la planta se encontraba en la esfera del marco regulatorio que compete a la ARN.

ambiental elaborado por el Colegio de Ingenieros de Formosa, sostenían que “la planta DIOXITEK es una industria netamente química” (Colegio Público de Ingenieros de Formosa, 2014: 2).

La pregunta analítica que planteamos al respecto no remite tanto a si la NPUO2 es una industria química, una industria nuclear, o ambas, sino más bien a cuáles son los criterios que se ponen en juego para definirla (o no) como una industria “nuclear”, quiénes imponen tales criterios y cómo varían entre los diferentes actores que participan de la controversia. Como señala Hecht (2012), históricamente se ha sostenido la existencia de una separación bastante rígida entre aquello que puede ser considerado nuclear y aquello que no, aun ante la identificación de múltiples casos empíricos que demuestran que, ante un examen en detalle, los límites entre lo nuclear y lo no nuclear no sólo pueden ser difusos, sino que también han sido cuestionados y sometidos a procesos de discusión pública. Por ejemplo, el hecho de que Irak adquiriera en 2003 concentrados de uranio provenientes de Níger ha posibilitado la conceptualización de este país, Irak, como un “país nuclear” por parte de potencias occidentales que, además, lo incluían como parte de un “Eje del mal”. Sin embargo, concentrados de uranio similares no resultaron suficientes para promover en 1995 una conceptualización de Níger como un “país nuclear”: “De acuerdo con un reporte de Estados Unidos sobre la proliferación nuclear de aquel año [1995], ni Níger, ni Gabón, ni Namibia tenían ninguna ‘actividad nuclear’” (Hecht, 2012: 13), pese a que los tres habían desarrollado actividades de minería y purificación de uranio. Lo que pone en escena este ejemplo es que las características —tanto materiales como simbólicas— que posibilitan la consideración de un Estado, una industria, un sitio explotable o incluso un elemento como el uranio en términos de nuclear son variables. Por tanto, no existiría una única ontología nuclear. Precisamente Hecht propone recuperar y problematizar esta diversidad mediante la categoría analítica de nuclearidad.

125

“[La nuclearidad] es una categoría tecnopolítica en disputa. Ésta cambia en tiempo y espacio. Sus parámetros dependen de la historia y de la geografía, la ciencia y la tecnología, los sistemas y la política, la radiación y la raza, los Estados y el capitalismo. La nuclearidad no es tanto una propiedad esencial de las cosas como es una propiedad distribuida entre las cosas. La radiación importa, pero su presencia no es suficiente para convertir a las minas en sitios de trabajos nucleares (...) La nuclearidad no es lo mismo en todas partes: es diferente en los Estados Unidos y Francia, en Namibia y Madagascar, en Sudáfrica y Gabón. La nuclearidad no es lo mismo para todo el mundo: tiene diferentes sentidos para los geólogos y físicos, genetistas y epidemiólogos, empresarios y trabajadores, nigerinos y canadienses. La nuclearidad no es lo mismo en diferentes períodos temporales: su materialización y distribución en los cuarenta y los noventa difiere notoriamente” (Hecht, 2012: 14-15).²¹

21. La traducción es del autor.

Esto no implica, sin embargo, que para la construcción de la nuclearidad se desconozcan o sean poco relevantes las características intrínsecas excepcionales de la tecnología nuclear —como su potencial catastrófico, la irreversibilidad de sus impactos en el ambiente y la salud de las personas, o la posibilidad de producirlos durante extensos períodos de tiempo—, que, como hemos expuesto, además se encuentran estrechamente vinculadas con los altos niveles de percepción del riesgo a ésta asociados. Las características de la tecnología, de los sitios y elementos constitutivos son relevantes, pero “no suficientes por sí mismos para determinar la naturaleza o el poder las cosas `nucleares’” (Hecht, 2012: 15).

A partir de lo expuesto, entendemos que la discusión acerca de si Dioxitek es una “planta química” o una “planta nuclear” —y si bien se encuentra profundamente vinculada con las actividades que allí se realizan, el tipo de material que se manipula y los residuos que se generan— supone una disputa de sentidos en torno a su nuclearidad. ¿Esto qué implica? Entre múltiples cuestiones, permite pensar, por un lado, que los elementos técnicos presentes en las discusiones, presentados y explicados principalmente por expertos vinculados tanto a los sectores promotores del desarrollo nuclear como a los sectores resistentes, son importantes pero no decisivos ni suficientes para la conceptualización de la NPUO2 como industria química o nuclear; por otro lado, posibilita una deconstrucción de posicionamientos que se exponen como naturalizados en el devenir de las controversias públicas que se erigen en torno a esta tecnología.

4.2. Críticas al proceso productivo de nucleoelectricidad

Las críticas al proceso productivo de la nucleoelectricidad conformaron otro eje a partir del cual se estructuró la audiencia pública. Por un lado, emergieron clásicos argumentos sostenidos desde el ambientalismo en contra de la energía atómica, entre los que se destacan aquellos que la conceptualizan como una tecnología altamente riesgosa, con capacidad para impactar en generaciones futuras, y nociva para el ambiente. Asimismo, la caracterización elaborada desde sectores promotores del desarrollo nuclear de Dioxitek como una instalación clave para la producción de combustible nuclear ha sido retomada por actores resistentes para cuestionar múltiples etapas del proceso productivo de la nucleoelectricidad. En este sentido, comenzaron a presentar al proyecto de la NPUO2 como pieza fundamental —una “llave”, en sus propios términos— para la también resistida reactivación de la minería de uranio en el país:

“Dioxitek es la llave de la reactivación de la minería de uranio, porque de alguna manera lo que se va a intentar posteriormente, o el paso lógico sería dejar de importar uranio y volver a explotar las minas argentinas [...]. En esta tarde se ha explicado que Dioxitek fabrica la materia prima para el combustible nuclear que es el dióxido de uranio, esta empresa es parte del ciclo de combustible nuclear que Argentina quiere reactivar en el marco de un Plan Nuclear obsoleto, peligroso, caro e inconveniente para la situación energética del país” (Soledad Sede, citada en Audiencia Pública, 2014: 50-51).

Si bien el uranio procesado por Dioxitek se importa desde finales de los años 90, las presunciones deslizadas desde sectores del ambientalismo se apoyaban en proyectos de reactivación de la minería de uranio que habían cobrado impulso a mediados de la década pasada, y que analizaban la reactivación de procesos extractivos del uranio en distintos puntos del país, impulsando cuestionamientos varios (Lombardi, 2014).²² Por otro lado, en relación con cuestionamientos más específicos al proyecto de la NPUO2 y al estudio de impacto ambiental elaborado de acuerdo con lo establecido en la ley provincial de política ecológica y ambiental, las críticas de los actores resistentes se orientaron tanto hacia el manejo y la disposición final de residuos provenientes de las tareas de purificación del uranio, así como también hacia otros aspectos identificados como falencias metodológico-técnicas del estudio.²³ En este sentido, dirigentes políticos, miembros de ONG ambientalistas, biólogos, profesionales de la medicina, ingenieros ambientales y trabajadores del sector nuclear definieron los monitoreos realizados como precarios, demasiado generales y elaborados durante lapsos de tiempo muy breves como para sostener conclusiones sólidas.²⁴

En suma, partiendo de la percepción de las múltiples actividades asociadas al proceso productivo de la nucleoelectricidad como altamente riesgosas, la controversia en torno al proyecto de construcción de la NPUO2 recuperó cuestionamientos tanto a la producción de combustibles nucleares —incluyendo a los proyectos de prospección, extracción y purificación del uranio—; a la producción de energía propiamente dicha —es decir, al normal funcionamiento de los reactores de potencia—; y al manejo y a la disposición final de residuos radiactivos que se desprenden de estas diversas etapas.

4.3. La NPUO2 en Formosa: ¿desarrollo tecnológico soberano o injusticia ambiental?

Las discusiones en torno al porqué de la elección de Formosa como sitio para el emplazamiento de la NPUO2 se sostuvieron principalmente mediante posicionamientos divergentes: mientras que los actores promotores del desarrollo nuclear conceptualizaban la instalación de la planta como una oportunidad para potenciar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y las actividades industriales en la provincia y la región, los actores resistentes la entendían como una estrategia implementada para desplazar industrias contaminantes desde centros económicos

22. Esto se explica a partir de la pérdida de competitividad en relación con el precio internacional de esta materia prima y los costos de producción local en un contexto de aplicación de políticas neoliberales.

23. Se trata de estudio de impacto ambiental de la NPUO2 presentado por Dioxitek y elaborado por la consultora Estrucplan S.A. (Audiencia Pública, 2014).

24. Si bien estos cuestionamientos han sido expresados en múltiples ocasiones, mucho de ellos se condensan en las versiones taquigráficas de la audiencia pública y la audiencia ciudadana que se desarrollaron en 2014 en Formosa. En el devenir de ambos eventos participaron y expresaron sus cuestionamientos a la instalación de la NPUO2 el senador Luis Naidenoff, miembros de las ONG Greenpeace y la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), el médico Nuncio Toscano, el biólogo Raúl Montenegro y el ingeniero Eugenio Bonnet, entre otros actores de relevancia. En esta línea se inscriben también las críticas de la doctora en ciencias químicas Leticia Peris, trabajadora del Centro de Energía Atómica (CEA) de Grenoble, Francia, quien expresó su postura mediante una carta pública que circuló tanto en redes sociales como en medios de comunicación digital (*El Federal, s/f*).

y productivos del país hacia zonas periféricas, percibida como una situación que promovía la injusticia ambiental. En este sentido, se desprende de las presentaciones de representantes de la CNEA y la ARN y de entidades que apoyaban el proyecto de construcción de la NPUO2 un desplazamiento de las estrategias argumentativas, que comenzaban a explicitar y poner el acento en dimensiones político-ideológicas de las decisiones, ante la imposibilidad de justificar, mediante argumentos que priorizaran dimensiones predominantemente técnicas, la elección de Formosa como el sitio más adecuado para la localización de la NPUO2. En este escenario, la intervención de Luis Petcoff Naidenoff destaca como una de las omisiones más importantes del estudio la ausencia de justificaciones acerca de la elección de Formosa como el sitio más adecuado para la instalación de la planta:

“Una de las omisiones más groseras es la localización. No existe en ningún punto, en la causal de justificación de por qué esta Planta se radica en la ciudad de Formosa, no está justificado, no hay ningún equipo interdisciplinario, ningún profesional que suscriba este informe y se haga cargo de lo que nos dicen o de lo que hoy nos están diciendo” (Luis Petcoff Naidenoff, citado en Audiencia Pública, 2014: 27).

128

Este reclamo no sería desatendido. En el devenir de la audiencia pública, representantes de sectores promotores del desarrollo nuclear en Argentina presentarían justificaciones acerca del porqué de la elección de Formosa. Los argumentos, como anticipamos, se consolidarían a partir de la predominancia de posicionamientos político-ideológicos respecto a la tecnología nuclear. Así se desprende, por ejemplo, de los argumentos sostenidos por la entonces presidente de la CNEA, Norma Boero. En la cita, si bien extensa, se enfatiza en los beneficios que, según lo expuesto, traería aparejada la instalación de una industria como Dioxitek en Formosa:

“Ahora ustedes me dirán porque lo he oído siempre: ‘¿Por qué elegimos Formosa?’ Yo les pregunto a todos los formoseños: ‘¿Por qué no Formosa?’ [Aplausos] Se dice mucho que fue una cosa, un arreglo entre el Gobernador y mi jefe, que es el Ministro De Vido. La verdad yo debo reconocer y me disculpo ante los que no quieren la Planta acá que los culpables fuimos nosotros, yo personalmente y un grupo de allegados que habíamos venido a Formosa, vimos [...] Y yo dije: ‘Por qué un lugar que está tan alejado de Buenos Aires no puede tener tecnología de punta’, verdadera tecnología, no repetir las cosas que se hacen de todos los días, realmente desarrollar tecnología, poner Dioxitek acá no es poner una Planta común, es una Planta que continuamente tiene que haber gente investigando, desarrollando, aportando electrónica, aportando informática, aportando mecánica, bombas de primer... O sea, todo un montón de desarrollo, más allá de lo que a mí me gusta que es la química, obviamente es una Planta química, así que es lo más lindo del mundo, necesitamos físicos, necesitamos ese tipo de gente que se forme en Formosa y que se quede en Formosa” (Norma Boero, citada en Audiencia Pública, 2014: 34).

El planteamiento de la pregunta “¿por qué no Formosa?” promueve la reafirmación de un punto de vista propio. En el devenir de la audiencia, los actores resistentes buscaron responder a esta pregunta con argumentos que recuperan tanto dimensiones técnicas como político-ideológicas: entre los primeros se destaca la considerada violación de normativas provinciales, la inconveniencia de la localización de la provincia en relación ya fuera en relación con las vías de ingreso de uranio al país o de los posibles sitios extractivos que se encuentran en el territorio nacional, y falencias atribuidas al estudio de impacto ambiental presentado por la empresa; entre los segundos, hacen lo propio la percepción de la existencia de un riesgo considerado indeseable e inaceptable y el enmarcado de la controversia como una situación de injusticia ambiental, entre otras cuestiones.

En otro orden de ideas, los argumentos sostenidos por representantes de los sectores promotores de la tecnología pusieron el énfasis principalmente en la conceptualización de esta tecnología como clave para el desarrollo científico y tecnológico de la provincia y, más extensivamente, de la región noreste del país. Esto se explica, en parte, en tanto la tecnología nuclear puede ser entendida como aquello que Bresnahan y Trajtenberg (1992) denominaron tecnologías de propósito general (TPG), para referirse a aquellas tecnologías caracterizadas por su “omnipresencia”, dado que poseen capacidad para impactar en un amplio rango de sectores vinculados a la ciencia, la tecnología y la economía, y por su dinamismo tecnológico, asociado al aumento de la eficiencia en los propósitos múltiples de la tecnología, en consonancia con los esfuerzos para su innovación. Al respecto, desde los sectores promotores se sostenía que:

“Desde los claustros de la Facultad de Recursos Naturales creemos que la instalación de Dioxitek S.A., en nuestra provincia es un auspicioso inicio de un conjunto de actividades de desarrollo científico y tecnológico en el área de la química industrial, que seguramente proveerá a toda la región de estímulos de crecimiento asociados a estos aspectos de la tecnología, denominada genéricamente como de industrias químicas. [...] Una cuestión estratégica que debe ser valorada suficientemente en el marco del Plan Nuclear Argentino es la referida a la inserción de nuestra provincia en lo que se denomina el ciclo del combustible, situación que la ubica en un lugar de privilegio, resignificando su perfil productivo, reasignando prioridades y definiendo nuevos espacios de desarrollo socio-comunitario, antes no contemplados” (Juan Carlos Barreto, citado en Audiencia Pública, 2014: 44).

“Y para terminar, por lo mencionado precedentemente desde el OETEC queremos expresar nuestro más profundo acompañamiento al proyecto de Dioxitek, a la Comisión Nacional de Energía Atómica, dado que cuenta con una trayectoria de sesenta y cuatro años, signada por la excelencia y reconocimiento mundial en el desarrollo de actividades nucleares, al avance tecnológico que significa el proyecto, al desarrollo soberano y autónomo a partir de nuestras capacidades y celebramos el federalismo que se ha impreso a la actividad nuclear argentina” (Ricardo De Dicco, citado en Audiencia Pública, 2014: 55).

Pese a que la discusión de elementos técnicos no fue omitida, hacia el final de la audiencia terminó ganando terreno la conceptualización de la discusión como un conflicto “político”. En términos de otro de los expositores, la controversia giraba en torno a “una discusión política entre quienes pensamos que este es el camino para desarrollar la provincia de Formosa y quienes creen que este no es el camino” (Luis Antonio García, citado en Audiencia Pública, 2014: 65). De este modo, se cristalizó también en las discusiones uno de los principales argumentos sostenidos desde los sectores promotores del desarrollo nuclear a escala global (Nelkin y Pollack, 1982): que el desarrollo nuclear para fines pacíficos impactaría positivamente en las economías, el desarrollo social y las áreas de ciencia y tecnología que la tuvieran como protagonista.

Reflexiones finales

La controversia por los proyectos de instalación de reactor CAREM y la NPUO2 en Formosa se inscribe en el marco de múltiples acciones de resistencia al desarrollo y la implementación de la tecnología nuclear que se han sucedido en Argentina desde el retorno a la democracia en 1983 hasta la actualidad. Asimismo, se encuentra estrechamente vinculada con reiterados reclamos por el cese de actividades de la planta productora de dióxido de uranio que funcionó durante más de tres décadas en Córdoba, y recupera cuestionamientos públicos contra el desarrollo nuclear que adquirieron un nuevo impulso tras el accidente de Fukushima en 2011 y en el marco de un ciclo de protesta ambiental que atraviesa América Latina. Si bien no se trata de una resistencia pasible de ser considerada masiva —en consonancia con aquellas posturas que sostienen autores como Vara (2007), en relación con las protestas contra el desarrollo nuclear—, de la descripción y el análisis de la controversia se desprende la participación de actores con capacidad para percibir y comunicar riesgos asociados con la tecnología nuclear e impulsar tanto procesos de discusión en la esfera pública como acciones colectivas de protesta que han promovido impactos varios. Por lo expuesto, nos interesa poner en discusión los resultados de este trabajo con aquellos postulados que argumentan que el rechazo a instalaciones que forman parte del proceso productivo de la nucleoelectricidad se origina principalmente como resultado de posturas irracionales, que no le otorgan la debida importancia a la producción de energía, o que son impulsadas por el desconocimiento (especialmente de cuestiones técnicas) acerca de los proyectos resistidos. Al respecto, quisiéramos señalar al menos tres cuestiones que consideramos clave.

En primer lugar, entendemos que la resistencia en Formosa da cuenta de un proceso de construcción de la percepción social de la tecnología nuclear —y de las instalaciones asociadas a ella— como riesgosas para el ambiente y la salud de las personas, que ha sido impulsado por actores que poseen tanto diversos tipos de conocimientos y experticias —médicos, biólogos, trabajadores del sector nuclear y miembros de comunidades originarias— como capacidades para enmarcar situaciones y comunicar los riesgos percibidos en torno al desarrollo de esta tecnología. En este proceso se observa, además, la participación de actores informados y organizados que han participado activamente en diversas controversias por el desarrollo atómico en Argentina, y que han impulsado discusiones y acciones

colectivas de protesta que dieron visibilidad a los cuestionamientos al desarrollo nuclear en la esfera pública. Asimismo, la reiterada participación de un número relativamente estable de organizaciones ambientalistas, a las que se sumaron actores locales (e internacionales, provenientes en su mayoría de Paraguay), contribuye a la constatación de la hipótesis acerca de la existencia de un colectivo antinuclear en Argentina (Piaz, 2015). En este escenario se observa, además, la implementación de estrategias comunicacionales, performances y acciones de protesta bien definidas que contribuyeron a la consolidación de un repertorio de acción colectiva antinuclear. Si bien con el correr del tiempo, la acumulación de experiencia y la irrupción de imposiciones externas, las formas de llevar adelante los reclamos pueden cambiar, en el corto plazo suelen limitarse —en consonancia con Tilly (2008)— a un repertorio más bien reducido de performances que se ponen en juego para oponerse al desarrollo nuclear, y que consisten en la organización de charlas y eventos, la puesta en circulación de comunicados con información técnica e imagería antinuclear, e incluso protestas (que pueden ser performativas-teatrales) en espacios públicos y frente a las instalaciones resistidas.

En segundo lugar, y en cuanto a los ejes en torno a los que se estructuró la audiencia pública por la construcción de la NPUO2, entendemos que la controversia presenta continuidades y rupturas en relación con otros conflictos por el desarrollo nuclear que se han sucedido en Argentina. Respecto a las continuidades, nos interesa señalar la existencia de cuestionamientos hacia distintas etapas del proceso productivo de la nucleoelectricidad que versan sobre el desarrollo y la implementación de la tecnología nuclear en el país en términos más bien generales. En este sentido, los cuestionamientos recuperan un histórico postulado sostenido desde el ambientalismo contra el desarrollo atómico y que, según sostienen autores como Martin (2007), no ha perdido vigencia: los actores resistentes entienden que la tecnología nuclear presenta riesgos inaceptables y no es necesaria. Respecto a las rupturas, entendidas como especificidades que presenta la controversia, nos interesa profundizar en dos cuestiones que se desprenden sobre todo del análisis del último apartado.

Por un lado, a partir de la problematización de la noción nuclearidad acuñada por Hecht (2012) y de las distintas conceptualizaciones de la NPUO2, ya sea como una “planta química” o una “planta nuclear”, nos interesa destacar que la controversia por el desarrollo nuclear en Formosa pone en escena cómo percepciones y posicionamientos políticos e ideológicos de los actores participantes son constitutivos de los procesos de discusión de la ciencia y la tecnología en la esfera pública, no siendo posible escindirlos incluso cuando se propone plantear una discusión que se orienta hacia dimensiones predominantemente técnicas. Si bien la primacía de la conceptualización de la planta como una industria química o una industria nuclear podría impactar en la dinámica de la controversia —en tanto la existencia de legislaciones que prohíben o restringen actividades nucleares en el territorio provincial—, se desprende del análisis que no es posible resumir esta dimensión de la controversia a una discusión de aspectos meramente técnicos. En este sentido, quisiéramos subrayar que la conceptualización de la NPUO2, ya sea como una planta química o nuclear, es “una categoría tecnopolítica en disputa” (Hecht, 2012: 14).

Por otro lado, se desprende del análisis que, a diferencia de lo ocurrido en otras controversias que han girado en torno al desarrollo atómico en el país, los posicionamientos de actores promotores que vinculan al desarrollo nuclear con el desarrollo de la ciencia y la tecnología en términos más generales se encuentran explicitados. En este sentido, se observa que la controversia por el desarrollo nuclear en Formosa pone en escena cómo la legitimación de políticas públicas asociadas a esta tecnología busca erigirse a partir de aquello que podríamos denominar en términos de legitimación de la ideología. Asimismo, este mencionado cambio de estrategia discursiva por parte de representantes de sectores promotores del desarrollo nuclear se da en un escenario en el que no abundan argumentos técnicos para justificar la localización de la NPUO2 en Formosa, a miles de kilómetros de puntos de ingreso de uranio al país y de posibles sitios extractivos. Que la decisión de construir la NPUO2 responda —como sostienen incluso trabajadores de la CNEA— principalmente a una decisión que se apoya en argumentos políticos evidencia dos cuestiones acerca de la discusión de aspectos técnicos durante las controversias que pueden aportar a su comprensión integral: i) que la discusión de aspectos técnicos constituye sólo una de las dimensiones de la discusión (no siendo necesariamente concluyente); y ii) que la relevancia de los posicionamientos político-ideológicos de los actores en el devenir de las controversias resulta indisociable, incluso en los procesos de conceptualización de dimensiones predominantemente técnicas.

132

En tercer lugar, y en términos más generales, entendemos que la controversia por el desarrollo nuclear en Formosa recupera y pone en escena la pregunta sobre modelos posibles de desarrollo y caminos alternativos para promover el desarrollo tecnológico soberano y el autoabastecimiento de energía de manera pasible de ser considerada sustentable en Argentina. No se trata de luditas, ecoterroristas o legos que se oponen al desarrollo de la ciencia y la tecnología para el país. Tampoco de tecnócratas promotores del desarrollo nuclear despreocupados de la cuestión ambiental y las problemáticas sociales. Se trata de actores comprometidos e informados, con diversos tipos de conocimientos y experticias que sostienen discusiones y posicionamientos contrapuestos en la esfera pública, ejercicio fundamental y clave para cualquier régimen que pretenda ser considerado democrático.

Bibliografía

ACSELRAD, H., CAMPELLO, C. y DAS NEVES BEZERRA, G. (2008): *O que é justiça ambiental*, Rio de Janeiro, Garamond.

AUDIENCIA CIUDADANA (2014): “Los Derechos Humanos y la Contaminación Ambiental: Caso DIOXITEK”, Cámara de Senadores de La Nación). Disponible en: <http://eventos.senado.gov.ar:88/13750.pdf>. Consultado el 30/7/2018.

AUDIENCIA PÚBLICA (2014): *Versión Taquigráfica: Audiencia Pública sobre EsIA del Proyecto NPU-Formosa*. Disponible en: <https://www.formosa.gov.ar/modulos/produccion/templates/files/polocientifico/dioxitek/taquigraficadioxitek.pdf>. Consultado el 30/7/2018.

BAUER, M. (1995): *Resistance to New Technology. Nuclear power, information technology and biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press.

BAUER, M. (2015): *Atoms, Bytes and Genes. Public Resistance and Techno-Scientific Responses*, Nueva York, Routledge.

COLEGIO PÚBLICO DE INGENIEROS (2104): *Informe sobre estudio de impacto ambiental. Proyecto Nueva Planta de Uranio en Formosa* (Resolución de Creación N° 118/2014). Disponible en: https://www.formosa.gov.ar/modulos/produccion/templates/files/polocientifico/dioxitek/informe_colegio.pdf. Consultado el 30/7/2018.

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (2015): *Argentina país nuclear. Logros y avances del plan nuclear argentino*, Buenos Aires, CNEA, Ministerio de Planificación, Presidencia de la Nación.

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (s/f): *Reactivación de la actividad nuclear en Argentina*. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/plan_nuclear_en_marcha/10%20Documentos.pdf. Consultado 30/5/2014.

COOPER, M. (2011): “The implications of Fukushima. The US perspective”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 4, n° 67, pp. 8-13.

GREENPEACE (2014): *Posición de Greenpeace frente a la relocalización de Dioxitek*. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2014/nuclear/Posicion-Dioxitek-2014-04.pdf>. Consultado el 30 de julio de 2018.

HECHT, G. (2012): *Being Nuclear: Africans and the Global Uranium Trade*, Cambridge, MIT press.

HESS, D., BREYMAN, S., CAMPBELL, N. y MARTIN, B. (2008): “Science, technology and social movements”, en E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch y J. Wajcman (eds.): *The Handbook of Science and Technology Studies*, Cambridge, The MIT Press, pp.473-498.

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

HURTADO, D. y ROMERO DE PABLOS, A. (2012): “Presentación. Desarrollo nuclear en México, Brasil, España y la Argentina”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS*, vol. 7, n° 21, pp. 83-93.

JORANT, C. (2011): “The implications of Fukushima. The European perspective”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 4, n° 67, pp. 14-17.

LOMBARDI, V. (2014): “Resistencia a la minería de uranio”, *Tecnología Sur-Sur*, Buenos Aires, Universidad Nacional de San Martín. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/resistencia-a-la-mineria-de-uranio/>. Consultado el 30/7/2018.

LOS VERDES-FEP (s/f): “¿Qué es Los Verdes-FEP?”. Disponible en: <http://www.losverdes.org.ar/que-es-los-verdes-fep/>.

LOS VERDES-FEP (2014): “Los mil intentos de Dioxitek o el rechazo a la industria nuclear”. Disponible en: <http://www.losverdes.org.ar/wp-content/uploads/2014/07/LOS-MIL-INTENTOS-DE-DIOXITEK.pdf>. Consultado el 30/7/2018.

MARTIN, B. (2007): “Opposing nuclear power: past and present”, *Social Alternatives*, vol. 26, n° 2, pp. 43-47.

134

MC ADAM, D., MC CARTHY, J. y ZALD, M. (1999): “Oportunidades, estructuras de movilización y procesos enmarcadores: hacia una perspectiva sintética y comparada de los movimientos sociales”, *Movimientos sociales: perspectivas comparadas. Oportunidades políticas, estructuras de movilización y marcos interpretativos culturales*, Madrid, Ediciones Istmo, pp. 21-46.

Mc ADAM, D., TARROW, S. y TILLY, C. (2007): “Comparative Perspectives on Contentious Politics”, Chapter for revised edition en M. Lichbach y A. Zuckerman (eds.): *Comparative Politics: Rationality, Culture, and Structure. Advancing Theory in Comparative Politics*, Cambridge, Cambridge University Press. Disponible en <http://socialsciences.cornell.edu/wp-content/uploads/2013/06/McAdamTarrowTilly07.pdf>. Consultado el 30/7/2018.

NELKIN, D. (1984): “Science, technology, and political conflict: Analyzing the issues”, *Controversy: Politics of Technical Decisions*, California, Sage Publications.

NELKIN, D. (1995): “Science Controversies: The Dynamics of Public Disputes in the United States”, en S. Jasanoff, G. Markle, J. Peterson y T. Pinch (eds.): *The Handbook of Science and Technology Studies*, California, Sage, pp. 444-456.

NELKIN, D. y POLLACK, M. (1982): *The Atom Besieged. Antinuclear movements in France and Germany*, Cambridge, The MIT Press.

PIAZ, A. y VARA, A. M. (2013): “Tecnología nuclear, percepción de riesgo y debate entre expertos: la movilización por las napas de agua en Ezeiza”, en F. Tula Molina y A. M. Vara (comps.): *Riesgo, política y alternativas tecnológicas. Entre la regulación y la discusión pública*, Buenos Aires, Prometeo, pp. 359-415.

PIAZ, A. (2015): “Acciones de resistencia a la tecnología nuclear en la Argentina: Mapeando del terreno”, *REDES. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, vol. 21, n° 41, pp. 111-140.

PIAZ, A. (2016): *Protestas sociales y discusión pública de la tecnología nuclear en la Argentina democrática: Acciones de resistencia en los casos Ezeiza y Dioxitek*, tesis de doctorado, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

PRATI, G. y ZANI, B. (2012): “The Effect of the Fukushima Nuclear Accident on Risk Perception, Antinuclear Behavioral Intentions, Attitude, Trust, Environmental Beliefs, and Values”, *Environment and behavior*, vol. 6, n° 46, pp. 782-798.

REBORATTI, C. (2008): “Environmental Conflicts and Environmental Justice in Argentina”, en D. Carruthers (ed): *Environmental Justice in Latin America: Problems, Promise, and Practice*, Cambridge y Londres, The MIT Press, pp. 101-117.

SNOW, D, SOULE, S. y KRIESI, H. (2004): “Mapping the Terrain”, *The Blackwell Companion to Social Movements*, Oxford, Blackwell, pp. 3-16.

135

SVAMPA, M. (2012): *Cambio de época. Movimientos Sociales y poder político*, Buenos Aires, Siglo XII Editores.

VARA, A. M. (2007): “‘Sí a la vida, no a las papeleras’. En torno a una polémica ambiental inédita en América Latina”, *REDES. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, vol. 12, n° 25, pp. 15-49.

VARA, A. M. (2012): “Riesgo, recursos naturales y discursos. El debate en torno a las tecnologías y el ambiente en América Latina”, *Tecnología y Sociedad*, Vol. 1, n°1, pp. 27-54.

Fuentes periodísticas

ABC COLOR (2013): “Experto advierte sobre el riesgo de construir planta nuclear en Formosa”, 22 de julio. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/economia/experto-advierte-sobre-el-riesgo-de-construir-planta-nuclear-en-formosa-598251.html>. Consultado el 30/7/2018.

ABC COLOR (2014): “Volvieron a protestar contra peligro nuclear”, 3 de abril. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/politica/volvieron-a-protestar-contra-peligro-nuclear-1231296.html>. Consultado el 30/7/2018.

CLARIN (2013): “Paraguay no quiere una planta nuclear en Formosa”, 4 de julio. Disponible en: http://www.clarin.com/politica/Paraguay-quiere-planta-nuclear-Formosa_0_949705348.html. Consultado el 30/7/2018.

CLARIN (2018): “Por el ajuste, bajan el acuerdo con China para construir las dos nuevas centrales nucleares”, 18 de mayo. Disponible en: https://www.clarin.com/politica/ajuste-bajan-acuerdo-china-construir-nuevas-centrales-nucleares_0_ryf1Q16CG.html. Consultado el 30/7/2018.

EL COMERCIAL (2014): “Montenegro: ‘Formosa, patio de atrás de Argentina y Paraguay’”, 19 de marzo. Disponible en: http://www.elcomercial.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=136489:montenegro-formosa-patio-de-atras-de-argentina-y-paraguay&catid=9:edicion-digital&Itemid=65. Consultado el 30/7/2018.

EL FEDERAL (s/f): “Científica Formoseña explica por qué no queremos la planta de conversión de uranio”. Disponible en: <http://www.elfederal.com.ar/cientifica-formosena-explica-por-que-no-queremos-la-planta-de-conversion-de-uranio/>.

Cómo citar este artículo

136

PIAZ, A. G. (2020): “Riesgo, tecnología nuclear y acciones de resistencia en Formosa: la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 109-136.

**El caso de la munición expansiva:
análisis de una controversia desde la filosofía de la técnica ***

**O caso da munição expansiva:
análise de uma controvérsia a partir da filosofia da tecnologia**

***The Case of Expanding Ammunition:
Analysis of a Controversy from the Philosophy of Technology***

Leandro Giri y Federico Bernabé Blach **

En este trabajo se analiza la implementación de la munición expansiva por parte de las fuerzas de seguridad interior de la República Argentina, de acuerdo a lo estipulado por la Resolución 1770/2008, la cual ha suscitado controversias entre defensores y detractores de este tipo de tecnología balística. Para la evaluación tecnológica se utilizará como marco el instrumental filosófico sistémico propuesto por Miguel Ángel Quintanilla, exponiendo en un caso concreto una aplicación de la filosofía de la tecnología para la toma de decisiones sobre políticas públicas en el marco de una controversia propia del campo CTS.

137

Palabras clave: filosofía de la tecnología; Miguel Ángel Quintanilla; munición expansiva

* Recepción del artículo: 23/04/2018. Entrega de la evaluación final: 05/06/2018.

** *Leandro Giri*: ingeniero químico, doctor en epistemología e historia de las ciencias. Becario postdoctoral en IIF-SADAF/CONICET, Argentina. Docente de introducción a la ingeniería en la Universidad Católica Argentina. Secretario de Redacción de la revista *Tecnología & Sociedad*. Correo electrónico: leandrogiri@gmail.com. *Federico Bernabé Blach*: doctor en epistemología e historia de las ciencias. Docente en la Universidad Nacional Arturo Jauretche, Argentina. Correo electrónico: fnbernabebloch@gmail.com.

Neste artigo, analisaremos a implementação da munição expansiva pelas forças de segurança interna da República Argentina, de acordo com as disposições da Resolução 1770/2008, que levantou controvérsias entre defensores e detratores desse tipo de tecnologia balística. Para a avaliação tecnológica será utilizada a ferramenta filosófica sistêmica proposta por Miguel Ángel Quintanilla, estabelecendo em um caso concreto uma aplicação da filosofia da tecnologia para a tomada de decisões sobre políticas públicas no âmbito de uma controvérsia específica ao campo CTS.

Palavras-chave: filosofia da tecnologia; Miguel Ángel Quintanilla; munição expansiva

This paper analyzes the implementation of the expansive ammunition by the internal security forces of Argentina, in accordance with the provisions of Resolution 1770/2008, which has raised controversies between defenders and detractors of this type of ballistic technology. For the technological evaluation, the systemic philosophical tool proposed by Miguel Ángel Quintanilla will be used as a framework, setting out an application of the philosophy of technology for decision-making on public policies within the framework of a specific controversy of the STS field.

Keywords: philosophy of technology; Miguel Ángel Quintanilla; expanding ammunition

Introducción

En el presente trabajo presentaremos un análisis de caso de evaluación tecnológica y utilizaremos como marco teórico de base el provisto por la filosofía de la técnica de Miguel Ángel Quintanilla (1998 y 2005). Estudiaremos con el mencionado marco una polémica que se desató en Argentina en 2008, a raíz de una normativa que impulsó el Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos para incorporar el uso de la munición expansiva (o “dum-dum”) por parte de grupos especiales de las fuerzas de seguridad interior de la Argentina.

Las particularidades técnicas de dicha clase de munición la llevaron a ser prohibida por una serie de convenciones internacionales, aunque al mismo tiempo es defendida como la más adecuada para su utilización por parte de fuerzas policiales por varios expertos internacionales. Se espera que el uso de las herramientas conceptuales de la filosofía de Quintanilla permita una exposición clara de las distintas ventajas y desventajas de esta tecnología particular, colaborando así al complejo proceso de evaluación tecnológica a través de la elucidación de los distintos argumentos y eventos históricos. Se analizarán a tal fin distintos materiales, como fuentes técnicas, normativa internacional y textos periodísticos que ayuden a posicionarnos respecto a una controversia que aún permanece resonando en los debates sobre seguridad. Al mismo tiempo proveeremos un ejemplo de la manera en que la filosofía de la técnica puede brindar heurísticas relevantes que sirvan de insumo para la evaluación tecnológica y la elaboración de políticas públicas en base a ella. Este trabajo es entonces una expresión de nuestra coincidencia con Quintanilla en que el objeto de reflexión de la filosofía de la técnica deben ser los problemas reales de la tecnología actual y no los “viejos problemas escolásticos irrelevantes” (2005: 18).

139

1. Historia de la controversia

En 1896, el teniente coronel de la Royal Army, Neville Sneyd Bertie-Clay, apostado en el arsenal de “dum-dum”, cerca de Calcuta, India, pasaría a la historia por inventar la munición expansiva, denominada coloquialmente “dum-dum”, como su sitio de origen. Una escueta nota anónima en la *British Journal of Medicine* afirmaba:

“(…) se llamó la atención primeramente al hecho de que la munición Lee-Metford causaba, especialmente a corta distancia, una herida tan pequeña que no era adecuada para detener una embestida determinada, y sería por ende ineficaz para prevenir la lucha cuerpo-a-cuerpo. La exactitud de esta opinión fue discutida en el momento, pero la experiencia durante la campaña Chitral mostró que estaba bien fundada. La munición atraviesa las partes blandas sin aplastar, e incluso perfora a través de los huesos sin partírlas. Se ha reportado que un indígena, que había sido impactado por seis balas, fue tratado en el hospital y tuvo una buena recuperación. En consecuencia, las autoridades militares tienen la intención de volcar su atención a la tarea de realizar un proyectil Lee-Metford el cual, sin perder su poder de alcance, pueda aún infligir una herida lo suficientemente severa como para detener una embestida.

El corresponsal del Times afirma que tal proyectil ha sido ideado por el Capitán Bertie-Clay, R.A., Superintendente de la Fábrica de Municiones “dum-dum”, y que pruebas públicas con él han demostrado que cumple con todas las condiciones requeridas” (s/a, 1896: 2).

Un año después, el cirujano militar Henry Davis publicaba en la misma revista un detallado análisis sobre municiones y sus efectos sobre las personas, a partir de su propia experiencia de campo en la guerra entre Turquía y Grecia:

“En la última expedición las tropas inglesas notaron que sus balas Lee-Metford no detenían a los indígenas en sus embestidas salvajes, y entonces el método ingenioso y práctico fue recurrir a cortar la punta de la bala, o frotarla contra una piedra, de modo de exponer su núcleo de plomo blando, lo cual tenía el efecto deseado. La velocidad de la Lee-Metford es tan grande que se dice que hace más daño a distancia que en la cercanía. Esto fue probado experimentalmente. Tres disparos fueron hechos, no por mí, a un viejo burro que comía heno en un potrero. Las balas pasaron “limpias” a través de él, pero él continuó comiendo como si nada inusual hubiese sucedido, y no fue hasta después, supongo, que los síntomas de una peritonitis avanzando rápidamente generaron que desistiese de su merienda. La última Lee-Metford (...) tiene una punta de plomo blando que se proyecta más allá de la camisa de níquel. Esta toma forma de paraguas u hongo [umbrellas or mushrooms out], el metal menos resistente detrás queda impactado, y la bala se abre en un disco y se derrama, causando una muy cruel herida (...) Estas municiones modernas son llamadas municiones “expansivas”. Las famosas balas “dum-dum” (...) son las últimas y derivan su nombre de la fábrica gubernamental en la India. No son hechas en Inglaterra. En el presente simplemente están en prueba contra las tribus fronterizas. La bala parece un lápiz de pizarra, y es una modificación de la última Lee-Metford, pero el blindaje de níquel es más delgado, y la punta suave es chata y no se proyecta mucho más allá del envoltorio de níquel (...) Me dijo una autoridad que al impactar colapsa “como una concertina”, realizando una herida tan espantosa que con toda probabilidad será prohibida para guerras europeas.(...) Cuando entra a un cuerpo (...) la expansión comienza de inmediato y produce un agujero irregular de cuatro pulgadas de diámetro, una herida sin duda suficiente para terminar incluso con un fanático” (Davis, 1897: 1789-1790).

Afirma el historiador Headrick en relación a la invención de Bertie-Clay que “esta invención particular era tan atroz, debido a que arrancaba agujeros enormes en la carne, que los europeos la creyeron demasiado cruel para usar entre ellos, y lo utilizaron solamente contra asiáticos y africanos” (1979: 256). Independientemente de la repugnancia moral que pueda generar esta colección de reflexiones colonialistas, lo que nos interesa aquí es mostrar el planteamiento inicial del problema a resolver y la génesis de la solución técnica propuesta. La munición expansiva nace como

respuesta a la necesidad de detener de forma completa el avance de un objetivo dado, ante las carencias al respecto de la munición convencional.

Poco después vendría la Conferencia de Paz de La Haya, donde una subcomisión se formaría para deliberar acerca de la cuestión de la munición expansiva. El debate se centró en una cuestión técnica (si la munición expansiva efectivamente causaba heridas y sufrimiento agravados) y en una cuestión más pragmática (si tales daños y sufrimiento eran realmente necesarios). El delegado inglés, si bien estaba de acuerdo con el diagnóstico técnico, argumentó que había una diferencia esencial en la guerra contra los pueblos civilizados y los salvajes, dado que estos últimos podían seguir avanzando a pesar de recibir varios impactos. Lejos de convencerse, la subcomisión determinó que el argumento era contrario al espíritu humanitario y que no podía hacerse una distinción de uso de municiones según el enemigo en cuestión, incluso si fuesen estos salvajes (Scott, 1920).

Así pues, finalmente, la Declaración IV,3 del Tratado de La Haya, concerniente a la munición expansiva, dice lo siguiente: “Las Partes Involucradas acuerdan abstenerse del uso de municiones que se expanden o achatan fácilmente en el cuerpo humano, tal como los proyectiles con un envoltorio duro que no cubre completamente el núcleo o es perforada con incisiones” (1899). Las balas “dum-dum” fueron prohibidas para su uso bélico desde ese momento. La Convención de Ginebra de 1949 ratificaría la prohibición 50 años después, como así también la Convención Sobre Armas de Uso Convencional, Protocolo II de las Naciones Unidas de 1980, el Estatuto de Roma de la Corte Penal Internacional de 1998 y la Convención Internacional de la Cruz Roja del 2005 (Henckaerts y Doswald-Beck, 2009).

141

En consonancia con los Tratados Internacionales, en Argentina se promulgó en 1975, durante la efímera presidencia de María Estela Martínez de Perón, el Decreto 395/75, Reglamentario de la Ley Nacional de Armas y Explosivos (20429/73), el cual, en su Artículo 4, Inciso 3, considera dentro de las armas, materiales y dispositivos de uso prohibido a la:

“(…) munición de proyectil expansivo (con envoltura metálica sin punta y con núcleo de plomo hueco o deformable), de proyectil con cabeza chata, con deformaciones, ranuras o estrías capaces de producir heridas desgarrantes, en toda otra actividad que no sea la de caza o tiro deportivo” (1975).

Sin embargo, el mismo decreto, en su Capítulo II, Sección II, Artículo 53, establece que los miembros de la Policía Federal y las policías provinciales, el Servicio Penitenciario Federal y los institutos penales provinciales (personal superior y subalterno en actividad o retiro de los organismos mencionados) son legítimos usuarios de los materiales comprendidos por los Incisos 3 (uso prohibido) y 5 (uso civil condicional) del Artículo 4 de la citada reglamentación. Es decir: los mencionados miembros de fuerzas de seguridad interior estarían facultados, según este decreto, para utilizar munición expansiva.

Cabe destacar, de todas maneras, que los criterios de uso de munición son distintos cuando se trata de su uso bélico y su uso en seguridad interior, por lo cual estrictamente es posible para los Estados facultar a sus fuerzas policiales con munición expansiva sin violar los tratados internacionales, aunque esto no inhabilita la pregunta por la “humanidad” de su uso. Por otra parte, en la práctica la munición expansiva no se extendió en las fuerzas de seguridad en Argentina en los años posteriores al decreto, aunque sí en otros países, incluyendo algunos estados de los Estados Unidos.

Como antecedentes llamativos podemos nombrar al menos dos. El primero es el caso de Los Ángeles (1990), ya que en ese momento el vicejefe del cuerpo era Mark Kroeker, quien tendría una destacada carrera luego en los Cuerpos de Paz de la ONU.¹ Kroeker apoyó la decisión de incorporar para el Cuerpo de Policía de Los Ángeles las balas expansivas bajo el argumento del peligro que representa que las municiones convencionales atraviesen al objetivo e impacten sobre una persona inocente, cosa que la bala expansiva evita por su baja penetración. Otro caso de resonancia mediática fue el de Nueva York (1999), bajo el gobierno del republicano Rudolph Giuliani.²

En 2008, en Argentina, siendo presidenta Cristina Fernández de Kirchner, el Ministro de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos de aquel momento, Anibal Fernández, firmó la resolución 1770/2008, donde se indicaba:

142

“CONSIDERANDO: Que la munición de proyectil expansivo tiene la capacidad de inhibir eficazmente, con la menor reacción, el poder ofensivo de un eventual agresor. Que la munición de proyectil expansivo disminuye, asimismo, la velocidad y los eventuales rebotes en superficies duras, lo que contribuye a salvaguardar la integridad física de ciudadanos que se hallaren en los recintos o en las áreas circundantes al lugar de un enfrentamiento armado. Que la munición de proyectil expansivo fue concebida para el empleo específico por parte de fuerzas de seguridad y policiales de un importante número de países del mundo; en especial cuando desempeñaren tareas en grupos tácticos de recuperación de objetivos donde se encuentran involucrados rehenes o tareas de custodias especiales. Que, conforme lo establece el inciso 1º del artículo 53 del Decreto N° 395/75, reglamentario de la Ley Nacional de Armas y Explosivos N° 20.429, la POLICÍA FEDERAL ARGENTINA es legítimo usuario del material clasificado como armas de guerra y sus municiones, que sean de su dotación. Por su parte, el apartado del inciso 3º del artículo 4º del referido Decreto clasifica a la munición de proyectil expansivo como munición de guerra. Que resulta necesario que la POLICIA FEDERAL ARGENTINA asigne la utilización de munición de proyectil expansivo, mencionada en el artículo 4º inciso 3º apartado d del Decreto N° 395/75, a las Unidades

1. Más información disponible en: http://articles.latimes.com/1990-04-18/local/me-1244_1_hollow-point-bullets. Consultado el 7/4/2018.

2. Más información disponible en: <http://www.nytimes.com/1998/07/09/nyregion/new-york-police-will-start-using-deadlier-bullets.html>. Consultado el 7/4/2018.

Especiales de la División Grupo Especial de Operaciones Federales (G.E.O.F.), del Grupo Especial 1 - G.E. 1 y al personal de la Fuerza que presta servicios de custodia (...) EL MINISTRO DE JUSTICIA, SEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS RESUELVE: Artículo 1. Autorízase a la POLICIA FEDERAL ARGENTINA a la provisión de munición de proyectil expansivo a las Unidades Especiales de la División Grupo Especial de Operaciones Federales (G.E.O.F.), del Grupo Especial 1 - G.E. 1 y al personal de la Fuerza que presta servicios de custodia” (Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos de la Nación Argentina, 2008).³

En resumen, la resolución habilita explícitamente a las fuerzas de élite (Grupo G.E.O.F. y G.E.1, que tienen como deber participar de operaciones complejas como toma de rehenes) y al personal de la Policía Federal que presta servicios de custodia, a utilizar la munición expansiva, considerando como argumento el alto *stopping power* (“poder de detención”) de la munición y su bajo grado de penetración, las cuales son capacidades necesarias para el tipo de tareas que desempeñan los oficiales alcanzados por la normativa. Pero, al mismo tiempo, en la práctica, por omisión, la resolución inhabilita a todo miembro de una fuerza de seguridad interior que no esté alcanzado por la normativa a utilizar este tipo de munición.

Esto implicó una polémica donde la resolución quedó atrapada entre dos voces dicotómicas: por un lado, se manifestaron opiniones en su contra por habilitar el uso de un tipo de munición sobre la cual las resoluciones internacionales siguen manifestando consenso sobre su naturaleza cruel e inhumana; por otro lado, se alzaron opiniones (en general provenientes de las fuerzas de seguridad) que pretendían que la potestad de portar este tipo de municiones fuera para todos los oficiales de fuerzas de seguridad interior.⁴

143

En lo que sigue, intentaremos arrojar luz sobre una polémica que aún persiste en Argentina (y que ha sido intensamente debatida en otros ámbitos) utilizando el marco filosófico de Miguel Ángel Quintanilla (1998 y 2005), puesto que lo consideramos especialmente adecuado para el análisis racional de selección de tecnologías. Por un lado, esperamos que el análisis filosófico contribuya a aclarar el panorama de esta importante controversia que entremezcla problemáticas de selección tecnológica con cuestiones de políticas públicas en seguridad, constituyendo un legítimo objeto de estudios por parte de los estudios CTS. Por otra parte, resulta relevante para la propia disciplina de la filosofía de la técnica implementar un marco teórico en casuística concreta y real, a fin de probar su alcance y potencialidad. Subyace nuestra creencia de que este tipo de trabajos es altamente valioso y resulta necesario para que los estudios en filosofía de la técnica, por lo general altamente abstractos, puedan mostrar su utilidad para la toma de decisiones racionales en el marco de las políticas públicas.

3. MáYúsculas en el original.

4. En comunicación personal con docentes de balística y de criminalística del Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina. Véanse también notas al pie 1 y 2. Para un paneo de la situación a nivel internacional, véase: Coupland y Loye, 2003.

1. Método

Aplicaremos algunos de los conceptos propuestos por Quintanilla (1998 y 2005) a fin de describir con un máximo de claridad los aspectos relevantes de la controversia que describimos en la introducción. Realizaremos también una serie de agregados a dicho marco a fin de refinar la manera en que conceptualiza a los agentes involucrados en el análisis. A medida que se introduzcan los conceptos clave, se los irá instanciando en el sistema empírico estudiado. Una vez realizado este trabajo, se procederá al análisis de los aspectos técnicos importantes a tener en cuenta en la discusión central, de la cual se espera que permita proveer una conclusión racionalmente fundamentada que ayude a iluminar los aspectos esenciales de dicha controversia.

Para comenzar con el análisis en cuestión, comenzaremos por definir los conceptos principales según el marco teórico elegido. En primer lugar, partimos de la base de que el análisis de la controversia no puede ser efectuado meramente sobre el objeto técnico —la munición—, sino que es menester tomar en cuenta todos los individuos y componentes materiales que se relacionan con él en la situación típica de uso. Así, resulta adecuado analizar dicho objeto como un componente más de un sistema, cuya estructura caracterizaremos de la siguiente manera:

“La estructura del sistema consiste en el conjunto de propiedades o relaciones que se dan entre sus componentes y entre éstos y el entorno. El entorno está formado por otros sistemas que se relacionan con él (...) Cualquier objeto concreto que no sea una entidad simple se puede considerar un sistema” (Quintanilla, 2005: 65-66).

144

A su vez:

“Un mismo sistema se puede caracterizar de formas alternativas, según el conjunto de propiedades que nos interesen (o que seamos capaces de caracterizar de forma precisa) de acuerdo con el contexto conceptual que estemos utilizando (...) En general, la representación de un sistema se hace dentro de un contexto conceptual (es decir, un conjunto de conceptos con los cuales podemos representar las propiedades del sistema), que a su vez seleccionamos de acuerdo con lo que consideramos relevante del sistema para nuestros propósitos teóricos o prácticos” (Quintanilla, 2005: 66).

Entonces, seleccionaremos para el sistema bajo estudio (el que representa una situación típica de uso policial de municiones, caracterizada según la Resolución 1770/2008) los elementos, las características y las relaciones de manera tal de realizar un análisis lo más simplificado posible que permita comprender en forma relevante las distintas aristas de la controversia suscitada.

El tipo de sistema que nos interesa es el sistema técnico. Veremos luego la definición que provee Quintanilla para dicho sistema. Para ello es necesario introducir otras definiciones previas. El autor distingue dos tipos de componente para un sistema: los agentes intencionales y los componentes materiales. Un agente intencional es un sistema que realiza acciones intencionales con un objetivo y un resultado.

“A(X,S,O,R) es una acción intencional del sistema X sobre el sistema S con la intención o el objetivo O y resultado R si: i) A(X,S,R) es una acción de X sobre S con resultado R. ii) X es una entidad con capacidad para tener creencias y deseos o fines, establecer valoraciones y tomar decisiones. iii) X desea que se realice el estado de cosas O. iv) X tiene una representación de la acción A(X,S,R) y cree que tal acción es posible. v) X cree que O está incluido en R” (Quintanilla, 2005: 78-79).

A esta definición agregaremos que no toda acción intencional se realiza necesariamente sobre un sistema, sino que también se puede hacer sobre una entidad simple. Un análisis de la acción intencional incluirá dentro de la envolvente del sistema tanto al subsistema/agente intencional como a dicha entidad simple. Otra aclaración pertinente es que no es necesario que la representación de la acción que tiene el agente sea perfecta; sólo es necesario un conocimiento mínimo de las regularidades causa-efecto, de modo de que el agente pueda operar razonablemente sobre su entorno.

Dentro de los agentes, Quintanilla distingue aquellos que tienen representaciones de los objetivos generales del sistema en su conjunto, a los que denomina “agentes responsables”, y aquellos que tienen una representación sólo parcial de los mismos, o incluso objetivos ajenos a los objetivos generales. A través de esta distinción en el nivel de generalidad de la representación de los objetivos, el sistema técnico propuesto por Quintanilla se hace cargo de los distintos rangos de los actores intervinientes en un sistema: por ejemplo, el propietario de una fábrica y los operarios.

145

Los componentes materiales no requieren ninguna definición; basta aclarar que el autor los introduce para diferenciar a los sistemas técnicos de otro tipo de sistemas puramente conceptuales, donde no hay “elementos materiales de carácter instrumental” (Quintanilla, 2005: 89). Finalmente, un “sistema técnico” es definido como un:

“(…) sistema intencional de acciones en el que además del subconjunto de agentes intencionales del sistema que conciben los objetivos y actúan para conseguirlos, existe al menos un subconjunto de componentes (los que llamaremos componentes materiales del sistema) que son objetos concretos y cuya transformación o manipulación forma parte de los objetivos intencionales del sistema” (Quintanilla, 2005: 89).

Nosotros consideramos que este modo de conceptualizar los sistemas técnicos es fundamentalmente correcto, pero necesita ser ampliado si se pretende generar

un instrumento de evaluación de decisiones vinculadas a las políticas públicas. Esta ampliación consiste en incluir una nueva tipología de agentes, a los cuales denominaremos “agentes colaterales”, los cuales no forman parte del conjunto de agentes intencionales de un sistema si se los define en términos de sus representaciones (globales o particulares) de los objetivos de dicho sistema. Estos agentes pueden no tener una representación viable del sistema o sus acciones, o tener objetivos completamente ajenos a él. Pese a ello, los agentes colaterales son absolutamente relevantes en tanto se ven afectados por el sistema de forma más o menos directa.

A su vez, podemos distinguir dos tipos de agentes colaterales, que llamaremos “directos” e “indirectos”. Los primeros son aquellos contemplados por parte del agente intencional responsable del sistema analizado. Un ejemplo de agente colateral directo será un transeúnte para un sistema técnico que analice la actividad de un taxista. En el sistema técnico conformado por el taxi, lo trivial sería incluir al chofer y a los usuarios del servicio como agentes intencionales y al automóvil como componente material. El taxista tiene por objetivo realizar su servicio y cobrarlo, y al mismo tiempo no dañar su vehículo ni a ningún transeúnte. La potencialidad que posee el vehículo de dañar al transeúnte por atropellamiento hace que sea relevante incluir a este en la envolvente para analizar el sistema técnico; caso contrario, dicho análisis sería incompleto.

En cuanto a los agentes colaterales indirectos, son agentes que tampoco participan en el sistema técnico en un rol de agentes intencionales; de hecho, no forman parte de los objetivos del agente responsable que concibió la génesis del sistema técnico. Sin embargo, deben incluirse en la envolvente para un análisis relevante del sistema técnico pues también interactúa con él, a pesar de no haber sido siquiera considerado. Un ejemplo puede ser los recuperadores de materiales electrónicos descartados, quienes queman las plaquetas electrónicas en busca de componentes valiosos. Si bien ni los diseñadores ni los usuarios para los cuales se diseñaron esos materiales los tuvieron probablemente entre sus objetivos —nadie compra una computadora pensando en quiénes la aprovecharán una vez descartada—, lo cierto es que la evaluación del sistema técnico que incluye a dichos materiales se enriquecería teniéndolos en cuenta.

Queda claro que, para una conceptualización de cualquier sistema técnico que permita un análisis relevante de sí mismo, es fundamental trazar con un criterio racional la frontera analítica dentro de la cual quedarán incluidos los que consideremos sus elementos constitutivos. Cabe, entonces, preguntarse qué bordes consideraremos (en definitiva, qué sistema técnico) para el análisis de la pertinencia del uso o no de la munición expansiva por parte de fuerzas de seguridad interior.

Creemos que, para la correcta evaluación de tecnologías en el contexto de la formulación de políticas públicas mediante el marco de Quintanilla, debe implementarse una heurística de manejo analítico de la envolvente del sistema que incluya a los agentes colaterales. Por ejemplo, si se analiza la introducción de un aeropuerto comercial en un barrio, la envolvente para el análisis sistémico debe necesariamente incluir a los vecinos del aeropuerto, puesto que, aunque no sean los dueños u

operadores del aeropuerto, ni sean sus usuarios, interactuarán con él (padeciendo la contaminación acústica o el aumento del tránsito en la zona, o beneficiándose por la provisión de distintos servicios a los usuarios del aeropuerto).

Profundicemos entonces en los elementos a considerar en nuestro análisis. En primer lugar, describiremos al agente intencional responsable, individuo al que llamaremos “oficial de policía” (agente “A”), que posee dos componentes materiales: un arma corta y un conjunto de municiones. A su vez, el agente junto a ambos componentes materiales constituye un subsistema.

Sobre el arma corta no profundizaremos. Si bien las fuerzas de policía utilizan armas de variadas marcas, tecnologías y calibres, no resulta relevante diferenciarlas para la cuestión de marras, por lo que la consideraremos en forma genérica y nos concentraremos en el asunto del tipo de proyectil. Según Carlucci y Jacobson (2008), la munición puede clasificarse atendiendo a su forma en: *solid slug*, *full metal jacket* (llamada también encamisada), semi-encamisada, *hollow point* o hueca y, finalmente, la de núcleo de acero. Existen muchos tipos de munición, pero todos, según estos autores, pueden ser incluidos en alguna de las tipologías mencionadas.

Comúnmente los agentes de policía en Argentina trabajan con proyectiles del tipo FMJ (*full metal jacket* o encamisados) de tronco cónico. Se trata de un proyectil que suele ser de una aleación de plomo revestida de un material, generalmente plomo, diseñado para soportar mejor el estrés de la detonación y poder limpiar fácilmente el residuo resultante del cañón del arma. Por otra parte, la munición expansiva caería dentro de la familia de los proyectiles de punta hueca (*hollow point*). Estas municiones están encamisadas de manera parcial, quedando una pequeña región cóncava desnuda en el extremo de impacto. Esta región, al impactar al blanco, se rompe y expande, a menudo desplegando esquirlas que quedan dentro del cuerpo del objetivo. Esto provoca una gran descarga de energía que se corresponde con el efecto denominado *stopping power*, que tiende a derribar al objetivo por los daños orgánicos incapacitantes que produce.

Cabe aclarar sin embargo que los avances en la tecnología y la balística han morigerado ciertos aspectos del análisis técnico que venimos desarrollando. Los técnicos de la Cruz Roja Robin Coupland y Dominique Loye (2003) aclaran que la energía que porta la munición resulta mucho más relevante en el daño que causa que su diseño. Así, por ejemplo, el daño causado por una bala “dum-dum” disparada por un rifle británico de fines del siglo XIX era ampliamente superior que el efectuado por un arma policial típica de estos días, ya que acarreaba 3000 Joules contra apenas 500 de las armas modernas. Esto implica para los autores que la munición expansiva sería compatible con el uso racional de la fuerza, por lo que proponen adoptar en los tratados internacionales un criterio de prohibición basado en la portación de energía en vez del actual, basado en el diseño. Sin embargo, esto no puede utilizarse bajo ningún aspecto para relativizar el daño causado por la expansión de la munición (sobre todo comparándolo con la munición encamisada típica en el ámbito policial), pero la falta de consensos al respecto indica que todavía hay cuestiones técnicas y estadísticas que podrían ayudar a mejorar el análisis, tanto para el ámbito militar como el policial.

Para el presente trabajo, consideraremos dos posibilidades altamente simplificadas. Dado el efecto diferente que producen ambos tipos de munición, propondremos dos variantes del subsistema/agente responsable A, siendo A1 el agente que utiliza munición encamisada, mientras A2 utiliza munición expansiva.⁵

El componente intencional responsable del subsistema A (en sus dos variantes) será un oficial de policía, pero no cualquiera, sino solamente aquel habilitado por la Resolución 1770/2008 del Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos de la República Argentina; es decir: un miembro de las Unidades Especiales de la División Grupo Especial de Operaciones Federales (G.E.O.F.), del Grupo Especial 1 - G.E. 1, y el personal de la fuerza que presta servicios de custodia. Se trata de oficiales de élite, con alto entrenamiento de tiro y experiencia de campo, los cuales se encargan principalmente de situaciones “de recuperación de objetivos donde se encuentran involucrados rehenes o tareas de custodias especiales”. Esto significa, por un lado, que, para estos agentes en particular, la probabilidad de errar en el disparo es baja (o al menos más baja que la del resto de los oficiales de policía). Por otro lado, también significa que es altamente probable que en el entorno donde los agentes están actuando haya que considerar la presencia de civiles inocentes, lo que aumenta el riesgo de daño colateral (por yerro, rebote o atravesamiento del objetivo primario).

Consideraremos además a dos agentes que se relacionan con el agente A dentro de la envolvente del sistema. Los denominaremos “B” (“criminal”) y “C” (“civil inocente”).⁶ A, para los escenarios posibles que plantearemos, podrá accionar únicamente disparando su arma, intentando que la munición impacte sobre B y no sobre C. El caso ideal (y preferible a todo fin) en que el agente de policía logre detener al criminal sin hacer uso de su arma no resulta relevante para el análisis de la controversia y por ello no será tenido en cuenta.

El subsistema/agente colateral B será analizado como una variante del sistema A: se trata de un agente intencional (civil criminal) que dispone de un arma corta y municiones, resultando indistinto considerar el tipo de arma o el tipo de munición, la cual, por simplicidad, consideraremos encamisada, dado que la expansiva está prohibida para su uso civil (ignoraremos momentáneamente la existencia de un mercado negro de este tipo de munición). También puede accionar sobre el entorno únicamente disparando su arma, ya sea contra el agente A o contra el agente C.

El agente C, por su parte, es un individuo (civil inocente), que no dispone de medios materiales con los cuales accionar sobre su entorno, aunque dicho entorno sí puede accionar sobre él. Así, C puede recibir un impacto de bala por parte de A o por parte de B. En nuestra tipología, C es un agente colateral directo, aunque en aras de la

5. Quintanilla (2005) plantea que un sistema es una variante de otro si ambos poseen la misma estructura, pero algunas propiedades son distintas.

6. Notablemente, en los escenarios de intervención de las fuerzas de élite a las que se refiere este modelo, se puede hablar de criminal con alto margen de seguridad y no meramente de sospechoso. Las tomas de rehenes y las agresiones hacia personas de interés son contextos donde el sistema B es siempre, de hecho, un criminal en activo.

simplificación también se lo puede considerar una entidad simple, ya que en los escenarios propuestos no tiene posibilidad de accionar sobre el entorno de ninguna manera. Esta consideración dual aparentemente contradictoria no distorsionará el análisis en modo alguno.

Consideraremos para todos los agentes del sistema bajo estudio una única propiedad relevante, que podemos denominar “salud”, y cuatro valores discretos posibles de este estado: “sano”, “herido pero activo”, “herido e inactivo” y “muerto”. Los objetivos de A serán entonces: 1) mantener el estado de salud de C en “sano”; 2) mantener su propio estado de salud en “sano”; y 3) neutralizar a B, en lo posible preservando su vida.

El tercer objetivo debe ser analizado cuidadosamente. Dado que consideramos que A solamente puede accionar sobre el entorno disparando, la única manera que tiene de neutralizar a B es acertando un impacto de bala sobre él. Al recibir B una bala, su estado de salud puede cambiar a “herido pero activo”, “herido e inactivo” o “muerto”. Sin embargo, el estado “herido pero activo” implica que B no queda neutralizado, sino que posee aún capacidad de accionar a su vez sobre el entorno (ya sea sobre A o C), al menos durante una cantidad de tiempo relevante (incluso si el criminal queda herido en un órgano vital podría seguir disparando antes de morir). Por ende, A preferirá transformar el estado de B en “herido e inactivo” o “muerto” a fin de conseguir su tercer objetivo. Entre estos dos estados, a fin de cumplir con el imperativo policial del uso racional de la fuerza (Berni, 2012), y de cumplir con los lineamientos dados por el VIII Congreso de las Naciones Unidas sobre los Principios Básicos en el Uso de la Fuerza y Armas de Fuego por los Oficiales de la Policía (1990), se preferirá el primero, debiendo ser el segundo un último recurso. Los resultados posibles de conseguir por A serán analizados en la próxima sección.

149

El agente/subsistema B, por su parte, ya fue caracterizado como una variante de A, aunque no hemos planteado aún sus objetivos. Diremos que B se halla en confrontación con A, por lo que $O(A) \cap O(B) = \emptyset$. Plantearemos por simplicidad los siguientes objetivos: 1) mantener su propio estado de salud en “sano”; 2) neutralizar a A; y 3) dada la situación de conflicto, cambiar el estado de salud de C a “muerto”.

Está claro que el criminal no se ve constreñido por el imperativo del uso racional de la fuerza. Por otro lado, cabe admitir que el objetivo de asesinar a C no se corresponde con una situación de toma de rehenes, donde en lo posible se busca salvaguardar al civil como “moneda de intercambio” en la negociación con las fuerzas de seguridad. Pero, en cambio, sí se corresponde con una situación en la que el oficial de policía actúa como custodio del objetivo de un sicario, y también con una situación de toma de rehenes fuera de control, ya sea por intervención fallida de las fuerzas de seguridad o por el incumplimiento de las demandas de los criminales. Así, en aras de la simplificación del análisis, puede considerarse dentro de los objetivos sin problemas.

Ahora bien, según Quintanilla, cuando dos sistemas se hallan en confrontación, sus acciones no pueden constituir un producto intencional y, por ende, tampoco un sistema intencional. Dada la definición de “sistema técnico” que estamos utilizando, la

presencia de los agentes A y B en el mismo sistema no podría conformar un sistema de dicho tipo, ya que se requiere que sea intencional. Tendríamos, eso sí, un sistema no intencional de sistemas intencionales (A y B conforman sistemas intencionales en sí mismos), pero no un sistema técnico. Esto conforma, a nuestro entender, una debilidad en la herramienta analítica, ya que no permite incluir en una misma envolvente a dos sistemas confrontados. Esto obliga a analizarlos por separado, lo que dificulta ver qué parte de las intenciones de uno están dados debido a la existencia del otro y en función del otro. Además, si se analizan sistemas técnicos en el marco de la formulación de políticas públicas, como es nuestro caso, las situaciones de confrontación son casi inevitables, teniendo en cuenta la multiplicidad de intereses existentes alrededor de cada tecnología. La ausencia de un enfoque holista que considere todos estos objetivos contrapuestos constituirá una dificultad, y por ello proseguiremos considerando el sistema técnico que representa al escenario típico de uso de la munición policial sin escindir al agente B.

Debemos admitir que, si tomamos al sistema técnico incluyendo a los agentes A, B y C, aparece una dificultad a la hora de determinar qué objetivo tiene el sistema como un todo. ¿Serán los objetivos de A, de B o de C? No puede ser la unión de todos ellos, pues existirían objetivos contradictorios, ni tampoco la intersección, dado que ella podría ser vacía. En definitiva, los objetivos que se utilicen en el análisis serán aquellos decididos por el analista según su contexto. En nuestro caso, la óptica está del lado del agente de policía y por ende consideraremos que el objetivo del sistema en un todo será el de A, pero nada impide que alternativamente se practique un análisis análogo con los objetivos de B y de C. Así, le asignamos al sistema considerado los objetivos de A, mientras que los objetivos de B y C son tenidos en cuenta solamente a fin de prever sus potenciales cursos de acción.

150

Nada hay en el mundo que establezca la frontera natural del sistema, siendo ella dependiente del enfoque analítico utilizado. Esto implica que determinar qué envolvente es la indicada en un contexto dado no puede resolverse empíricamente, sino que tal determinación es netamente pragmática y dependiente del objetivo del análisis.

El sistema conceptual de Quintanilla puede dar cuenta a su manera del escenario analizado en este trabajo, considerando que los agentes A y B son sistemas en confrontación cuyos objetivos no coinciden (como dijimos, $O(A) \cap O(B) = \emptyset$). Lo más intuitivo, siguiendo al autor, sería colocar nuestra envolvente en A (y su arma y municiones) y considerar a B y C como parte del entorno. El motivo por el cual nos apartamos deliberadamente de esta conceptualización es que, según entendemos, ella podría diluir la naturaleza de los componentes del entorno y su influencia en el funcionamiento, los objetivos y los resultados del sistema considerado. Es decir, la determinación de la eficiencia técnica del sistema conceptualizado *alla* Quintanilla no tiene en cuenta, no se apropia de los objetivos de los demás agentes.

A modo ejemplar, en un partido de fútbol, está claro que los objetivos del equipo A y del equipo B están en confrontación, tan claro como que el éxito de A depende de la consideración de los posibles cursos de acción de B. En este ejemplo, C podría ser los espectadores. El modo de juego también suele tener en cuenta los objetivos de tales

espectadores, que incluye que su equipo gane, pero también que lo haga brindando un espectáculo tal que mantenga la mística del deporte.

Se ve claro que la herramienta original de Quintanilla y la nuestra pueden hacerse cargo del mismo escenario, aunque la aquí presentada enfatiza la influencia de ciertos componentes materiales e intencionales que, por ser parte del entorno, muchas veces podrían invisibilizarse, a saber: los agentes colaterales directos e indirectos, cuyos ejemplos brindamos más arriba. Esto es lo que, consideramos, vuelve a la herramienta ventajosa para el análisis de políticas públicas. Por otro lado:

“(…) las desvinculaciones, causas del extrañamiento y la alienación se producen cuando los usuarios (agentes intencionales) se desvinculan de los diseñadores (agentes intencionales), esto es, las intenciones y valores de unos y otros se divorcian durante el proceso de diseño. El resultado es que los artefactos y sistemas tecnológicos se cierran sobre sí mismos y pierden su condición de mediadores sociales, aislando, a través de sus diferentes propiedades, a los usuarios de los diseñadores” (Sandrone y Lawler, 2017: 85).

Lo único que añadimos a esta cita es que la noción de usuario tampoco debe cerrarse sobre sí misma. El agente colateral también debe formar parte en la mediación, a fin de no causar el extrañamiento.⁷

151

Ahora bien, nuestra conceptualización arrastra la situación anti-intuitiva de entender que una parte de un sistema técnico tiene por objetivo hacer que el sistema como un todo falle. Y al mismo tiempo lleva a que el producto de las acciones del sistema se vuelva complejo de predecir, debido a que debe ponderarse cuál de los subsistemas antagonicos prevalece (o qué emergente surge de la combinación de las acciones). En el análisis que evaluaremos de los escenarios dinámicos, tendremos en cuenta sólo los intervalos de tiempo en que el agente A efectúa su disparo y este impacta, con lo cual, *stricto sensu*, el agente B será un sistema paciente. Pero las consideraciones analíticas sí tienen en cuenta que, luego de dicho intervalo, a menos que B haya sido neutralizado por su disparo, tiene la potestad de atacar y dañar a A y a C (y dar por tierra con los objetivos del sistema como un todo), y por ende afectará necesariamente los resultados del sistema total. Puede verse, entonces, que ocluir a B de la envolvente del sistema técnico se convierte en un sinsentido analítico (como también dejar de llamar “técnico” al sistema por el solo hecho de incluir un agente en confrontación, lo cual podría llevar a que se deje de considerar dentro de los procesos de evaluación técnica). Así, creemos que con una descripción adecuada del sistema, y la consideración del subsistema confrontativo como agente colateral directo, puede llevarse a una representación de los sistemas técnicos más adecuada

7. Agradecemos al evaluador anónimo que nos estimuló a refinar nuestra posición respecto a la adecuación de la herramienta analítica de Quintanilla para este tipo de escenarios.

para la evaluación tecnológica, especialmente en el contexto de la formulación de políticas públicas.

Luego de esta digresión, pasamos a describir a C, el cual no posee arma alguna y no puede actuar activamente sobre el entorno, por lo que su único objetivo es mantener su propio estado de salud en “sano”.

Para seguir con la descripción dinámica del sistema bajo estudio, planteemos las condiciones iniciales: 1) en $t=0$ la propiedad “salud” de A, B y C se halla en estado “sano”; y 2) en $t=0$ el único sistema que puede actuar es A (incluimos esta condición por simplicidad analítica, puesto que si la evolución del sistema comienza con la muerte de A o C el análisis pierde sentido).

Veamos las regularidades que gobiernan a nuestro sistema. En primer lugar, las deterministas: 1) si A, B, o C reciben un impacto de bala, su propiedad “salud” ya no será “sano”; 2) si el estado de salud de A o B pasa a “herido e inactivo” o “muerto”, ya no podrán continuar actuando como sistemas agentes; y 3) la munición expansiva, una vez que impacta en un lugar (sea un individuo o un objeto contundente) no prosigue su trayectoria.

A continuación, veremos las regularidades estocásticas:

152

- 1) La probabilidad de que A o B acierten el objetivo primario de su disparo es alta (estamos presuponiendo que tanto el oficial de policía como el supuesto criminal son tiradores expertos).
- 2) La munición encamisada, una vez que impacta en un lugar (sea un individuo o un objeto contundente), posee una probabilidad alta de rebotar o atravesar el objeto y proseguir su trayectoria.
- 3) Si atraviesa a un individuo o rebota en algún objeto contundente, la probabilidad de que un proyectil impacte en otro individuo es baja pero relevante.
- 4) Un agente que recibe un impacto de bala encamisada tiene una probabilidad alta de pasar al estado “herido pero activo” y una probabilidad menor, pero aún así relevante, de pasar al estado “herido e inactivo” o “muerto”.
- 5) Un agente que recibe un impacto de bala expansiva tiene una probabilidad alta de pasar al estado “muerto”, una probabilidad menor pero relevante de pasar al estado “herido e inactivo”, y una probabilidad mucho menor de pasar al estado “herido pero activo” (esta ley es la que tal vez requiera mayor ajuste en función de los estudios balísticos, pero para el presente análisis se planteará de esta manera sin problemas).

Consideradas todas estas premisas, pasaremos al análisis de escenarios posibles a fin de comprobar los resultados obtenidos en el sistema bajo estudio para el caso de uso de munición encamisada y para el caso de uso de munición expansiva, a fin de fundamentar una decisión racional que ayude a aproximarse a una clausura de la controversia.

3. Análisis y resultados

Ahora examinaremos los escenarios posibles analizando el sistema de acciones y sus consecuencias potenciales, primero para el caso en que el agente A dispone de munición encamisada. En $t=0$ el sistema A1 (policía con balas encamisadas) realiza la acción “disparo” hacia el sistema B. En $t=1$ puede ocurrir que la bala acierta o no acierta, siendo el primer caso el más probable.

Si acierta, lo más probable es que en $t=1$ el estado de B, $E(B)$, pase a “herido pero activo”, y también que la bala atraviese al sistema, pudiendo quedar neutralizada, o rebotar e impactar en C. Lo más probable es que quede neutralizada, aunque existe una probabilidad mínima pero relevante de que impacte en C, causando que cambie su estado de salud, con mayor plausibilidad, a “herido pero activo”.

Si en $t=1$ la bala de A1 no acierta, puede darse que la bala quede neutralizada, o rebote e impacte en C. Ahora vale nuevamente el razonamiento que hicimos arriba para el caso de que el proyectil acierte, pero atraviese a B.

Esto muestra que dadas las regularidades que consideramos para el sistema, la bala encamisada tiene bajas aunque relevantes probabilidades de dañar al agente C, y también posee altas probabilidades de dejar al agente B activo (tanto si está sano como si está herido), lo cual lo deja en capacidad de accionar en $t=2$ contra el agente A o contra el agente C, y esto va en perjuicio de los objetivos del sistema (que coinciden con los de A por ser el agente responsable). Por este motivo, como ya mencionamos, buena parte de las fuerzas policiales considera que este tipo de munición no es el adecuado. Aunque es trivial, cabe destacar, por otra parte, que las probabilidades de ocurrencia de los efectos dadas las causas en este sistema variarán enormemente con el entrenamiento y el temple del tirador.

153

Ahora analicemos los escenarios para el caso en que el agente A utilice munición expansiva. En $t=0$ el agente A2 (policía con proyectiles expansivos) realiza la acción “disparo” hacia el agente B. En $t=1$ puede ocurrir que la bala acierta o no acierta, siendo el primer caso el más probable. Si acierta, la bala no atraviesa y es altamente probable que $E(B)$ en $t=1$ sea “muerto” o, menos probablemente, “herido y no activo”.

Si en $t=1$ la bala de A2 no acierta, puede darse que la bala quede neutralizada o impacte en C, en cuyo caso lo más probable sea que $E(C)$ en $t=1$ (impacto directo) pase a “muerto” o, menos probablemente, “herido y no activo”, mientras que B tiene posibilidad de actuar en $t=2$ (con sus consiguientes consecuencias nefastas para el sistema como un todo).

Esto implica que la bala expansiva resulta más “segura” por su capacidad de neutralizar (ya sea hiriendo o matando) al agente B, pero posee una probabilidad nada desdeñable de matar al sistema C en caso de falla. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que el policía sólo debería acabar con la vida del malhechor si no hubiese alternativa; en este sentido, la munición expansiva es menos eficiente en el cumplimiento de ese objetivo.

Los resultados de nuestro análisis muestran que, de cara a los objetivos de las fuerzas de élite, lo más racional (en sentido lato, de relación medios a fines) es que porten munición expansiva. Los riesgos vinculados a la munición encamisada hacen que, en los contextos de toma de rehenes y de custodia de personas (como testigos protegidos, personas amenazadas, etc.), la munición expansiva sea la más recomendable. En este sentido, la herramienta analítica propuesta da la razón a lo expresado en la Resolución 1770/2008. Ahora bien, cabe preguntarse si el uso de dicha munición también debería extenderse al personal policial que quedó fuera del alcance de la resolución analizada. Para abordar esa cuestión, debemos adicionar algunos elementos contextuales a nuestro análisis.

Veamos algunos condicionantes externos propios del contexto social actual, puesto que debe ser meridiano que juegan un rol fundamental en este tipo de evaluaciones tecnológicas. En nuestro caso particular, uno de ellos es la existencia de un mercado negro considerable —al menos en Argentina— de armas de fuego. Este mercado negro está en parte alimentado de piezas robadas a las fuerzas de seguridad, por lo que debe considerarse que, si la munición expansiva fuese utilizada en forma ubicua, el mercado negro proveería un acceso mayor a tal tipo de munición.⁸ Esto aumentaría en forma relevante el riesgo de muerte de policías y civiles ante enfrentamientos armados.

Otro elemento contextual importante es una peligrosa tendencia, acrecentada en los últimos tiempos en Argentina, a que las fuerzas de seguridad interior incumplan con la doctrina de uso racional de la fuerza, accionando con violencia contra quienes considera criminales en situaciones incompatibles con la carátula de la legítima defensa —tendencia denominada “gatillo fácil”. En 1996 surgió la organización política llamada Coordinadora Contra la Represión Policial e Institucional (CORREPI), que, entre otras cosas, lleva estadísticas de personas muertas por el Estado.⁹ La CORREPI ha manifestado el alarmante número de un muerto cada 23 horas, lo que implica el mayor pico represivo desde el fin de la dictadura militar de la Argentina.¹⁰

La explicación de tal aumento de la violencia institucional suele darse por la implantación, por parte del anterior gobierno nacional, comandado por Mauricio Macri, de la llamada “doctrina Chocobar”. Esta doctrina consiste en la valoración positiva del uso de violencia excesiva por parte de las fuerzas de seguridad, acompañada de un desvío de la carga de la prueba hacia fuera de los oficiales. Esto implica que el Poder Ejecutivo, a contramano de las normativas nacionales e internacionales, apoya abiertamente a los oficiales involucrados en causas de gatillo fácil o uso excesivo de la fuerza. Esta “doctrina” fue bautizada con el nombre de un oficial que, persiguiendo a un criminal que había asaltado y apuñalado a un turista en Buenos Aires, lo asesinó disparándole por la espalda mientras este se daba a la fuga. El oficial Chocobar,

8. Más información disponible en: <https://www.lacapital.com.ar/economia/el-mercado-ilegal-armas-la-region-representa-la-mitad-unidades-el-pais-n430272.html>. Consultado el 7/4/2018.

9. Más información disponible en: <http://www.correpi.org/>. Consultado el 7/4/2018.

10. Más información disponible en: <http://www.correpi.org/2017/archivo-2017-cada-23-horas-el-estado-asesina-a-una-persona/>. Consultado el 7/4/2018.

si bien se halla procesado por la Justicia por “homicidio agravado”, fue recibido públicamente por el propio presidente de la nación, legitimando así esta “doctrina” implícita sobre la cual la ex Ministra de Seguridad Patricia Bullrich manifestó que se explicitaría llevándola al Código Penal.¹¹

Durante la administración de Mauricio Macri, se instaló un “clima de época” donde el mensaje del Poder Ejecutivo (que en buena parte refleja la opinión de sus votantes) contradice los protocolos de actuación y las normativas nacionales e internacionales a las que el país adscribe. Tenemos una fuerza policial que se encuentra socialmente devaluada, mal paga y teñida de una ideología revanchista que ve con nostalgia los tiempos en que la presión social sobre el uso de violencia era mucho menor.¹² El resultado es un cóctel al que parecería peligroso aumentar el grado de letalidad que disponen oficiales de policía como los de “calle”, los del sistema carcelario (*locus* de muchos de los casos expuestos por CORREPI) o los que vigilan (y muy frecuentemente reprimen) manifestaciones políticas. En el sistema técnico que hemos analizado, en el contexto sociohistórico mencionado podía darse, en forma más frecuente que lo aceptable, que el objetivo del agente A de neutralizar a B fuera modificado por el de asesinarlo, en una suerte de aplicación de la pena capital, que es ilegal en Argentina. Es decir, podría darse un fin peligrosamente diferente al esperado para la tecnología en cuestión.

Volviendo a la pregunta acerca de los escenarios en los que los agentes de policía no alcanzados por la Resolución 1770/2008 intervienen disparando su arma, es fácil ver que en dichos escenarios los objetivos son parecidos, con salvedades relevantes: B podría no ser criminal, sino apenas sospechoso, y podría darse que C no exista (dentro del sistema considerado) o al menos no sea ni un rehén, ni un posible objetivo de sicarios, ni un transeúnte en riesgo. Con todo, entre los objetivos de A se cuentan detener el accionar supuestamente delictivo de B. Habida cuenta de ello, y de las características de las municiones encamisada y expansiva: ¿deberían los agentes de policía no alcanzados por la Resolución 1770/2008 portar la munición expansiva? Dado que:

- 1) Los escenarios no contemplados por la normativa de marras están protagonizados por agentes rasos, que, aun habiendo tenido un entrenamiento reglamentario, no pueden considerarse, al menos en principio, tiradores expertos. Un impacto de bala accidental de munición implica un alto riesgo de muerte o daños irreversibles.
- 2) En la actividad estándar de los agentes, los sospechosos no necesariamente cuentan entre sus objetivos asesinar a un civil o a un agente. Por ello no es proporcional la utilización de munición letal.

11. Más información disponible en: <http://www.perfil.com/sociedad/expertos-alertan-el-cambio-de-doctrina-tras-el-caso-chocobar.phtml>. Consultado el 7/4/2018.

12. Más información disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/95389-es-un-cambio-muy-peligroso>. Consultado el 7/4/2018.

Nuestra respuesta es negativa, y la fundamentamos sobre la consideración de los agentes colaterales, tal y como ocurría en el modelo detallado más arriba. Aquí puede verse en todo su potencial la necesidad de introducir dentro del sistema considerado a dichos agentes: sin ellos, el único criterio de racionalidad es la consecución de los objetivos del agente responsable, resultando en que lo más racional es siempre utilizar munición letal.

Por supuesto, este resultado podría obtenerse sin necesidad de apelar a nuestro instrumental haciendo una evaluación no lineal de la tecnología. En el marco de Quintanilla, la eficiencia técnica se determina como el cociente entre la intersección de los objetivos y los resultados obtenidos y la suma de los mismos $(O \cap R)/(O \cup R)$: a mayor cantidad de objetivos que estén contenidos en el conjunto de los resultados, más eficiente es el sistema y viceversa. Ahora bien, un análisis no lineal presupone que hay ciertos resultados específicos que son inaceptables y que entonces hacen que la evaluación tecnológica sea negativa independientemente del anterior cálculo. En nuestro caso, si un resultado entre otros es la pena de muerte automática, entonces independientemente de lo bien que funcione en otros ámbitos, el sistema técnico se volvería ineficiente.

Sin duda, tal análisis permite ponderar resultados que son inaceptables desde el punto de vista ético. El problema es que justamente, en un clima de época como el descrito, no está claro que un principio como por ejemplo “no aplicar la condena de muerte a un supuesto criminal” sea compartido por quienes han de tomar las decisiones políticas al respecto. Aun cuando el mencionado análisis no lineal resulta generalmente válido en el contexto del análisis filosófico de la tecnología, nuestra propuesta de introducir al interior de la evaluación técnica a los agentes colaterales nos permite obtener resultados semejantes sin presuponer que nuestro interlocutor comparta tales principios éticos, por demás razonables.¹³

Esto, sin embargo, debe decirse con la máxima de las precauciones. No estamos implicando que los factores éticos no tengan cabida en la evaluación de tecnologías ni que pueda prescindirse de ellos en algunos casos. Lo que sostenemos es que, en el plano estratégico, un análisis de eficiencia tecnológico ampliado con los agentes colaterales puede llevarnos a resultados éticamente consistentes sin presuponer principios éticos, en el analista o en el interlocutor.

13. De nuevo, agradecemos al evaluador anónimo sus comentarios en este punto. Nos permitió ver una dimensión del problema de evaluación de tecnologías que no habíamos tenido en cuenta y aclarar nuestras propias intuiciones al respecto.

Conclusiones

Ponderando todos estos elementos, creemos que la determinación expuesta en la Resolución 1770/2008 resulta la decisión más racional a fin de aumentar la eficiencia del sistema policial. En primer lugar, porque los usuarios habilitados por dicha resolución son los grupos de élite de las fuerzas de seguridad interior de la Argentina, lo que implica que la probabilidad de acierto en el disparo es alta, disminuyendo el riesgo de daño colateral. Por otra parte, este grupo es el que tiene por competencia situaciones de rehenes, donde la neutralización de los criminales se convierte en una necesidad crítica. Finalmente, el hecho de que la munición sea parte del equipamiento de un grupo especial, y sólo de este, simplifica su control y evita su acceso al mercado negro.

En las situaciones del oficial de policía estándar, si bien se corren, con la bala encamisada, los riesgos propios de la no neutralización del criminal y del daño colateral por impacto indirecto, también debe considerarse que su menor entrenamiento lo hace muy peligroso como portador de munición expansiva.

Nuestro trabajo se limita al análisis de un caso particular, pues consideramos que es la mejor estrategia para mostrar la fecundidad de la filosofía de Quintanilla a la hora de iluminar controversias en torno a decisiones tecnológicas. No obstante, creemos que esta fecundidad no es a un caso, sino global. La filosofía de la técnica puede dar lugar a instrumentales analíticos útiles para la toma de decisiones políticas vinculadas con la tecnología y, a través de estas instancias aplicativas y evaluativas, sofisticar el aparato conceptual de partida. La genealogía de nuestro trabajo es prueba significativa de ello. Una aplicación de las herramientas conceptuales de Quintanilla que no tuviese en cuenta a los agentes colaterales conllevaría resultados idénticos para las fuerzas policiales de élite y las convencionales. En otras palabras, si un sistema técnico no incluye los agentes colaterales, sus objetivos e intereses, el único criterio interno de evaluación es la eficiencia con la que el sistema, a través de sus agentes intencionales, alcanza sus objetivos.

Bibliografía

BERNI, S. (2012): *Manual de capacitación policial en el uso racional de la fuerza*, Buenos Aires, Ministerio de Seguridad.

CARLUCCI, D. y JACOBSON, S. (2008): *Ballistics, Theory and Design of Guns and Ammunition*, Boca Ratón, CRC Press.

CONFERENCIA INTERNACIONAL DE PAZ DE LA HAYA (1899): *Declaration (IV,3) Concerning Expanding Bullets*, La Haya. Disponible en: <https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Article>.

CONFERENCIADIPLOMÁTICAPARAELABORARCONVENIOSINTERNACIONALES DESTINADOS A PROTEGER A LAS VÍCTIMAS DE LA GUERRA (CONVENIO DE GINEBRA) (1949): *Convenio de Ginebra del 12 de agosto de 1949 para Aliviar la Suerte que Corren los Heridos y los Enfermos de las Fuerzas Armadas en campaña*. Ginebra. Disponible en: <http://www.papelesdesociedad.info/IMG/pdf/los-convenios-de-ginebra-de-1949.pdf>. Consultado el 7/4/2018.

COUPLAND, R. y LOYE, D. (2003): "The 1899 Hague Declaration Concerning Expanding Bullets: A Treaty Effective for more than 100 Years Faces Complex Contemporary Issues", *Current issues and comments of the International Committee of the Red Cross*, vol. 85, n° 849, pp. 136-142.

158

CRUZ ROJA INTERNACIONAL (1998): *Rome Statute of the ICC*. Roma. Disponible en: http://legal.un.org/icc/statute/99_corr/cstatute.htm. Consultado el 7/4/2018.

DAVIS, H. (1897): "Gunshot Injuries in the Late Greco-Turkish Wars with Remarks upon Modern Projectiles", *British Medical Journal*, vol. 2, n° 1897, pp. 1789-1793.

HEADRICK, D. (1979): "The Tools of Imperialism: Technology and the Expansion of European Colonial Empires in the Nineteenth Century", *Journal of Modern History*, n° 51, pp. 231-263.

HEANCKAERTS, J. M. y DOSWALD-BECK, L. (2009): *Customary International Humanitarian Law*, Cambridge, Cambridge University Press.

MINISTERIO DE JUSTICIA, SEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS DE LA NACIÓN ARGENTINA (2008): *Resolución 1770/2008*, Buenos Aires. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?jsessionid=79281BAF5DA0EC541343207DAEDF0917?id=142195>. Consultado el 7/4/2018.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1980): *Convención Sobre Armas de Uso Convencional*, Protocolo II, Ginebra. Disponible en: [https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/\(httpAssets\)/51609D467F95DD5EC12571DE00602AED/\\$file/CONVENTION.pdf](https://www.unog.ch/80256EDD006B8954/(httpAssets)/51609D467F95DD5EC12571DE00602AED/$file/CONVENTION.pdf). Consultado el 7/4/2018.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1990): *VIII Congreso de las Naciones Unidas sobre los Principios Básicos sobre el Empleo de la Fuerza y de Armas de Fuego por los Funcionarios Encargados de Hacer Cumplir la Ley*, La Habana. Disponible en: <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/buscador/search/printInstrumento/45>. Consultado el 7/4/2018.

PARSELIS, M. (2017): “Repensando la relación entre diseñadores y usuarios a través de las tecnologías entrañables”, en M. A. Quintanilla, M. Parselis, D. Sandrone y D. Lawler (eds.): *Tecnologías entrañables, Los Libros de la Catarata*, pp. 54-80.

PODER LEGISLATIVO DE LA NACIÓN ARGENTINA (1973): *Ley 20429/73 (Ley Nacional de Armas y Explosivos)*, Buenos Aires. Disponible en: <http://capacitacionpolicia.santacruz.gov.ar/wp-content/uploads/2016/03/Ley-Nacional-de-Armas-y-Explosivos.pdf>. Consultado el 7/4/2018.

PRESIDENCIA DE LA NACIÓN ARGENTINA (1975): *Decreto 395/75 (Reglamentario de la Ley 20429/73)*, Buenos Aires. Disponible en: https://www.unodc.org/res/cld/document/arg/decreto-395-75-sobre-la-reglamentacion-de-la-ley-nacional-de-armas-y-explosivos_html/Decreto_sobre_la_Reglamentacion_de_la_Ley_Nacional_de_Armas_y_Explosivos_nr_395_de_20.02.75.pdf. Consultado el 7/4/2018.

S/A (1896): “The Millitary Bullet”, *British Medical Journal*, vol. 2, n° 1877, p. 1810.

SANDRONE, D. y LAWLER, D. (2017): “Una excursión ontológica a las tecnologías entrañables”, en M. A. Quintanilla, M. Parselis, D. Sandrone y D. Lawler (eds.): *Tecnologías entrañables, Los Libros de la Catarata*, pp. 81-108.

159

SCOTT, J. (1920): *The Proceedings of the Hague Peace Conferences*, Nueva York, Oxford University Press.

QUINTANILLA, M. A. (2005): *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, México DF, Fondo de Cultura Económica.

QUINTANILLA, M. A. (1998): “Técnica y cultura”, *Teorema*, vol. 17, n° 3, pp. 49-69.

Cómo citar este artículo

GIRI, L. y BERNABÉ BLACH, F. (2020): “El caso de la munición expansiva: análisis de una controversia desde la filosofía de la técnica”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 137-159.

**Intervenciones estatales en el área nuclear:
el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica
en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015) ***

**Intervenções estatais na área nuclear:
o papel da Comissão Nacional de Energia Atômica
no uso de radioisótopos em medicina (1983-2015)**

***State Interventions in the Nuclear Field:
The Role of the National Atomic Energy Commission
in the Use of Radioisotopes in Medicine (1983-2015)***

Martín Peano **

Con la caída de la última dictadura cívico-militar en Argentina, los proyectos de desarrollo del sector nuclear argentino sufrieron serios retrasos. Así, en el último cuarto del siglo XX, en oposición a los treinta años previos, las políticas públicas de los gobiernos democráticos tendrían efectos regresivos sobre el sector. No obstante, frente a esta situación adversa generalizada, el uso de radioisótopos en medicina continuó ampliando sus alcances. En este artículo, pues, nos enfocaremos en cómo se llevaron adelante intervenciones estatales en materia de aplicaciones medicinales de radioisótopos en un marco político-económico que, justamente, se mostró desfavorable para el desarrollo de los grandes proyectos de infraestructura y de I+D que el sector tenía en agenda, aunque a mediados de la primera década del siglo XXI esto se revertiría a partir de aumentos en el financiamiento público. Puntualmente, nos centraremos en los procesos decisivos llevados adelante por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en las áreas de investigación y desarrollo en medicina nuclear, radiofarmacia y equipamiento, infraestructura para la producción de radioisótopos y creación de organizaciones prestadoras de servicios clínicos en medicina nuclear y radioterapia.

161

Palabras clave: Comisión Nacional de Energía Atómica; radioisótopos; medicina

* Recepción del artículo: 27/09/2018. Entrega de la evaluación final: 19/03/2019. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

** Licenciado en ciencia política, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Correo electrónico: martin.peano@gmail.com.

Com a queda da última ditadura civil-militar na Argentina, os projetos de desenvolvimento do setor nuclear argentino sofreram sérios atrasos. Assim, no último quartel do século XX, em oposição aos trinta anos anteriores, as políticas públicas dos governos democráticos teriam efeitos regressivos no setor. No entanto, em relação a essa situação adversa geral, o uso de radioisótopos em medicina continuou a expandir seu escopo. Neste artigo focamos na forma em que foram realizadas as intervenções estatais no campo das aplicações medicinais de radioisótopos em um contexto político-econômico que, precisamente, era contrário ao desenvolvimento dos grandes projetos de infraestrutura e de I+D que o setor tinha programado, embora em meados da primeira década do século XXI, isso fosse revertido pelos aumentos no financiamento público. Especificamente, focaremos nos processos decisórios realizados pela Comissão Nacional de Energia Atômica (CNEA) nas áreas de pesquisa e desenvolvimento em medicina nuclear, radiofarmácia e equipamentos, infraestrutura para a produção de radioisótopos e criação de organizações prestadoras de serviços clínicos em medicina nuclear e radioterapia.

Palavras-chave: Comissão Nacional de Energia Atômica; radioisótopos; medicina

With the overthrow of the last civic-military dictatorship in Argentina, nuclear R&D projects suffered a severe setback. In opposition to the development policies of the previous thirty years, those implemented by the democratic administrations in the last quarter of the 20th century had regressive effects on the sector. In spite of the general adversity, the use of radioisotopes in medicine continued moving forward. This paper focuses on the State intervention in the medical use of radioisotopes, in a political-economic environment that was indeed unfavorable for the development of the R&D projects that the nuclear sector had on the agenda, even though during the middle of the first decade of the 21st century the increase in public investment in the sector reversed this trend. More precisely, this paper focuses on the decisions made by the National Atomic Energy Commission (CNEA, due to the initials in Spanish) in the areas of R&D in nuclear medicine, radio-pharmacy and equipment, infrastructure for the production of radioisotopes, and the creation of organizations that provide clinical services in nuclear medicine and radiotherapy.

162

Keywords: National Atomic Energy Commission; medicine; radioisotopes

Introducción

Con el retorno de la democracia en 1983, los grandes proyectos de desarrollo del sector nuclear argentino comenzaron a ralentizarse. Montado sobre las capacidades científico-tecnológicas construidas durante más de 25 años y con la emergencia de la última dictadura cívico-militar en 1976, el sector nuclear había recibido cuantiosos recursos para el desarrollo de un ambicioso plan nuclear que apuntaba al dominio completo de su ciclo de combustible.^{1,2} Sin embargo, tras el derrumbe de la dictadura, este ambicioso plan nuclear se fue tornando en una pesada carga fiscal para las cuentas públicas de los gobiernos democráticos que le sucederían. En cierta medida, el sector nuclear sufrió las consecuencias del modelo económico de apertura comercial y desregulación financiera (Azipazu y Schorr, 2010).

Así, entre 1976 y 1983, mientras la apertura irrestricta de los mercados desintegraba el tejido industrial, la desregulación financiera creaba un stock de deuda que situaba al país al borde del default. La magnitud y onerosidad de los proyectos encarados durante la dictadura eran desproporcionadas en relación a las capacidades financieras con las que contaba el país. El peso que implicaban sobre el cada vez más pequeño presupuesto de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) obras como Atucha II, la planta de agua pesada en Arroyito, la planta de procesamiento en Ezeiza y la ampliación de la planta de enriquecimiento de uranio en Pilcaniyeu potenciaba la vulnerabilidad externa del sector, dada la imposibilidad de recibir nuevos créditos para continuarlas y pagar, al mismo tiempo, los crecientes intereses de la deuda.

Si bien con la llegada al poder de Raúl Alfonsín se mantuvieron las pretensiones de continuar con estos proyectos y se destinaron recursos para ello, con el estallido de la hiperinflación en 1989 y el consiguiente retorno del peronismo al gobierno, el sector nuclear sufrió una serie de transformaciones que, lejos de dinamizar su estructura organizativa, terminaría por dismantelar los proyectos en marcha y cercenar cualquier horizonte prometedor a futuro. Efectivamente, en la reestructuración de CNEA, primó una lógica cortoplacista, cuyo foco estaba puesto en obtener recursos por la venta de bienes públicos, antes que en desarrollar ecosistemas productivos sustentables en el tiempo.

163

1. "Para el año 1980 (la CNEA alcanzó un presupuesto) cercano al 2% del PBI, su máximo nivel histórico, y una dotación de personal de 6.300 personas" (CNEA, 2001a: 26).

2. Este objetivo de dominio del ciclo de combustible se materializó en la formulación del Plan Nuclear de 1979, el cual proponía como acciones principales:

* La construcción, puesta en marcha y operación de cuatro centrales nucleares de 600 Mve de potencia, proyectando finalizar la última en 1997.

* La creación de la Empresa Nuclear Argentina de Centrales Nucleares (ENACE), en conjunto con Siemens, para adquirir la capacidad de construir centrales nucleares combustibles de manera integral en el país.

* La exploración y explotación de los recursos uraníferos.

* La producción de concentrado de uranio.

* La producción de agua pesada a nivel industrial.

* La producción de radioisótopos para su aplicación medicinal.

* La implementación de un programa de protección radiológica y seguridad nuclear.

Precisamente, con la sanción del Decreto N° 1540 de 1994, el cual tenía como objetivo primordial la privatización de las centrales nucleares, las funciones de operación de las centrales quedaron, de manera provisoria, en manos de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA) hasta que fue concretada su privatización, y las de regulación y control del material nuclear pasaron a depender del Ente Regulador Nuclear (ENREN). Esta reestructuración del sector, la cual centró en CNEA las tareas de investigación y desarrollo sin mecanismos de financiamiento claro, condujo a la paralización de los grandes proyectos de desarrollo de la institución. No en vano el período al que hacemos referencia, el cual desembocaría con la crisis político-económica del 2001 (1983-2002), fue sido denominado por otros autores (Hurtado de Mendoza, 2014) como de “debilitamiento y desarticulación” del sector nuclear, valiéndole a CNEA el mote de “CNEA residual” (Hurtado de Mendoza, 2014; Rodríguez, 2014).

Al igual que para la macroeconomía argentina, el período poscrisis sería de recuperación para el sector nuclear a partir del aumento del financiamiento público. Más puntualmente, esto se daría desde la reactivación formal del Plan Nuclear en 2006, cuando el gobierno de Néstor Kirchner anunció que sus puntos fundamentales eran “la finalización de la Central Nuclear Atucha II, el Estudio de pre-factibilidad para la construcción de una cuarta Central Nuclear, la extensión de la vida útil de la Central Embalse y la Reanudación de la Producción de Uranio Enriquecido” (Vera, 2013: 119).

A pesar del amplio abanico de políticas económicas y sus correspondientes efectos sobre el sector, dentro del periodo analizado (1983-2015) sostenemos que el uso de radioisótopos en medicina evidenció signos de crecimiento.³ Esto se explica en cierta medida porque, ya sea a través del fomento a la investigación básica o aplicada, mediante el desarrollo de infraestructura para la producción de radioisótopos o por medio de la creación de organizaciones prestadoras de servicios clínicos en medicina nuclear y radioterapia, CNEA insistió en promocionar su uso, inclusive en momentos de contracción del sector.

164

3. Los radioisótopos son isótopos inestables de un elemento químico que emiten distintos tipos de radiaciones (alfa, beta, gamma, de positrones, etc.). En medicina, la emisión de estas radiaciones es de gran utilidad para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Más puntualmente, los órganos del cuerpo humano, al responder de manera única a distintas sustancias, son tratados con determinados radioisótopos. Así, por ejemplo, la tiroides absorbe yodo; de esta manera, para tratar el cáncer de tiroides se utiliza yodo-131 (I-131). En otros casos, para que el radioisótopo llegue al órgano que se quiere tratar, se lo debe unir a otras moléculas biológicamente activas. Se une el radioisótopo (elemento caliente) con esta otra molécula (elemento frío) para obtener los efectos diagnósticos y terapéuticos deseados. Otra forma de aplicar los radioisótopos en medicina es a través de la radioterapia. En este caso, la emisión producida por un radioisótopo —por ejemplo: cobalto-60 (Co-60)— es direccionada por un haz externo hacia las células cancerígenas. Los radioisótopos, a su vez, se producen a través de distintos métodos, utilizando equipamiento diferente en cada uno. Por un lado, los radioisótopos de reactor se producen a partir del “bombardeo” de neutrones térmicos (que se producen por la fisión del uranio) de blancos de distintos elementos químicos. Este “bombardeo” activa el blanco y lo hace radiactivo. Por otro lado, los radioisótopos también pueden ser producidos en ciclotrones a partir del choque con blancos generado por la aceleración de partículas. Dadas las características inestables de los radioisótopos, estos tienen que ser procesados, acondicionados y blindados para su comercialización. Asimismo, dado que su vida útil se ubica en torno a los días y horas, su distribución y comercialización deben realizarse con tiempos de producción estandarizados.

Entendiendo la centralidad que tiene el Estado en los procesos de desarrollo económico, en este trabajo analizaremos las acciones llevadas adelante en CNEA desde una óptica institucional, es decir: enfocándonos en cómo “la calidad de intervención estatal y los marcos institucionales existentes, son cruciales y para explicar el éxito o fracaso de los procesos de desarrollo”. En tal sentido, siendo tributario de enfoques como los de Evans, (1985 y 1995) y Sikkink (1991), el presente artículo entenderá las intervenciones estatales no como acciones tomadas en materia de regulación económica en el sentido amplio —definiciones normativas generales y decisiones macroeconómicas—, sino como “las propias actividades económicas que realiza el Estado a través de sus múltiples reparticiones y empresas productoras de bienes y/o servicios (que) generan transferencias de recursos públicos hacia el sector privado” (Castellani y Llanpart, 2012: 157).

Vale aclarar que, más allá de cierta autonomía en la definición de sus objetivos institucionales y en la asignación de recursos para su cumplimiento, las intervenciones estatales realizadas por CNEA en la promoción de radioisótopos en medicina estuvieron matizadas por la orientación general que las políticas públicas adquirieron en cada una de las administraciones gubernamentales. En efecto, si entendemos las políticas públicas como un conjunto de acciones u omisiones que manifiestan una determinada modalidad de intervención del Estado en relación a una cuestión que concita el interés, la atención y la movilización de otros actores del tejido social (Oszlack y O'Donnell, 1976), podemos sostener que las intervenciones estatales ejecutadas desde CNEA en la aplicación de radioisótopos en medicina son el resultado de un juego yuxtapuesto de intereses entre actores ubicados en distintas áreas jerárquicas del Estado. Esto, en cierta medida, nos da algunas pistas teóricas de por qué CNEA pudo tomar iniciativas alineadas a su histórica política de desarrollo autónomo (Hurtado de Mendoza, 2005a y 2005b; Quilici, 2008; Briozzo, 2007 y 2010), aun en momentos de desarme del sector.

165

El objetivo del presente artículo, entonces, es analizar las modalidades que adquirieron las intervenciones estatales llevadas adelante por CNEA durante el periodo 1983-2015 en materia de uso de radioisótopos en medicina. Metodológicamente, a través del análisis de fuentes primarias (documentos internos de CNEA y revistas especializadas del sector), reconstruiremos cronológicamente las intervenciones estatales de CNEA en el uso de radioisótopos en medicina. La elección de estas fuentes, principalmente de CNEA, se basa en que, además de que el objeto del presente artículo es justamente analizar las intervenciones estatales llevadas adelante por CNEA, al ser el principal organismo público en materia nuclear sus fuentes son más accesibles que la de empresas privadas relacionadas al sector.

Ahora bien, es importante señalar que las fuentes de CNEA informan, más que nada, sobre los “logros” de las acciones tomadas por la institución y no ahonda en las problemáticas. En tal sentido, las problemáticas de esas acciones institucionales son más visibles en las revistas especializadas del sector nuclear, ya que, desde una óptica periodística y no oficial, procuraban hacer visible las miradas de empresarios, comunidades científicas y sindicatos asociados al sector que cuestionaban las intervenciones estatales. En el análisis de estas fuentes distinguimos, como decíamos anteriormente, tres grandes “áreas” de intervenciones estatales en uso de radioisótopos

en medicina: i) investigación básica o aplicada; ii) infraestructura para la producción de radioisótopos; y iii) organizaciones prestadoras de servicios en medicina nuclear y radioterapia.

Observando las intervenciones llevadas adelante por CNEA en estas tres áreas, distinguiremos tres etapas históricas al interior del sector nuclear: 1983–1993, la cual denominaremos “Democracia y progresiva paralización del plan nuclear”, teniendo en cuenta las crecientes dificultades con las que se topó el sector nuclear para continuar con los proyectos que tenía en agenda; 1994–2005, que llamaremos “El naufragio de la CNEA residual”, dadas las grandes transformaciones organizativas a las que se vio sometido el sector nuclear con la aparición del Decreto N° 1540; y finalmente 2006–2015, cuyo título será “Reactivación del plan nuclear”, justamente por el crecimiento de las actividades a partir del aumento del financiamiento público.

1. Democracia y progresiva paralización del Plan Nuclear (1983–1993)

En 1983, el recientemente electo gobierno radical desplegó una serie de medidas orientadas a subordinar el poder militar al control civil. Así, se emprendieron acciones tendientes a desactivar las hipótesis de conflicto con países limítrofes que la dictadura había mantenido abiertas y a reestructurar el Estado a partir del fortalecimiento del control civil sobre ciertas áreas ligadas al poder militar.⁴ En tal sentido, CNEA, al estar históricamente bajo la órbita de la Armada, no fue ajena a este proceso. A pesar de que el gobierno sostuviera en sus primeras declaraciones públicas estar de acuerdo con la continuidad de los lineamientos del Plan Nuclear de Castro Madero (Hurtado de Mendoza, 2014), éste finalmente fue reemplazado por el primer presidente civil de la historia de CNEA, Alberto Constantini.⁵ Bajo su presidencia, se continuaron llevando adelante investigaciones básicas en tumores tiroideos humanos, sobre la base de la labor realizada en los años 60 por el Dr. Degrossi, quien inició investigaciones en la glándula tiroidea con Tecnecio-99 m.⁶ Puntualmente, “se desarrollaron numerosos trabajos relacionados con el metabolismo del yodo a través de la formación de lípidos yodados tiroideos” (CNEA, 1986: 19). A su vez, se efectuaron estudios de radiofármacos marcados con Tc-99-m en distintos tipos de centellografías en el Laboratorio de Moléculas Marcadas (CNEA, 1985).

Por otro lado, por aquel entonces, a tono con el avance de tecnología en materia de equipamiento para diagnóstico por imágenes a nivel internacional —por aquellos

4. La más importante hipótesis de conflicto que la dictadura mantuvo fue con Chile a partir de cuestiones limítrofes irresueltas. Particularmente, lo que se conoció como “Conflicto de Beagle” por la disputa de la traza de la boca oriental del canal de Beagle y las islas ubicadas dentro y al sur del canal escaló al punto de que fue necesaria una intervención papal para evitar que el conflicto se profundizara.

5. Egresado de la Universidad Nacional de La Plata, mantuvo cargos en el Ministerio de Obras y Servicios Públicos durante el gobierno de Frondizi, para luego aterrizar en la Universidad de Buenos Aires como decano de la Facultad de Ingeniería.

6. Fue un médico argentino que se especializó en medicina nuclear, incorporándose a CNEA en la década de los 60. También ocupó cargos en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín, en el Hospital Alemán y en el Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento.

años comenzó a difundirse el Tomógrafo por Emisión de Positrones (PET) desarrollado durante la década de los 70 por Michel Ter-Pogossian y su grupo de colaboradores (Creager, 2013) —, en Argentina hubo una proliferación de cámaras gamma en distintos centros de atención médica, lo que aumentó abruptamente la demanda de radioisótopos (CNEA, 1984: 17). Esto se explica por las limitaciones que impuso la “racionalidad” neoliberal de la última dictadura cívico-militar al sistema de salud argentino. Como resultado de políticas de descentralización de los servicios de salud y de declinación de la participación del Estado en su financiamiento, el gobierno radical heredó, en 1983, un sistema de salud seriamente debilitado (Acuña y Chudnovsky, 2002).

En otras palabras, las acciones encaradas por la dictadura tendientes a fragmentar el sistema, descentralizar los servicios, fortalecer el sector privado, focalizar la provisión de servicios, arancelar los servicios públicos y abordar la cuestión de la salud desde un punto de vista tecnocrático llevó al progresivo crecimiento de la oferta privada y a que se reafirmara la noción de salud como mercancía (Tobar, 2012).⁷ De esta manera, a partir de la década de los 80 comenzaron a proliferar clínicas privadas que, dentro de sus prestaciones, ofrecían de manera creciente servicios de radioterapia, medicina nuclear y diagnóstico por imágenes (SPECT, PET-CT). Acoplado a esto, empresas comercializadoras de equipamiento médico se consolidaron a la par de estas clínicas, que reinvertían sus ganancias en la compra de equipamiento de alta tecnología.⁸

En el marco de este proceso, CNEA orientó sus esfuerzos a mejorar la infraestructura para la producción de radioisótopos y a crear organizaciones prestadoras de servicios clínicos en medicina nuclear y radioterapia. Así, en relación a lo primero, a partir de la experiencia previa de construir el RA-3 y la Planta de Producción de Radioisótopos en 1967 y 1971, respectivamente, se optó por el desarrollo de celdas químicas de alta actividad destinadas a la producción de Molibdeno-99 a partir de productos de fisión (CNEA, 1983). Tres años más tarde, en 1985, se inició la producción rutinaria de Molibdeno-99 por fisión a partir “de la irradiación de placas de Al/U con uranio enriquecido en el isótopo 235 al 90%” (*Argentina Nuclear*, 1993: 30-33). Ese mismo año, se iniciaría la producción rutinaria de cobalto-60 y su posterior exportación a Canadá.⁹ Anteriormente, se había desarrollado en el Centro Atómico Ezeiza una celda prototipo para la producción de fuentes selladas de cobalto-60 para su uso en

7. “Antes de Carrillo (Ministro de Salud Pública durante el gobierno de Perón, quien llevó adelante una política de centralización sanitaria a partir de una mayor intervención del Estado en ella) las camas privadas representaban el 36% de la oferta disponible en el país. Luego de Carrillo las camas en mutuales y otras entidades privadas habían reducido su participación en la oferta, (llegando al 13%). En el 2000 había 67.233 camas hospitalarias privadas, en el 2004 había 60.697 y, en el 2004 eran 60.697, representando el 47% de la oferta disponible y durante los últimos años se continuó incrementando en forma sostenida alcanzando en el 2011 un total de 67.293 y alcanzando el 50% de la oferta total disponible” (Tobar, 2012: 13-14).

8. Esto, por ejemplo, se ve reflejado en que hacia 2014 el Instituto Privado de Radioterapia (IPR) y el Instituto Privado de Radioterapia Oncológica (IPRO) en la ciudad de Córdoba “sea la única entidad del país con cuatro aceleradores lineales” (Zunino, 2014: 11).

9. El cobalto-60 se produce luego de que barras de cobalto-59 son extraídas del núcleo del reactor de la central de Embalse en Córdoba. Esto es porque el diseño de esa central utiliza cobalto-59 como elemento regulador del flujo neutrónico, cuya función primordial es regular los niveles de velocidad de los neutrones para mantener estable la cantidad de calor y así, poder producir energía de manera controlada.

radioterapia para el mercado interno (CNEA, 1988).¹⁰ Con respecto a lo segundo, en 1986, en conjunto con la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO) y el Gobierno de la Provincia de Mendoza, acordaron crear una Escuela de posgrado en medicina nuclear y radiodiagnóstico sobre la base de los vínculos preexistentes entre la UNCUYO y CNEA desde la creación del Instituto de Física Bariloche (hoy Instituto Balseiro) en 1955. A partir de esta iniciativa se desarrollaría, posteriormente, la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN).

Luego de tres años, Constantini se alejó de la presidencia y en su lugar fue nombrada Emma Pérez Ferreira, una investigadora de carrera de CNEA. Su nombramiento al frente de la institución se dio en un contexto político-económico adverso por las cada vez mayores dificultades que tenía el gobierno para hacer frente al pago de la deuda externa, que unos años más tarde desembocaría en la implementación del Plan Brady. En este marco, frente a las abultadas erogaciones que demandaban los proyectos nucleares en curso, el presupuesto de CNEA se había reducido a su tercera parte desde 1985 (Hurtado de Mendoza, 2014: 267). Estos recortes presupuestarios afectaron las distintas líneas de investigación. En el área médica se descontinuaron y ralentizaron el desarrollo de nuevos radiofármacos y la investigación básica y aplicada en tumores tiroideos. En su lugar, se priorizó sostener la producción de radioisótopos, que por ese entonces atendía la demanda interna de 829 usuarios (CNEA, 1989). Asimismo, se dio de baja una iniciativa para crear una empresa provincial para la producción de radioisótopos en la provincia Córdoba, para la cual se habían esbozado dos líneas de negocios: por un lado, el encapsulado de fuentes industriales de Cobalto-60 — aprovechando la producción de dicho radioisótopo en la Central Nuclear Embalse— y, por otro lado, la construcción de plantas de irradiación multipropósito (CNEA, 1988).¹¹

Sin embargo, ya en 1988 —momento en el cual se hacía evidente la debilidad estructural de la economía argentina con el intento de estabilización del Plan Primavera— se explicaba que “los estudios económico-financieros han mostrado que la ausencia de capital de riesgo, las presentes condiciones financieras y los volúmenes de cobalto-60 disponibles no permiten garantizar la rentabilidad del proyecto de planta de encapsulado de cobalto” (CNEA, 1989: 73).¹² Con respecto a las plantas

10. Durante la década de los 80, INVAP desarrolló un equipo de cobaltoterapia (Teradi-800), que luego CNEA instalaría en hospitales públicos de distintos puntos del país, en un momento, como decíamos más arriba, de retroceso generalizado del Estado en el sistema de salud público. Más allá del mérito de desarrollar tecnología de manera local, se corría —y se sigue corriendo— con una seria desventaja con respecto a los países centrales en cuanto a innovación y posicionamiento en la frontera tecnológica, ya que, por aquel entonces, en los países desarrollados ya se estaban sentando las bases tecnológicas —más puntualmente, capacidad en sistemas computarizados para la creación de algoritmos complejos para planificación en tratamiento— para el desarrollo de radioterapia de intensidad modulada (IMRT), por sus siglas en inglés (Hong, 2005).

11. Establecida en 1986 a través de la Ley Provincial N° 7507, Córdoba Alta Tecnología (CORATEC) fue creada con el fin de producir bienes, procesos y servicios vinculados al área de radioisótopos y radiaciones.

12. Luego de la reestructuración de la deuda externa en 1987 y en medio de una tasa de inflación galopante, en agosto de 1988, el por entonces ministro de Economía, Juan Sourrouille, anunció la implementación del Plan Primavera. Ante la falta de divisas, para hacer frente al pago de los intereses de la deuda, este plan buscaba aumentar el nivel de exportaciones a la vez que, mediante acuerdos sectoriales, procuraba mantener estable el nivel general de precios. A pesar de que en sus primeros instantes el plan gozó de cierta efectividad en sus objetivos, el frágil acuerdo político que lo sostenía y el endeble estado de la macroeconomía argentina terminaron catalizando una hiperinflación que eyectaría a Alfonsín de su cargo en 1989.

de irradiación multipropósito, a pesar de que se estaban realizando contactos con empresarios para su instalación, “el bajo índice de facturación logrado ha determinado que, aunque económicamente equilibrados, los resultados hayan sido financieramente desfavorables por la alta tasa de exposición a la inflación” (CNEA, 1989: 73). Así, las nulas perspectivas de negocios llevarían a que la empresa naufragara durante la década de los 90, hasta que finalmente fuera oficialmente disuelta en 1999 a través de la Ley Provincial N° 8771 (Rodríguez, 2017).

En 1989, el estallido de la hiperinflación terminaría por eyectar a Raúl Alfonsín de la presidencia, cediendo el mando antes de tiempo a quien había salido triunfante de las recientes elecciones presidenciales, Carlos Saúl Menem. A partir de ese momento, sería la estabilización de los precios la principal cuestión que el gobierno tendría que atender, relegando la continuación de los proyectos nucleares a un sitio marginal en la agenda gubernamental. En cierta forma, al asumir Menem como presidente, la crisis económica, sumada a otros factores exógenos, empujaría al desarrollo nuclear al ostracismo.¹³

El cambio de gobierno a nivel nacional, también traería cambios al interior de CNEA. Emma Pérez Ferreira sería sustituida por Manuel Mondino, quien también era un físico de carrera de CNEA. Si bien durante su mandato se continuaba percibiendo una situación generalizada de crisis en el sector, al punto de que se publicaban editoriales con títulos como “Como sobrevivir en medio de la tormenta” (*Argentina Nuclear*, 1991a) o “Una iniciativa para salir de la crisis” (*Argentina Nuclear*, 1991b), también se pudieron completar importantes iniciativas y se procuró darles impulso a otras nuevas. Por ejemplo, se inauguró la planta de producción de agua pesada, se creó un instituto de enseñanza, el Instituto de Tecnología Jorge A. Sábato, en conjunto con la Universidad Nacional de General San Martín, y se presentó un prototipo de planta de irradiación para el tratamiento de efluentes domiciliarios. En el área médica, como decíamos más arriba, se constituyó la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) que progresivamente sería equipada con un PET, un ciclotrón, el Laboratorio de Radioquímica y de Radiofarmacia, una cámara gamma planar, una bomba de cobalto, un tomógrafo axial computado, un resonador magnético nuclear, simulador universal y planificador de dosis (CNEA-MENDOZA, 1991).

169

Asimismo, se buscó ampliar los alcances del uso de radioisótopos en ámbitos clínicos mediante el establecimiento de un Centro de Medicina Nuclear en el Hospital Nacional de Clínicas Profesor Doctor Pedro Vella en la Ciudad de Córdoba (CNEA-Hospital Pedro Vella, 1992) y la creación de la Fundación Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante con la Universidad de Buenos Aires (CNEA-UBA, 1993). No obstante, estos proyectos quedaron trancos por falta de presupuesto y de voluntad política, avizorando el desolador futuro que le aguardaba al sector nuclear: paralización de

13. A nivel internacional, los accidentes nucleares en Three Mile Island en 1979 y en Chernobyl en 1986 alimentarían a una opinión pública cada vez más reticente a aceptar el desarrollo nuclear como algo confiable y seguro, distanciándolo de las ideas de progreso con las que se lo había asociado en décadas anteriores. A eso, se debe añadir el descubrimiento de un importante yacimiento gasífero en el sur del país, que tornó muy atractiva la inversión en esa fuente de energía en detrimento de los incrementales costos de la energía nuclear.

Atucha II, cancelación de la planta de reprocesamiento de combustibles gastados, desmantelamiento de la planta minero-fabril de Sierra Pintada y disolución de la Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S.E (ENACE S.E).

Es importante señalar que, a diferencia de otros emprendimientos empresariales que llevó adelante CNEA a partir de 1976, creando empresas mixtas, como el caso de Combustibles Argentinos S.A. (CONUAR S.A.) y la misma ENACE S.A., donde CNEA retenía un porcentaje del paquete accionario, o bien mediante la asociación con otros organismos provinciales, como Investigaciones Aplicadas S.E (INVAP S.E.), donde se reservó la prerrogativa de nombrar miembros del directorio, en el área medicinal no se configuraron casos de este tipo. Si bien, como decíamos anteriormente, se intentó establecer una empresa provincial en Córdoba con CORATEC S.E., lo cierto es que antes de esto ya se habían fundado empresas sin participación estatal de CNEA.

Así, antiguos miembros de CNEA crearon, por fuera de la institución, en 1979, BACON S.A.I.C, y luego, en 1991, TECNONUCLEAR S.A, ambas empresas que fraccionan, distribuyen y comercializan productos médicos cuya materia prima son los radioisótopos. Aunque no se encuentra dentro de los alcances de este artículo, resulta interesante abrir interrogantes. ¿Por qué en el sector medicinal se configuraron entramados empresariales sin la participación del sector estatal en ellos? ¿Qué factores fueron determinantes para que, aun existiendo casos de éxito en participación público-privada en el sector, no se avanzara por ese mismo camino en el área médica? Lo que sí podemos conjeturar es que, sea por los motivos que fueren, este tipo de entramado empresarial favoreció el establecimiento de “ámbitos privilegiados de acumulación” (Castellani, 2006) a partir de exclusivos canales de relación (formales e informales) que se establecen entre los empresarios y el Estado.¹⁴ Si bien estas empresas agregan valor agregado (logística, comercialización y desarrollo de radiofármacos) a la materia prima que adquieren de CNEA (radioisótopos), obtienen cuantiosas ganancias por la importante diferencia entre el precio de compra a CNEA y el precio de venta a hospitales y clínicas. A su vez, el lugar oligopólico que detentan y la naturaleza de los radioisótopos (la corta vida útil que tienen muchos de ellos), refuerza su posición dominante en el mercado local, permitiéndole retroalimentar sus ganancias mediante la incorporación de tecnología a los procesos de desarrollo de radiofármacos.¹⁵

170

14. Tanto BACON S.A.I.C como TECNONUCLEAR S.A han firmado Convenios con CNEA para la provisión gratuita de Iodo-131 y Samario-153-EDTMP a distintos Hospitales Públicos (CNEA-BACON-TECNONUCLEAR, 2006). Sin embargo, por ejemplo, para el caso del Iodo-131, entre 2006 y 2010, la diferencia entre el precio de venta de CNEA a BACON S.A.I.C y luego de ésta a los Hospitales Públicos rondó en 400% en favor de BACON S.A.I.C. (CNEA, 2007; CNEA, 2008; CNEA, 2009; CNEA, 2010; CNEA, 2011; CNEA, 2012; CNEA, 2013; CNEA, 2014; CNEA, 2015; GCBA, 2009; GCBA, 2010).

15. Mientras que BACON S.A.I.C puso a operar un ciclotrón en 2000, TECNONUCLEAR se hizo cargo de la operación del ciclotrón instalado en la Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia (FLENI), en Escobar.

2. El naufragio de la “CNEA residual” (1994–2005)

Con la llegada de Menem al gobierno, luego de unos primeros intentos fallidos para contener el desborde del proceso hiperinflacionario, se optó por el desembarco de Domingo Cavallo en el Ministerio de Economía y la adopción de un sistema de paridad cambiaria, con el fin de anclar las expectativas inflacionarias a la moneda estadounidense, la divisa internacional. La llamada “convertibilidad”, nombre con el cual se conoció a este esquema cambiario, sería un éxito en el control de la inflación “que [habiendo] alcanzado el 2314% anual en 1990, descendió al año siguiente al 172%, al 25% en 1992 y a sólo un 4,2% en 1994” (Belini y Korol, 2012: 252).

Vale remarcar que la convertibilidad, si bien fue la pieza central de la política económica desplegada durante los 90, no fue la única, ya que, en consonancia con los preceptos esgrimidos por lo que se conoció como Consenso de Washington (Williamson, 1990) —el acuerdo de los principales órganos de crédito internacional para la reforma económica de los países afectados por la cesación de pagos de la década de los años 80—, se tomaron una serie de medidas complementarias que, en conjunto, se conocieron como “reformas de ajuste estructural”. En pocos años, entonces, se desreguló gran porción de los mercados y se encaró una profunda apertura comercial, junto con una amplia reforma del Estado, que incluyó en un papel estelar a la privatización de la mayor parte de las empresas estatales.

Con la estabilización de precios y la transferencia de ingresos a los sectores dominantes mediante la convertibilidad, la apertura comercial y las privatizaciones, Menem gozó de un doble beneplácito, tanto social como empresarial, para avanzar en la reforma constitucional de 1994.¹⁶ En este marco se habilitó un nuevo proceso de reformas estatales que se cristalizaría con la sanción de la Ley N° 24.629 de Reforma del Estado (Bozzo y Hebe López, 1999). A los cambios operados a nivel de estructura funcional, mediante la creación de nuevos cargos y supresión de otros, se le añadieron recortes presupuestarios y aumento en el IVA destinados a achicar el déficit fiscal, junto con la declaración de nuevas privatizaciones. Se declararon sujetos a privatización al Correo Argentino, a los Aeropuertos, a las acciones faltantes de YPF, y también se prosiguió con la instrumentación del Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones (SIJP) a través de las llamadas Administradoras de Fondos de Jubilaciones y Pensiones (AFJP), creadas en 1993 con la sanción de la Ley N° 24.241. Dentro de este mismo proceso, también se plantearon proyectos para completar la privatización del sector eléctrico a través de la venta de las centrales hidroeléctricas de Yacyretá y Salto Grande y las centrales nucleares Atucha I y Embalse, junto Atucha II, que se encontraba paralizada y sin finalizar.

171

16. Antes que nada, las privatizaciones fueron esenciales para estabilizar la macroeconomía a corto plazo; por el lado fiscal, a partir del desprendimiento de empresas deficitarias y la entrada de dólares en forma de shock; y por el lado político, al permitir conciliar los intereses de los grupos económicos locales con los acreedores externos. En esa línea, Abeles plantea: “En el caso de los acreedores externos, las privatizaciones podrían reestablecer el pago de los servicios de la deuda externa mediante la capitalización de los títulos de deuda en la transferencia de los activos estatales. En el caso de los grupos económicos locales y de los conglomerados extranjeros radicados en el país, suponía participar en los consorcios adjudicatarios de las empresas públicas, la apertura de nuevos mercados y áreas de actividad con nulo riesgo empresarial” (1999: 98).

De esta forma, apareció de manera sorpresiva para el sector el decreto N° 1540 de 1994, el cual era promovido desde el Ministerio de Economía (Hurtado de Mendoza, 2014). Ante ello, Manuel Mondino presentó su renuncia por discrepancias con el gobierno debido a la modalidad unilateral que había adoptado la reorganización del sector. Así, de manera análoga a otras áreas del Estado, se implementó un proceso privatizador que creaba una sociedad anónima depositaria de los activos de la empresa estatal y sujeta a privatización (NASA), un ente regulador de la actividad (ENREN), y el organismo “residual” del Estado quedaba con todo el pasivo y se liquidaba (Hurtado de Mendoza, 2014). Aunque CNEA no fue disuelta y las centrales nucleares nunca llegaron a privatizarse, esta reestructuración puso en jaque toda su estructura de desarrollo científico-tecnológico. Si bien en ese decreto se establecía que NASA debería pagar un canon de la venta de energía eléctrica a CNEA para financiar sus actividades de investigación y desarrollo, los magros recursos generados en el mercado hicieron imposible operar las centrales nucleares al tiempo que se pagaba dicho canon (*Argentina Nuclear*, 2002).

En este contexto, los proyectos que CNEA realizaba en diversas áreas de la tecnología nuclear fueron ralentizados o paralizados. Por ejemplo, la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM), el proyecto insignia de CNEA, fue suspendido en 1998 y luego se intentó infructuosamente buscar financiamiento privado a través de la sanción de una ley.^{17 18} A su vez, se implementó un proceso de reducción de personal que, con la apertura de retiros voluntarios, jubilaciones anticipadas y pases a disponibilidad, no sólo alejó a personal administrativo y de apoyo, sino también a técnicos e investigadores. En palabras de la gerente general de entonces, Marta Eppenstein, “algunos cuadros quedaron muy desarmados por la partida de personas que no hubiéramos querido que se fueran” (*Argentina Nuclear*, 1996).¹⁹

Así, a pesar de la falta de financiamiento, los pocos recursos disponibles eran utilizados, justamente, en mejorar la infraestructura para la producción de radioisótopos, en parte por el retorno económico que implicaban y por el grado de avance con el que contaban al momento de la reestructuración del sector.²⁰ De este modo, se avanzó en la repotenciación del RA-3 para mejorar la producción de radioisótopos, en la apertura de una planta de producción comercial de Molibdeno-99 y en la instalación de un

17. “El concepto CAREM fue presentado por primera vez en la conferencia de pequeños y medianos reactores organizada por el OIEA en Lima, Perú en marzo de 1984 (...) El concepto CAREM corresponde al de centrales nucleares de muy baja o baja potencia, y fue planteado desde sus orígenes como un diseño de reactor de avanzada, precursor de conceptos innovativos en materia de seguridad” (*Argentina Nuclear*, 2000: 4).

18. La Ley N° 25.160 de financiamiento del CAREM, sancionada en 1999, autorizaba a CNEA a obtener fondos a través del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de hasta un monto de 132 millones de pesos para el desarrollo y la construcción de un prototipo de ese reactor.

19. De acuerdo a la memoria institucional de 1995, “el total de agentes que dejaron CNEA durante 1995 fue de 1265” (CNEA, 1996: 2). Esta política de reducción del personal, se mantuvo activa durante los años siguientes, aunque de una manera más moderada. Así, desde 1995, momento en que la dotación de personal rondaba los 2300 agentes (CNEA, 1996), se pasó a 1850 agentes en el 2000 (CNEA, 2001b). Uno de los principales corolarios de esta política de reducción de personal fue el envejecimiento de la planta del organismo, la cual en el 2000 rondaba, en promedio, los 50 años (CNEA, 2001b) y se veía agudizada por la imposibilidad de incorporar nuevos investigadores.

20. De acuerdo a la memoria institucional de 1997 (CNEA, 1998), el rubro que mayores retornos generaba, en concepto de “transferencia de tecnología”, era el de radioisótopos.

ciclotrón de producción de radioisótopos. También, se realizaron adecuaciones al RA-6 para su uso en *boron neutron capture therapy* (BNCT, por sus siglas en inglés), que desde 1996 se llevaban adelante en CNEA (*Argentina Nuclear*, 1999).^{21 22 23}

Cabe resaltar que, durante la segunda gestión de Carlos Menem, se intentó traspasar a manos privadas la producción de ciertos radioisótopos, justamente por su potencial comercial. Por ejemplo, con una “capacidad de producción de alrededor de 2000 curies, de los cuales 250 o 260 estaría destinados al mercado local” (*Argentina Nuclear*, 1995: 50), se buscaba que la explotación comercial del Molibdeno-99 quedara en manos de CONUAR. Del mismo modo, a partir del Decreto N° 826/95 se autorizó la creación de la empresa Cobalcom S.A, la cual buscaba integrar capital privado en la producción y comercialización de cobalto-60. Sin embargo, la falta de atractivo comercial de la actividad y la imposibilidad de crear un plan de inversiones acorde llevaron al fracaso de la iniciativa (Freijo, 2002). Sumado a eso, el estado de retracción que experimentaba la actividad nuclear por aquel entonces cultivaba un panorama desalentador:

“Prácticamente no se realizaba producción de fuentes por inexistencia de órdenes de compra, el personal involucrado se encontraba muy desmotivado, la inserción el mercado internacional había casi desaparecido, las capacidades de transporte de material radiactivo eran obsoletas e insuficientes y existían amenazas de demandas judiciales por parte de antiguos clientes de cobalto a granel por incumplimiento de acuerdos anteriores” (Freijo, 2002: 16).

173

A nivel dirigenal, la reestructuración regresiva del sector generó constantes cambios en las autoridades de CNEA. Así, entre 1994 y 2006, ocuparon la presidencia cinco funcionarios distintos, lo que indica una importante inestabilidad institucional si entre 1983 y 1994 sólo hubo tres presidentes, y más aún si entre 1950 y 1983 hubo también tres presidentes. Si bien algunos de estos cambios coincidieron con cambios a nivel gubernamental —como el caso de Constantini con Alfonsín, Mondino con Menem, Ferrer con De la Rúa y Abriata con Duhalde—, otros fueron removidos y puestos en sus cargos por dinámicas internas del sector, como los casos de Santos, Beninson

21. En 1995, con el aporte de “dos millones de dólares de la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) y con la actuación de Combustibles Nucleares Argentinos S.A (CONUAR) como validista” (*Argentina Nuclear*, 1995: 49), finalmente se inauguró una planta para la producción comercial de Molibdeno-99. Como señalamos anteriormente, la construcción había sido iniciada en 1985.

22. Un reactor de investigación inaugurado en 1982 en el Centro Atómico Bariloche y que fue construido por la INVAP S.E.

23. “En los años 50 un neurocirujano del Hospital General de Massachussets en Boston comenzó a tratar tumores cerebrales con esta terapia. Sin embargo, la falta de compuestos de boro que se concentraran preferentemente en el tumor y la carencia de un haz neutrónico adecuado llevó al procedimiento a un estrepitoso fracaso” (CNEA, 2003b: 18). Más tarde, a fines de los 60 y principios de los 70, grupos de investigación en Japón desarrollaron nuevos compuestos para tratamiento con BNCT que mostraron ser más eficientes. En 1994 se iniciaron en los Estados Unidos estudios clínicos regulares con estos compuestos. En 2001 un grupo de investigación en Italia logró el primer autoimplante de tumores de hígado con irradiación BNCT (CNEA, 2003).

y Lapeña. Este último, ex secretario de energía durante la gestión de Alfonsín, fue nombrado luego de que Aldo Ferrer se alejara de la institución, en agosto de 2001, y resultó ser el presidente con mandato más corto: sólo cuatro meses. A fines de ese año, Lapeña se vería forzado a dejar la institución tras la crisis político-institucional que eyectaría a De La Rúa de la presidencia y que precipitaría el fin del modelo de la convertibilidad.

El año siguiente, con Eduardo Duhalde como presidente interino, fue el momento en que la economía argentina entró en una profunda recesión (en 2002 el PBI decreció -10,9%, la inversión -36,1% y las importaciones -49,7%), para luego comenzar a recomponerse de manera vertiginosa. Un año más tarde, con la llegada de Néstor Kirchner a la presidencia, se tomaron medidas que aumentaron el nivel de participación del Estado en la economía, mediante el aumento constante de la inversión pública, el congelamiento de las tarifas públicas y la reestatización de empresas previamente privatizadas.²⁴

Al interior de CNEA, a partir de la adecuación del RA-6 se continuaron realizando estudios experimentales de BNCT. Primero, en animales con tumores bucales, con un importante grado de éxito (CNEA, 2003), lo que posteriormente desembocaría en la primera aplicación clínica en América Latina de BNCT, en 2003 y en conjunto con el Instituto Roffo (CNEA, 2004). Más adelante, se establecerían vínculos con el Hospital Argerich y la Fundación Favaloro para estudios de biodistribución del boro en pacientes con tumores cerebrales y para estudios eco-doppler, respectivamente (CNEA, 2006). Asimismo, se llevaban adelante proyectos para el desarrollo de radiofármacos y compuestos precursores para su utilización en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Puntalmente, se desarrollaron compuestos marcados mayormente con Tc-99m, pero también con Ho-166 y Re-188 para diagnóstico de infecciones y tumores neuroendócrinos y para la realización de radiosinivectomías (CNEA, 2003; CNEA 2004; CNEA, 2005; CNEA, 2006).

En cuanto a la producción de radioisótopos, en el ciclotrón instalado en 1994 los esfuerzos se enfocaron en producir fluor-18, radioisótopo a partir del cual se manufactura la Fluor Deoxi Glucosa (FDG) y que es ampliamente utilizado en los estudios PET. Así, en 2003, CNEA inició la producción rutinaria de FDG, convirtiéndose en el único proveedor público de dicho radiofármaco (CNEA, 2003b). Por ese entonces, también, CNEA se convirtió en el primer país a nivel mundial en producir Molibdeno-99 con blancos de bajo enriquecimiento, a partir de las limitaciones que los Estados Unidos impusieron a la exportación de uranio altamente enriquecido. Más allá del éxito de estas acciones, es importante señalar que otros intentos de producir radioisótopos de ciclotrón se mostraron infructuosos. Desde mediados de la década de los 90 y hasta 2004, a pesar de orientar recursos y esfuerzos en el desarrollo de un método para producir iodo-123, no se arribó a la viabilidad técnica y económica para producirlo de

24. Así, en conjunto, “entre 2002 y 2013 el PBI total (a precios de 1993) creció a un promedio anual del 6,9%, se redujo con creces el peso de la deuda sobre el producto (del 130% a algo menos del 40%) y el desempleo bajó en forma significativa (del 21% al 7%)” (Schorr y Wainer, 2014: 145).

manera rutinaria. Uno de los principales problemas con los que se topó este proyecto fue la falta de recursos humanos (CNEA, 2004), producto, como mencionábamos, de las políticas de achicamiento de la institución durante la década de los 90.

3. Reactivación del Plan Nuclear (2006–2015)

Luego de que en 2002 todos los indicadores económicos tocaran piso, se asistió a una rápida reactivación del nivel de actividad, sobre todo en el sector industrial, que llevaría a un rápido incremento de la demanda energética. Esto generó desacoples entre la oferta y la demanda de energía, produciendo cortes programados en los parques industriales. Ante ello, el gobierno de Kirchner prohibió las exportaciones de gas natural y aumentó las retenciones para las exportaciones de hidrocarburos y derivados (De Dicco, 2004). En respuesta a la crisis energética, desde la Secretaría de Energía se formuló el “Plan Energético Nacional 2004-2008”, que incluía inversión estatal en distintas áreas energéticas, así como la importación de *fuel-oil* de Venezuela y gas desde Bolivia. Siendo uno de los objetivos primordiales de dicho plan la diversificación de la oferta energética, se planificaron inversiones en los sectores hidroeléctrico, eólico, solar y nuclear. Así, en 2006, desde el Ministerio de Planificación Federal, Inversiones Públicas y Servicios (MINPLAN), se presentó el plan de reactivación de la actividad nuclear argentina. En su anuncio, el funcionario que ocupaba la cartera del MINPLAN, Julio de Vido (2006), sostuvo lo siguiente: “Los ejes de esta reactivación se basan en dos cuestiones técnicas primordiales: la generación masiva de energía nucleoelectrónica y la aplicación de la energía nuclear en la salud pública y en la industria”.

175

Para CNEA, pues, la reactivación del plan nuclear implicó la inyección de importantes recursos financieros, permitiendo reanudar con mayor impulso proyectos que se habían desactivado en la década de los 90; por ejemplo, la construcción del prototipo del reactor CAREM y la fabricación a escala piloto de uranio enriquecido en la planta de Pilcaniyeu, ambos a partir del 2014. Asimismo, este aumento en el flujo de fondos permitió reabrir el ingreso de personal a través de distintas vías: becas de perfeccionamiento y de estudio, contratos a plazo y monotributos, lo que permitió recomponer la fuerza de trabajo de la institución luego del plan de reducción personal de la década de los 90.²⁵ La reactivación del Plan Nuclear, al igual que en los otros momentos de cambio al interior del sector, vino acompañada por recambios en la dirigencia de CNEA. En lugar de Pablo Abriata, fue nombrada Norma Boero como presidenta de la institución, a partir de la visibilidad que cobró por estar al frente del proyecto de diseño y fabricación de los elementos combustibles del reactor OPAL, que INVAP había logrado exportar a Australia en 2005.

25. De acuerdo a lo señalado por memoria institucional de CNEA de 2015 (CNEA, 2016), entre personal de planta permanente y contratados CNEA tenía 2895 agentes. A este número le debemos añadir otras formas de contratación: becarios y monotributistas, lo que, además de aumentar el número total de empleados, llevó a que la edad promedio del personal, que en 2007 era de 56 años, bajara a 46 años en 2015 (CNEA, 2016).

En el área médica, más puntualmente en lo que respecta a investigación y desarrollo, desde 2008 se profundizó la inversión en el proyecto BNCT, para el cual se destinaron recursos para el desarrollo de un acelerador para su aplicación. Del mismo modo, se consignaron recursos para la construcción de un Tomógrafo Emisor de Positrones (PET) de diseño y manufactura argentino, el cual, si bien se había iniciado en 2005, se terminó de construir en 2014, implicando un ahorro del 70% frente a equipos de similares características de fabricación extranjera (Guevara, 2014). En lo atinente al desarrollo de infraestructura para la producción de radioisótopos, se destaca el impulso dado a un proyecto para el desarrollo de fuentes selladas de cesio-137 para uso médico e industrial (CNEA, 2010), a la construcción de una instalación para la investigación y desarrollo de radioisótopos emisores de partículas alfa (Actinio-225 y Bismuto-213) y sus radiofármacos para el tratamiento de diversos tipos de cáncer junto con INVAP S.E. (CNEA-INVAP, 2015), y sobre todo al inicio formal, en 2010, del diseño y la construcción del RA-10, reactor que reemplazará al RA-3 como mayor productor de radioisótopos, luego de que propuestas anteriores fueran desestimadas o canceladas por las gestiones anteriores.²⁶ No obstante, a diferencia de la continuidad de la que gozaron estos proyectos, desde 2003 hasta 2012 se estuvo desarrollando un ciclotrón de pie para hospitales, el cual tenía como principal objetivo producir radioisótopos de ultracorto período de semidesintegración utilizados en PET (CNEA, 2004). Sin embargo, a pesar del importante estado de avance en materia de ingeniería, en 2012 se tomó la decisión de suspender el proyecto en función de su necesidad estratégica (CNEA, 2013).

176

Por otro lado, en 2004, la creación de la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (FCDN), una organización prestadora de servicios clínicos similar a la FUESMEN, nos indica, en cierta medida, la supervivencia de la histórica política de desarrollo autónomo de CNEA, inclusive en contextos en donde el sector nuclear ocupaba un lugar marginal dentro de la agenda gubernamental.²⁷ Así, justamente, con la FUESMEN se creó la FCDN en Buenos Aires, en terrenos linderos al Instituto de Oncología Ángel H. Roffo de la Universidad de Buenos Aires, que cedió el área para su emplazamiento. Al igual que en la FUESMEN, se equipó el centro con un PET/ciclotrón que permite producir los radiofármacos necesarios para los estudios de diagnóstico que allí mismo se realizan, así como para tareas de investigación y desarrollo y capacitación de recursos humanos. De este modo, la FCDN no sólo presta servicios de diagnóstico (ecografías, resonancias magnéticas, PET/CT, ecografías eco-doppler), produce radioisótopos de ciclotrón, además de FDG, también es la única en producir galio-68 y diversos compuestos marcados con carbono-11 (Rielo, 2014).

26. Durante el alfonsinismo, la construcción del RA-9, a través de CORATEC, quedó trunca por falta de presupuesto en un entorno económico altamente restrictivo. Más tarde, durante el menemismo, se presentaron planes para el desarrollo de un nuevo reactor de investigación y producción de radioisótopos, pero fue desestimado por las autoridades (Granada, 2011).

27. En la misma línea, desde 2003 se amplió la oferta académica para la formación de recursos humanos en el área médica con la creación de la maestría en física médica, dictada en el Instituto Balseiro y la Fundación Escuela Medicina Nuclear (FUESMEN).

A pesar de los disímiles contextos en que se crearon la FUESMEN y la FCDN, el modelo de gestión elegido para ambas fue el mismo. De ahí que, llamativamente, la FUESMEN fuera creada como una organización sin fines de lucro en un momento en que se consolidaba la mercantilización de la salud, mientras que la creación de la FCDN se llevó adelante en un contexto de recomposición del rol del Estado como proveedor de servicios de salud. En efecto, tanto la FUESMEN como la FCDN, al ser organizaciones sin fines de lucro, han realizado cuantiosas transferencias de ingresos a la sociedad civil y a sus sectores más vulnerables a partir de la diferencia entre lo que cobran por los estudios y su precio de mercado (CNEA, 2008; CNEA, 2009; CNEA, 2010; CNEA, 2011; CNEA, 2012; CNEA, 2013; CNEA, 2014).

Estos modelos de gestión en cierta forma son herederos de los primeros centros de medicina nuclear públicos que CNEA y UBA crearon en las décadas de los 60 y 70, el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas y el Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo, respectivamente. Además de prestar servicios asistenciales de manera universal (CNEA, 2011), la FUESMEN y la FCDN emularon de estos centros la integración de actividades en investigación, asistencia clínica y docencia, incubando ámbitos propicios para la formación de recursos humanos con una alta especialización. Por supuesto, el déficit operativo que dejan estas transferencias de ingresos es cubierto por aportes del Tesoro Nacional. La posibilidad de que la FCDN y la FUESMEN aumentaran el carácter universal de las prestaciones clínicas fue de la mano, justamente, del incremento de los recursos que el Estado destinó a CNEA, haciendo que su presupuesto aumentara de manera global, pasando de representar el 0,050% de participación en el PBI en 1996 al 0,185% en el 2011 (CNEA, s/f).

177

Este aumento generalizado del presupuesto de CNEA también permitió mejorar el equipamiento con el que contaban estos centros. Así, en 2008 se reequipó el centro de medicina nuclear del hospital de clínicas con un SPECT/TC (CNEA, 2009) y en 2010 se adquirió un equipo similar para el centro oncológico de medicina nuclear del Instituto de Oncología Ángel H. Roffo (CNEA, 2011). Del mismo modo, en 2006 se equipó a la FUESMEN con otro acelerador lineal para evitar retrasos en el funcionamiento del servicio de radioterapia por paradas programadas y accidentales de los otros aceleradores y se avanzó en la licitación para la compra de un RMN-PET —el primero en Latinoamérica—, que se puso en operación en el 2016 (CNEA, 2007). Este equipo fue adquirido en el marco del plan nacional de medicina nuclear (PNMN), impulsado por el MINPLAN desde 2014. En un contexto de fuerte expansión del gasto público, el MINPLAN designaría a CNEA como su brazo ejecutor. Este plan promovía la construcción y el equipamiento de nuevos centros de medicina nuclear y radioterapia en distintos puntos del país: Bariloche, Entre Ríos, Santa Cruz, Formosa, Santiago del Estero, La Pampa, Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Jujuy. Su objetivo era ampliar y federalizar el acceso a técnicas de diagnóstico sofisticadas y fuertemente concentradas en Buenos Aires y otras áreas densamente pobladas.

En el marco del PNMN, CNEA encomendó a INVAP la construcción y equipamiento de varios de estos centros, desde que contaba con amplia experiencia en el área, no sólo en el desarrollo de equipamiento (como ya vimos), sino en el diseño y la construcción de 19 centros de terapia radiante en Venezuela. Si bien no todos los

centros proyectados pasaron los papeles, lo que indica cierta falta de coherencia y coordinación en el diseño y posterior desenvolvimiento del PNMN, lo cierto es que desde el Estado se procuró extender los alcances de la medicina nuclear y la radioterapia a los distintos puntos del país. Incluso, en la Ciudad de Buenos Aires se proyectó la construcción de un centro de protonterapia, un tipo de radioterapia externa con una alta tasa de precisión que sería el primero de su especie en Latinoamérica.

De cualquier forma, desde el cambio de gobierno en diciembre de 2015, se inició un proceso de revisión de estos contratos, llevando a la reforma de varios de estos proyectos y dilatando su puesta en marcha. En cierta medida, en contraste con el kirchnerismo, que se caracterizó por una fuerte expansión del gasto público con miras a generar transferencias de ingresos hacia los sectores más vulnerables de la sociedad, con el macrismo se ha retomado un estilo de gestión basado en criterios de eficiencia y racionalización de los recursos públicos. Con la consecuente búsqueda de reducción del gasto público, se pone en tela de juicio la sustentabilidad futura de estos centros.

Conclusiones

De la misma manera que durante el periodo de crecimiento, diversificación y enraizamiento (1950-1982) del sector nuclear argentino (Hurtado de Mendoza, 2014), CNEA continuó promocionando el uso de radioisótopos en medicina durante los períodos analizados en este artículo. Al igual que durante ese largo período de crecimiento de las distintas ramas de la actividad nuclear, CNEA accionó, principalmente, en tres campos distintos: fomento a la investigación básica o aplicada, desarrollo de infraestructura para la producción de radioisótopos y creación de organizaciones prestadoras de servicios clínicos en medicina nuclear y radioterapia

Sin embargo, a pesar de la similitud en cuanto a la generalidad de las líneas de acción, su coherencia y precisión se vieron en gran medida afectadas por la orientación general de las políticas públicas en cada uno de estos períodos. Así, si bien desde la vuelta a la democracia hasta la reactivación formal del plan nuclear en 2006 el sector nuclear vivió una progresiva situación de desmantelamiento, no podemos decir que todo el período haya sido homogéneo. Así, por ejemplo, durante el gobierno de Alfonsín y la primera etapa del de Menem se continuaron llevando adelante investigaciones en el área médica; se intentó, de manera infructuosa, ampliar la oferta de radioisótopos con la creación de CORATEC y se logró crear la FUESMEN, que al día de hoy continúa prestando servicios asistenciales en medicina nuclear y radioterapia.

De todos modos, los galopantes problemas que afectaban la estructura productiva local (hiperinflación y deuda externa), junto con el recetario neoliberal que se configuraba como la única salida para solucionar estos problemas, llevarían a un virtual desguace del sector nuclear y en especial de CNEA. Con la reestructuración, ejecutada desde manera unilateral desde el Ministerio de Economía, el organismo quedó sin vías para financiar sus actividades de investigación y desarrollo, ya que, cuando las centrales nucleares estaban bajo su órbita, la venta de energía sostenía

estas tareas. Sin ella, los recursos se podían obtener a través de aportes del Tesoro —que durante ese entonces eran magros— o bien a través de la “venta” de servicios tecnológicos. En cierta medida, la venta de radioisótopos, al ser el principal generador de recursos dentro de este rubro, se constituyó como una suerte de “salvavidas”. De ahí que durante este período se haya llevado adelante la repotenciación del RA-3, la apertura de la planta para la producción de Molibdeno-99 y la instalación de un ciclotrón de producción de radioisótopos.

Vale aclarar que la terminación de estos proyectos durante esta etapa regresiva se explica, en gran parte, porque ya contaban con un importante grado de avance desde las décadas anteriores. Incluso podemos decir que al interior de CNEA se realizaron intervenciones estatales con cierto rasgo de autonomía en cuanto al mantenimiento de capacidades tecnológicas en el área médica. En efecto, previo a la reactivación del Plan Nuclear en 2006 y antes de que la actividad nuclear volviera a ocupar relativa importancia dentro de la agenda gubernamental, desde CNEA se impulsaba la producción rutinaria de FDG desde el ciclotrón de producción, se desarrollaba un método para la producción de Molibdeno-99 con blancos de bajo enriquecimiento y se creaba la FCDN.

Sostenemos, en algún punto, que las capacidades entre 1950 y 1982 le permitieron a CNEA mantener retazos de su histórica política de desarrollo autónomo, aun en épocas regresivas para el sector. En otras palabras, iniciar investigaciones en BNCT en el medio del desguace de la institución no hubiera sido posible si anteriormente no se hubieran capacitado y creado grupos de investigación alrededor del campo biomédico, cuyas primeras acciones de relevancia datan de la década de los 50, cuando se presentó, en la Primera Conferencia Internacional sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear, el descubrimiento de nuevos radioisótopos y la determinación de sus propiedades. Del mismo modo, la repotenciación del RA-3 para mejorar la producción de radioisótopos, al mismo tiempo que se paralizaban importantes proyectos, no hubiera sido posible si no se hubiera tomado la decisión, a inicios de la década de los 60, de construirlo de manera local, lo que generó un importante proceso de aprendizaje en materia de gerenciamiento de proyectos, calificación de proveedores y relevamiento de capacidades científico-tecnológicas (Briozzo *et al.*, 2007). Finalmente, la creación de FUESMEN en 1991 sólo puede entenderse porque durante los cuarenta años previos CNEA estableció distintos vínculos con otros sectores burocrático-estatales y académicos; es decir: llevó adelante un proceso de enraizamiento institucional con miras al desarrollo de proyectos de manera conjunta, lo que llevó a la creación de los primeros centros públicos de medicina nuclear con la UBA.

Ahora bien, con la reactivación formal del Plan Nuclear en 2006, el progresivo flujo de fondos presupuestarios que recibió CNEA le permitió potenciar sus intervenciones en el campo medicinal: desarrollo de aceleradores para su aplicación en BNCT, manufactura de un equipo PET de diseño local, inicio del proyecto de ingeniería para la construcción del RA-10 y especialmente la construcción de nuevos centros de medicina nuclear y radioterapia. Estos avances en el ámbito medicinal, por supuesto, no hubieran sido posibles, si el sector nuclear no hubiera sido objeto de las políticas de la inyección de gasto público, lo que permitió financiar, por ejemplo, la construcción

del CAREM, la reactivación del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu y la finalización de la central nuclear Atucha II. Así, a diferencia de lo que ocurría durante la década de los 90, donde los pocos recursos que habían se orientaban a actividades que pudieran generar mayores retornos económicos, desde la reactivación los recursos se destinaron no sólo a potenciar las capacidades científico-tecnológicas mediante el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura, sino también a realizar transferencias de ingresos al conjunto de la sociedad civil a partir de la ampliación de la oferta de servicios clínicos con el PNMN.

En suma, aunque se llevaron adelante investigaciones durante la etapa de retracción del sector nuclear, la falta de presupuesto confinaba sus potenciales alcances. De igual forma, el desarrollo de infraestructura para radioisótopos se restringía a proyectos que no demandaran gran cantidad de recursos fiscales, mientras que la creación de organizaciones prestadoras de servicios clínicos en medicina nuclear y radioterapia se limitó a FUESMEN. Por el contrario, con la reactivación del plan nuclear se pudieron destinar mayores recursos, tanto monetarios como humanos, a ampliar los alcances de los proyectos que venían de antes, como el desarrollo de otros nuevos. De cualquier manera, como se evidenció en este artículo a partir del análisis de diversas fuentes primarias, con distinto grado de énfasis en cada una de las líneas de acción mencionadas, CNEA, al cabo de distintas etapas históricas, realizó intervenciones estatales tendientes a fomentar el uso de radioisótopos en medicina.

De todas formas, esta recuperación del sector nuclear pareciera encontrarse con una incipiente interrupción a partir del retorno de políticas de signo neoliberal de la mano del gobierno de Mauricio Macri. En aras de la eficiencia y bajo su pretexto, al tiempo que se recortó el gasto público, se produjo un colosal proceso de transferencia de ingresos hacia los sectores más concentrados del capital, no sólo desintegrando el tejido industrial y destruyendo empleo, sino también capacidades científico-tecnológicas en distintas áreas.²⁸ Para el sector nuclear, esto implicó la renegociación de dos centrales nucleares financiadas por China, optando por la construcción de una sola: aquella que cuenta con una menor participación tecnológica de insumos y conocimiento argentino que la que había sido preacordada por el gobierno anterior. Estas políticas abonaron el terreno para una segunda etapa de achicamiento, desarticulación y debilitamiento del sector nuclear.

28. A septiembre de 2018, el sector industrial acumulaba una baja del 2.1% con respecto al año anterior (INDEC, 2018). Por otro lado, con respecto a las políticas de Ciencia y Tecnología, el gobierno de Macri redujo el ingreso de investigadores al CONICET, disolvió el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva que había sido creado en 2007, impuso el achicamiento de organismos como el INTA y el INTI, y canceló el proyecto ARSAT-3, un satélite geoestacionario de manufactura local.

Bibliografía

- ABELES, M. (1991): “El proceso de privatizaciones en la Argentina de los noventa: ¿reforma estructural o consolidación hegemónica?”, *Revista Época*, vol. 1, n° 1, pp. 95-114.
- ACUÑA, C. y CHUDNOVSKY, M (2002): “El sistema de salud en Argentina”, documento de trabajo n° 60, *Centro de Estudios para el Desarrollo Institucional (CEDI)*, pp. 1-62.
- ARGENTINA NUCLEAR (1991a): “Cómo sobrevivir en medio de la tormenta”, *Argentina Nuclear*, vol. 5, n° 29.
- ARGENTINA NUCLEAR (1991b): “Una iniciativa para salir de la crisis. Proyecto para la construcción y explotación de las centrales nucleares en la República Argentina”, *Argentina Nuclear*, vol. 5, n° 32.
- ARGENTINA NUCLEAR (1993): “Producción rutinaria de molibdeno 99 a partir de productos de fisión”, *Argentina Nuclear*, vol. 7, n° 38, pp. 30-34.
- ARGENTINA NUCLEAR (1994): “Situación del sector nuclear argentino”, *Argentina Nuclear*, vol. 8, n° 46, pp. 6-14.
- ARGENTINA NUCLEAR (1995): “La Planta de Producción de molibdeno 99”, *Argentina Nuclear*, vol. 9, n° 49, pp. 49-55.
- ARGENTINA NUCLEAR (1996): “Balance y Proyección de la CNEA”, *Argentina Nuclear*, vol. 9, n° 54, pp. 14-16.
- ARGENTINA NUCLEAR (1999): “La Privatización de las Centrales Nucleares en Debate”, *Argentina Nuclear*, vol. 13, n° 75, pp. 16-19.
- ARGENTINA NUCLEAR (2000): “El Proyecto CAREM para el mundo”, *Argentina Nuclear*, vol. 14, n° 82, pp. 4-20.
- ARGENTINA NUCLEAR (2002): “Renovación de autoridades en NASA”, *Argentina Nuclear*, vol. 17, n° 89, pp. 9-11.
- AZPIAZU, D. y SCHORR, M. (2010): *Hecho en Argentina Industria y economía 1976-2007*, Buenos Aires, Editorial Siglo XXI.
- BARRERA, M. y MANZANELLI, P. (2015): “La Naturaleza Política y la Trayectoria Económica de los Gobiernos Kirchneristas”, documento de trabajo n° 14, *Centro de Investigación y Formación de la República Argentina (CIFRA)*, pp. 1-32.
- BELINI, C. y KOROL, J. (2012): *Historia económica de la Argentina en el siglo XX*, Buenos Aires, Siglo XXI.

BELINI, C y ROUGIER, M. (2008): *El Estado empresario en la industria argentina: conformación y crisis*, Buenos Aires, Manantial.

BOZZO, M. y HEBE LÓPEZ, B. (1999): "Crónica de un Fracaso Anunciado. La Segunda Reforma del Estado en Argentina". *Convergencia, Revista de Ciencias Sociales*, vol. 6, n° 19, mayo-agosto.

BRIOZZO, F. *et al.* (2007): "A 40 años de la inauguración del RA-3: anécdotas, historias y algunas enseñanzas", *Revista de la CNEA*, vol. 7, n° 27-28.

BRIOZZO, F. (2010): "Medicina Nuclear en Argentina: Abastecimiento de Radioisótopos, de la Importación a la Producción Nacional (1950-1971)", en H. Vessuri, P. Kreimer y L. A. Menéndez (eds.): *Conocer para Transformar: Producción y reflexión sobre Ciencia, Tecnología e Innovación en Iberoamérica. IV Encuentro de Jóvenes Investigadores y 1ra Escuela Doctoral Iberoamericana en Estudios Sociales y Políticos sobre la Ciencia y la Tecnología*, Caracas, ESOCITE/CYTED/AECID/IVIC/UNESCO-IESALC, pp. 55-79.

CASTELLANI, A. (2006): *Estado, empresas y empresarios. La relación entre intervención económica estatal, difusión de ámbitos privilegiados de acumulación y desempeño de las grandes firmas privadas. Argentina 1966-1988*, tesis de doctorado, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.

CASTELLANI, A. y LLANPART, F. (2012): "Debates en torno a la calidad de intervención estatal", *Papeles de Trabajo*, vol. 6, n° 9, pp. 155-177.

CNEA (1983): *Memoria 1982*, Buenos Aires.

CNEA (1985): *Memoria Anual 1984*, Buenos Aires.

CNEA (1986): *Memoria Anual 1985*, Buenos Aires.

CNEA (1988): *Memoria Anual 1986-87*, Buenos Aires.

CNEA (1989): *1988 Memoria Anual*, Buenos Aires.

CNEA (1996): *Informe Anual 1995*, Buenos Aires.

CNEA (1998): *Memoria 1997*, Buenos Aires.

CNEA (2001a): *La Política Nuclear Argentina. Evaluación y Propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica*, pp. 1-76.

CNEA (2001b): *Memoria y Balance. Año 2000*, Buenos Aires.

CNEA (2003): *Memoria y Balance. Año 2002*, Buenos Aires.

CNEA (2003b): "Buenas y Nuevas: Novedades tecnológicas de la Comisión Nacional de Energía Atómica", *Revista de la Comisión Nacional de Energía Atómica*, vol. 3, n° 9/10, pp. 40-41.

- CNEA (2004): *Memoria y Balance. Año 2003*, Buenos Aires.
- CNEA (2005): *Memoria y Balance. Año 2004*, Buenos Aires.
- CNEA (2006): *Memoria y Balance. Año 2005*, Buenos Aires.
- CNEA (2007): *Memoria y Balance. Año 2006*, Buenos Aires.
- CNEA (2008): *Memoria y Balance. Año 2007*, Buenos Aires.
- CNEA (2009): *Memoria y Balance. Año 2008*, Buenos Aires.
- CNEA (2010): *Memoria y Balance. Año 2009*, Buenos Aires.
- CNEA (2011): *Memoria y Balance. Año 2010*, Buenos Aires.
- CNEA (2012): *Memoria y Balance. Año 2011*, Buenos Aires.
- CNEA (2013): *Memoria y Balance. Año 2012*, Buenos Aires.
- CNEA (2014): *Memoria y Balance. Año 2013*, Buenos Aires.
- CNEA (2015): *Memoria y Balance. Año 2014*, Buenos Aires.
- CNEA (2016): *Memoria y Balance. Año 2015*, Buenos Aires.
- CNEA (s/f): *Información Presupuestaria en base a los Sistemas Contables de la CNEA*, Subgerencia de Presupuesto de la CNEA, Buenos Aires.
- CNEA-BACON-TECNONUCLEAR (2006): *Convenio*, Buenos Aires.
- CNEA-CONUAR (1995): *Carta de Entendimiento*, Buenos Aires.
- CNEA-HOSPITAL NACIONAL DE CLINICAS Dr. PEDRO VELLA (1992): *Convenio*, Buenos Aires.
- CNEA-INSTITUTO DE ONCOLOGÍA ÁNGEL H. ROFFO (2003): *Convenio Marco de Colaboración Científico-Técnica entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Instituto de Oncología "Ángel H. Roffo"*, Buenos Aires.
- CNEA-INVAP (2015): *Acuerdo Específico entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) e INVAP S.E (INVAP) para la construcción de la instalación de investigación y desarrollo en radioisótopos y radiofármacos - Proyecto ALFA*, Buenos Aires.
- CNEA-MENDOZA (1991): *Acta Convenio*, Buenos Aires.
- CNEA-UBA (1993): *Acuerdo de Cooperación Científica CNEA-Facultad de Medicina – UBA*, Buenos Aires.

CREAGER, A. (2013): *Life Atomic. A History of Radioisotopes in Science and Medicine*, Chicago, The University of Chicago Press.

DE DICCO, R. (2004): "Argentina: entre la crisis energética de 2004 y el colapso energético de 2010", *Material del Área Recursos Energéticos y Planificación*, Material AREP002, Instituto de Investigación en Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad del Salvador, Buenos Aires.

DE VIDO, J. (2006): "Reactivación de la actividad nuclear en Argentina", *Revista de la CNEA*, vol. 7, n° 23-24.

EVANS, P. *et al.* (1985): *Bringing the state back in*, Cambridge, Cambridge University Press.

EVANS P. (1995): *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*, Princeton, Princeton University Press.

FREIJO, J. (2002): "La producción en la CNEA de fuentes selladas de cobalto 60", *Revista de la CNEA*, vol. 2, n° 5/6, pp. 16-20.

GCBA (2009): Orden de compra N° 14235/2009 de la Licitación Pública 2272.

GCBA (2010): Orden de compra N° 29175/2010 de la Licitación Pública 852.

184

GRANADA, J. (2011): "El Proyecto RA-10: Nuevo Reactor Argentino de producción e investigación", *Energía Nuclear Hoy*, vol. 3, n° 9, pp. 24-29.

GUEVARA, M. (2014): "El primer PET argentino: desarrollo y valor nacional, U-238", *Tecnología Nuclear para el Desarrollo*, vol. 3, n° 13, pp. 41-43.

HONG, T. S. *et al.* (2005): "Intensity-modulated radiation therapy: emerging cancer treatment technology", *British Journal of Cancer*, vol. 92, n° 10.

HURTADO DE MENDOZA, D. (2005a): "De "átomos para la paz" a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)", *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, vol. 4, n° 2, pp. 41-66.

HURTADO DE MENDOZA, D. (2005b): "Autonomy, even regional hegemony: Argentina and the 'hard way' toward the first research reactor (1945-1958)", *Science in Context*, vol. 18, n° 2, pp. 285-308.

HURTADO DE MENDOZA, D. (2014): *El sueño de la Argentina Atómica – Política, tecnología y desarrollo nuclear (1945-2006)*, Buenos Aires, Edhasa.

INDEC (2018): "Estimador Mensual Industrial", *Informes Técnicos*, vol. 2, n° 26, pp. 3-14.

QUILICI, D. (2008): “Desarrollo de Proveedores para la Industria Nuclear Argentina: Visión desde las Centrales Nucleares”, *H-industri@ - Revista de Historia de la industria, los servicios y las empresas en América Latina*, vol. 2, n° 1, pp. 1-23.

RIELO, M. (2014): “El corazón del diagnóstico nuclear. Fundación Centro Diagnostico Nuclear”, *Energía Nuclear Hoy*, vol. 6, n° 25, pp. 22-25.

RODRIGUEZ, M. (2014): “La reorganización de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el marco del Estado Neoliberal en Argentina; ¿Reforma Administrativa o Desguace?”. *XXIV Jornadas de Historia, Rosario, Asociación Argentina de Historia Económica*, Facultad de Humanidades y Artes y Facultad de Ciencia Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario, 1-3 de octubre.

RODRIGUEZ, M. (2017): “La Comisión Nacional de Energía Atómica y la consolidación del complejo empresarial en torno a la actividad nucleoelectrónica (1976-1994)”, *Avances del Cesor*, vol. 14, n° 16, pp. 69-89.

SCHORR, M. y WAINER, A. (2014): “La economía argentina en la posconvertibilidad: problemas estructurales y restricción externa”, *Realidad Económica*, n° 286, pp. 137-174.

SIKINK, K. (1993): “Las capacidades y la autonomía del Estado en Brasil y la Argentina. Un enfoque neoinstitucionalista”, *Desarrollo Económico*. vol. 32, n° 128, pp. 543-574.

185

TOBAR, F. (2012): “Breve Historia del Sistema Argentino de Salud”, en O. Garay (ed.): *Responsabilidad Profesional de los Médicos. Ética, Bioética y Jurídica, Civil y Penal*, Buenos Aires, La Ley, pp. 1-19.

VERA, M. (2013): *La Reactivación de la Industria Nuclear Argentina: Dimensiones Internas y Proyección Internacional (2006-2011)*, tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

WILLIAMSON, J. (1990): “The Progress of Policy Reform in Latin America”, *Policy Analysis in International Economics*, n° 28.

ZUZINO, S. (2014): “Instituto de Radioterapia. Fundación Marie Curie”, *Energía Nuclear Hoy*, vol. 6, n° 28, pp. 10-13.

Cómo citar este artículo

PEANO, M. (2020): “Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015)”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 161-185.

**Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación
y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques ***

**Políticas de educação superior, ciência, tecnologia e inovação
e desenvolvimento territorial: novas experiências, novas abordagens**

***Higher Education Policies, Science, Technology, Innovation
and Territorial Development: New Experiences, New Approaches***

**Jorge Núñez Jover, Hilarión Rodobaldo Ortiz Pérez,
Tamara Proenza Díaz y Aramis Rivas Diéguez ****

Los debates internacionales más recientes insisten en que el desarrollo sostenible e inclusivo demanda nuevos enfoques de políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI), nuevos modelos de prácticas científicas y tecnológicas y transformaciones profundas en las políticas universitarias. En este artículo establecemos un diálogo entre las experiencias que venimos acumulando en Cuba con relación al papel de la universidad en el desarrollo territorial y los cambios en las políticas que acompañan las transformaciones de la última década en el modelo económico y social del país.

187

Palabras clave: desarrollo territorial; educación superior; políticas; ciencia; tecnología

* Recepción del artículo: 27/06/2018. Entrega de la evaluación final: 17/08/2018.

** *Jorge Núñez Jover*: presidente de la cátedra Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la Universidad de La Habana, Cuba. Correo electrónico: jorgenjover@rect.uh.cu. *Hilarión Rodobaldo Ortiz Pérez*: director del Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL IV) del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Ministerio de Educación Superior (MES). Investigador titular del Departamento de Genética y Mejoramiento del INCA. Correo electrónico: rortiz@inca.edu.cu. *Tamara Proenza Díaz*: secretaria docente de la cátedra Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la Universidad de La Habana. Correo electrónico: tamara@rect.uh.cu. *Aramis Rivas Diéguez*: coordinador municipal del Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL IV). Profesor del Centro Universitario Municipal Jesús Menéndez, Universidad de Las Tunas. Correo electrónico: aramisrd@ult.edu.cu.

Os debates internacionais mais recentes insistem que o desenvolvimento sustentável e inclusivo exige novas abordagens às políticas de ciência, tecnologia e inovação (PCTI), novos modelos de práticas científicas e tecnológicas e profundas transformações nas políticas universitárias. Neste artigo estabelecemos um diálogo entre as experiências que estamos acumulando em Cuba em relação ao papel da universidade no desenvolvimento territorial y as mudanças nas políticas que acompanham as transformações da última década no modelo econômico e social do país.

Palavras-chave: desenvolvimento territorial; educação superior; políticas; ciência; tecnologia

The most recent international debates insist that sustainable and inclusive development demands new approaches from science, technology and innovation policies (STIP), new models of scientific and technological practices, and deep transformations in university policies. In this paper we establish a dialogue between the experiences we have accumulated in Cuba regarding the role of the university in territorial development and the changes in policies that have produced transformations in our country's economic and social model in the last decade.

Keywords: territorial development; higher education; policies; science; technology

Introducción

A partir de 2011 Cuba inició un proceso de transformaciones significativas en el modelo de desarrollo económico y social del país. Mediante un proceso de consulta popular bastante amplia se ha conformado un Plan de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 (PCC, 2017), uno de cuyos ejes estratégicos es el potencial humano y las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Las universidades constituyen actores clave de las transformaciones en curso.

La descentralización y desconcentración de recursos y decisiones es una de las modificaciones más relevantes previstas en el modelo que se despliega. En ese contexto la educación superior desarrolla un conjunto de iniciativas que intentan movilizar sus capacidades cognitivas y tecnológicas en función del desarrollo territorial. El sector agropecuario ocupa un lugar relevante en esa agenda. El cambio de modelo obliga a las transformaciones de numerosas políticas, entre ellas la de ciencia, tecnología e innovación (PCTI).

Este artículo sigue la siguiente lógica. Comenzaremos por un breve diagnóstico de algunos rasgos característicos de la PCTI, enfatizando sus virtudes y carencias. Luego caracterizaremos lo que hemos llamado el “giro territorial” de la educación superior, enfatizando en dos experiencias. Una de ellas es el trabajo de la Red Universitaria de Gestión del Conocimiento y la Innovación para el Desarrollo (GUCID) y el otro es el Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL), conducido por un centro de investigación y desarrollo de larga tradición: el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Tanto GUCID en su conjunto como PIAL asumen que la conexión entre conocimiento, tecnología, innovación y desarrollo local no sólo planteaba numerosos retos prácticos, sino también importantes desafíos conceptuales. Ese es un tema que se trata en este trabajo.

189

Una mirada a la PCTI¹

Sin duda lo mejor de la PCTI de Cuba han sido los valores sociales que la han guiado, en particular el interés por poner el conocimiento al servicio de las demandas del desarrollo y la satisfacción de las necesidades humanas básicas de toda la población. En Cuba, la PCTI, en correspondencia con el modelo social por el que el país ha optado, ha estado tradicionalmente orientada a la solución de problemas sociales y las metas de inclusión, equidad y justicia social son inherentes a sus objetivos. En gran medida los científicos y las instituciones donde trabajan hacen suyos esos valores. Por ejemplo, los servicios de salud, medicamentos, vacunas, que el país genera, están al alcance de toda la población. La vocación social es el valor fundamental que ha movido los esfuerzos de la PCTI en Cuba, en particular el trabajo de las universidades (Núñez, Pérez y Montalvo, 2011).

1. Para una evaluación de la PCTI de la última década, véase Núñez y Montalvo (2014 y 2015).

Desde los años 60 las universidades incorporaron la investigación científica a su funcionamiento institucional y desde entonces se crearon numerosos centros y grupos de investigación. Profesores y estudiantes suelen participar de esas actividades. El sistema universitario para la evaluación y el estímulo de profesores, investigadores e instituciones considera la pertinencia social como unos de los valores a los que se atribuye mayor relevancia.

Es posible encontrar no pocos ejemplos que confirman que, si se encaran a través de la ciencia las necesidades de alimentación, vivienda, salud, transporte, educación, es decir, las necesidades humanas básicas, y se logra que las agendas de investigación las asuman como problemas científicos, se abren nuevas posibilidades en la exploración de la frontera científico-tecnológica y se visualizarían entonces nuevos campos de relevancia, renovados tejidos de relaciones entre actores y otros criterios de calidad para evaluar la investigación. Las políticas conducidas por objetivos sociales pueden dar solución a importantes problemas de salud para la población, pueden producir ciencia de alto nivel e innovaciones radicales de amplio y favorable impacto social (Pérez y Núñez, 2009). Un ejemplo es la vacuna contra la enfermedad producida por el *Haemophilus Influenzae type b*, que fue causa muy importante de muerte en niños menores de cinco años en los países desarrollados y lo sigue siendo en los países en desarrollo (Vérez-Bencomo *et al.*, 2004). Arocena y Sutz lo explican del siguiente modo:

190

“[Cuando Cuba] se planteó acceder a una vacuna a partir de sus propios esfuerzos, quedó claro desde el principio que debía buscarse una estrategia que hiciera compatibles los costos de producción con los recursos a disposición de la política pública en salud. Ello llevó a una heurística de búsqueda de la solución que logró apartarse de la producción biológica, dando lugar a la primera vacuna sintética, puramente química, del mundo... No fue sencillo, pues llevó casi quince años de investigación. Esa estrategia de búsqueda no había sido seguida antes porque la capacidad de afrontar financieramente las metodologías existentes, sumada a la enorme dificultad científica involucrada en la síntesis química como metodología alternativa, la desestimaban. Sólo cuando una sociedad para la cual la solución existente resultaba excluyente se propuso encontrar una solución inclusiva, el impulso hacia una heurística alternativa permitió saltar la barrera de la dificultad de la búsqueda” (2009: 116).

Otro ejemplo lo encontramos en el desarrollo de ecomateriales para la producción de viviendas, proceso liderado por el Centro de Investigaciones de Estructuras y Materiales (CIDEM), de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (Núñez y Armas, 2009; Núñez y García, 2017). Los ecomateriales constituyen un buen ejemplo de tecnologías orientadas a la construcción de viviendas sociales con el uso de materiales de construcción similares a los tradicionales, pero producidos bajo criterios económicos y ecológicos. Esta tecnología habitacional incentiva la fabricación a escala municipal de viviendas sociales mediante recursos y materias primas locales, que descansa en la descentralización de los procesos y la participación popular.

Esta tecnología social genera impactos socioambientales muy favorables: estimula el desarrollo local, reduce costos de transportación, energía, recursos, acelera la solución del problema de la vivienda, recicla residuos potencialmente contaminantes, genera empleos, así como otros beneficios.

El proyecto se apoya en la investigación científica y tecnológica avanzada y en un amplio programa de formación doctoral que articula también la participación de estudiantes de grado y maestría de diferentes disciplinas, incluidas las sociales. En la actualidad la producción de materiales locales para la construcción de viviendas es liderada por el Ministerio de la Construcción y el CIDEM es parte del equipo de trabajo que asesora el proyecto. En los últimos años CIDEM dio un paso adelante y creó el Proyecto Hábitat, con un enfoque más holístico del hábitat humano. Nuevos materiales siguen surgiendo, muy especialmente el cemento de bajo carbono LC3. Se trata de una formulación desarrollada por un equipo técnico del CIDEM y del Instituto Federal de Tecnología de Lausana, Suiza. Estudios económicos realizados demuestran que el LC3 podría resultar hasta un 15% más barato que los cementos producidos hoy, suponiendo una revolución en el modelo de producción actual, que contribuirá notablemente a paliar los efectos nocivos para el medio ambiente derivados de la actividad fabril.

Los ejemplos anteriores encajan bien en lo que Trace (2016) denomina “justicia tecnológica”, según la cual las personas deben tener acceso a las tecnologías que garanticen un nivel básico de vida de manera sostenible.

Aunque el interés por el uso social y económico del conocimiento siempre ha constituido una brújula, los resultados con cierta frecuencia han sido inferiores a los deseables. Como en otros países del Sur, en Cuba es frecuente la insuficiente demanda a la investigación por parte del sector productivo y no siempre las agendas de investigación y formación, que se definen habitualmente pensando en la dinámica de los diferentes sectores y territorios, consiguen construir puentes fructíferos y estables con ellos. Existe un consenso de que han prevalecido enfoques de política que no han dado los resultados deseados.

En alguna medida en las políticas suele influir el muy criticado modelo lineal de innovación. La innovación se concibe en gran medida como el fruto de la “introducción de los resultados de investigación”, lo cual no siempre ocurre. Las políticas se han centrado más en la investigación que en el cambio tecnológico y la innovación. Si puede hablarse en Cuba de un sistema de innovación, este sería del tipo *science based innovation* (Nelson, 1993), donde los científicos tienen el rol protagónico.

Las articulaciones con el sector productivo son frágiles y episódicas. En los 90 el país se propuso avanzar hacia un “sistema de ciencia e innovación”, formulación que ilustra la relevancia atribuida al “empujón” de la ciencia. La tecnología nunca ha recibido la atención que merece quizás porque ha influido la idea de la tecnología como ciencia aplicada y el enfoque artefactual y neutral de la tecnología. Se trata de un modelo bastante centralizado con un acentuado enfoque *bottom up*, donde se suele atribuir más importancia a los programas nacionales de investigación, desde los cuales deben venir las grandes respuestas a los problemas mediante la generalización

de resultados de investigación que toman poco en cuenta las particularidades locales con sus singulares condiciones geográficas, culturales y sociales. Tradicionalmente el énfasis en esos programas nacionales, sin duda importantes, no se ha acompañado de un esfuerzo semejante en la construcción de redes de innovación entre productores y demás actores locales.

La PCTI es más bien una política del sector científico que no consigue articular sistémicamente al conjunto de los actores involucrados en la producción, difusión y uso del conocimiento. Salvo excepciones (biotecnología e industria médico-farmacéutica, sector de la defensa y alguno más) no se alcanza frecuentemente un funcionamiento sistémico que genere interacciones entre actores colectivos.

La PCTI ha sido pensada sobre todo para los centros de investigación, en menor medida universidades y empresas. Sin embargo, las transformaciones económicas en curso dan vida a nuevos actores económicos, incluidas micro, pequeñas y medianas empresas, cooperativas, campesinos independientes, que podrían beneficiarse del intercambio con las instituciones que atesoran mayores capacidades cognitivas. Hoy la PCTI en Cuba está en proceso de discusión y es oportuno presentar alternativas conceptuales a los imaginarios tradicionales. Mejor aún si esas propuestas se acompañan de resultados prácticos y las modificaciones conceptuales que ellas sugieren.

En Cuba también es válido que “los desafíos que confrontan los países de la región, en especial en materia de inclusión social, ciudadanía, de equidad de género, cambio climático y desarrollo productivo, requieren abordajes de políticas que permitan el avance de sus sistemas nacionales de innovación” (LALICS, 2017: 1).

“La nueva generación de políticas de CTI debe ser parte de una dinámica integral de promoción del desarrollo, e interactuar de forma positiva y complementaria con otras políticas como las referidas al desarrollo social y sustentable, educativa, de salud, ambiental, al desarrollo económico sostenible, agropecuaria, industrial, de turismo, financiera, así como con las políticas macroeconómicas” (LALICS, 2017: 3-4).

De inmediato ilustraremos las transformaciones que venimos impulsando y las señales para la PCTI que de ellos se derivan.

El “giro territorial” en las universidades y los más recientes cambios en el modelo económico

En la última década la educación superior cubana ha desplegado iniciativas inéditas en el país orientadas a conectar las universidades con el desarrollo local. El objetivo es movilizar las capacidades cognitivas de las universidades en favor de la solución de problemas sociales relevantes en ámbitos locales, frecuentemente rurales, en áreas

como la seguridad alimentaria, desarrollo de energías renovables, cuidado del medio ambiente, mejoría del hábitat, provisión de servicios públicos de calidad, entre otros.

El “giro territorial” (Núñez *et al.*, 2014 y 2017) de las universidades comenzó a inicios de la década pasada con el proceso de municipalización de la educación superior, uno de cuyos fines era garantizar el acceso pleno a la educación superior de jóvenes que hasta entonces no ingresaban a los estudios superiores. El ideal de la democratización del conocimiento que acompañó al proceso cubano desde los 60 influyó en aquellas decisiones.

Consistió inicialmente en un proceso de municipalización de las instituciones de educación superior, a las que inicialmente se dio en llamar Sedes Universitarias Municipales (SUM). Se crearon SUM en los 169 municipios del país (Núñez *et al.*, 2008). La tarea asignada a las SUM fue la de ofrecer estudios de pregrado en carreras preferentemente de ciencias sociales y humanidades, es decir, programas que se podían desarrollar con recursos relativamente modestos. Las SUM constituyeron entonces una innovación institucional que favoreció el acceso de los jóvenes de los municipios e incorporó a la docencia universitaria profesionales de todos los territorios del país. Sin duda que estas transformaciones tuvieron consecuencias favorables para la vida de los municipios. Sin embargo, el proyecto de las SUM no se concibió articulado al desarrollo local. Las carreras no se definieron a partir de las necesidades del desarrollo local ni la misión asignada apostaba por el cambio tecnológico y la innovación.

Desde 2006 grupos de profesores universitarios, con el protagonismo de la Cátedra de Estudios Sociales de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de la Universidad de La Habana y directivos del Ministerio de Educación Superior nos agrupamos en el Programa de “Gestión universitaria del conocimiento y la innovación para el desarrollo” (GUCID). Este programa nació bajo la idea de que la contribución de la educación superior al desarrollo local y territorial no se agotaba con la fórmula del acceso. Se comprendió que era necesario promover desarrollo local y que las universidades podían jugar un rol fundamental en ese proceso. Apareció así en la agenda universitaria cubana el tema del desarrollo local y su articulación con las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Las experiencias de GUCID llevaron al Ministerio de Educación Superior y las universidades que él coordina a incorporar a la planeación estratégica un objetivo dedicado al fomento del desarrollo local. Entre las acciones que de él se derivan está la colaboración con los gobiernos y otros actores sociales en el diseño de estrategias municipales de desarrollo que incorporen la gestión del conocimiento y la innovación. La planeación promueve también el despliegue de tecnologías en los municipios para atender prioridades tales como producción de alimentos, energías renovables, construcción de viviendas, manejo de riesgos y cuidado del medio ambiente (Núñez y Alcázar, 2016). GUCID cuenta con el potencial de unas 50 universidades, más de un centenar de centros universitarios municipales y una decena de redes de innovación. En su conjunto cubren prácticamente todo el país.

En los dos últimos años la evaluación de las instituciones de educación superior ha incorporado el vínculo con el desarrollo local como elemento clave y se estimula la participación de docentes e investigadores en esos fines. La proyección hacia el desarrollo local permite acentuar el carácter social de la investigación e innovación universitarias, generando vínculos directos entre esas actividades y la solución de problemas que las personas encuentran en su vida cotidiana. Como mencionamos antes, la preeminencia del desarrollo local como objetivo de trabajo carece de antecedentes significativos en las políticas de educación superior, ciencia y tecnología en Cuba. Sin duda esa perspectiva desafiaba a las instituciones de educación superior y sus modos tradicionales de producir y difundir conocimientos.

Los actores de la educación superior involucrados son esencialmente de tres tipos: las universidades, habitualmente colocadas en las cabeceras provinciales las que disponen de grupos de investigación formados por profesores y estudiantes; los centros de investigación, adscritos o no a las universidades, que tienen una dedicación preferente a la investigación y la innovación y en ocasiones logran desplegar redes socio-técnicas en los territorios; y por último los Centros Universitarios Municipales (CUM) que antes se denominaron SUM.

Los imaginarios tradicionales de política suelen menospreciar el papel de los CUM. Sin embargo, los CUM constituyen un eje local aglutinador de patrimonio humano e innovativo de la localidad y consiguen cada vez más actuar como agentes del conocimiento y la innovación. Se trata de organizaciones bien situadas para captar las demandas locales y articular los esfuerzos de instituciones con capacidades cognitivas y tecnológicas que generen productos, bienes y servicios de relevancia social. Estudios realizados por GUCID (Núñez, 2014; y Núñez y Alcázar, 2016 y 2018) evidencian una participación creciente de los CUM en actividades como las siguientes:

1. Acompañan al gobierno local, como uno de sus principales respaldos. Los CUM asesoran en la gestión de las políticas públicas a cargo de los gobiernos locales y participan en la elaboración y evaluación de las Estrategias Municipales de Desarrollo Local.
2. Conocen el potencial humano de que dispone el municipio y a partir de ello ayudan a definir las necesidades de formación y capacitación que el desarrollo local reclama.
3. Participan en la creación de capacidades para el desarrollo local mediante la generación de espacios de aprendizaje a través de actividades de capacitación, aprendizaje en la acción, formación de grado y posgrado. Evalúan y socializan los impactos de los procesos de formación y capacitación.
4. Monitorean y dan seguimiento a los egresados y estudiantes del municipio que estudian en diferentes universidades con el propósito de atraerlos hacia tareas locales.
5. Prestan especial atención a la capacitación de directivos.
6. Sirven de interface entre universidades, centros de I+D+i de diversas provincias y las necesidades del desarrollo local en el territorio mediante la construcción de redes. Para ello realizan vigilancia tecnológica y apoyan la transferencia de

tecnologías, siempre vinculada a espacios de aprendizaje.

7. Participan en los grupos municipales de trabajo sobre asuntos relacionados con desarrollo local que frecuentemente incluyen temas como: energía, vivienda, producción de alimentos, todos demandantes de conocimientos y tecnologías.

8. Participan de los diagnósticos de recursos (productivos, culturales u otros) y diversas fuentes en que pueden apoyarse las estrategias de desarrollo local.

9. Generan conectividad y sinergias entre actores locales para impulsar proyectos de diversa naturaleza. Fomentan procesos y cadenas productivas.

10. Promueven una visión integrada, holística del desarrollo local orientada al desarrollo sostenible, equitativo e incluyente y fomentan el imaginario innovativo que debe alentar las transformaciones.

11. Desarrollan capacidades de emprendimiento en el sector productivo, estatal, cooperativo y privado.

12. Asesoran en la implementación de proyectos, tanto los que se derivan de programas nacionales y transcurren en el municipio como los que se originan en la localidad.

13. Asesoran a los gobiernos para la diversificación y atracción de fuentes de financiamiento provenientes de la cooperación internacional.

14. Desarrollan proyectos socio comunitarios como parte del trabajo extensionista.

15. Realizan gestión de la información que les permite atesorar tesis de grado y posgrado, informes, bibliografía y otras fuentes de significación para el desarrollo local.

16. Emplean indicadores para monitorear el desarrollo local. Ello permite identificar problemas, tendencias, obstáculos, buenas prácticas.

17. Promueve procesos de comunicación social que impulsen el desarrollo local.

195

En parte la fuerza de los CUM radica en la articulación con las universidades de mayor porte y los centros de investigación y sus redes de trabajo. Una de las redes socio-técnicas de la educación superior que está cobrando un protagonismo visible en el desarrollo territorial y se vincula crecientemente a los CUM es el Programa de Innovación Agropecuario Local (PIAL), que genera beneficios importantes en materia de alimentación y biodiversidad. Al exponer las características de este programa veremos cómo de sus prácticas emergen experiencias que permiten enriquecer los imaginarios de PCTI en Cuba.

Como preámbulo, veamos algunas consideraciones sobre el modelo de desarrollo agropecuario en Cuba que PIAL se propone enriquecer.

Modelos tradicionales de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en el sector agrario cubano

El modelo de desarrollo agropecuario hegemónico en la segunda mitad del siglo XX en Cuba ha sido el de la agricultura industrial. Entre sus características estaba el empleo de variedades de cultivos y razas de ganado de altos rendimientos. Se basaba en la idea de que las tecnociencias podían controlar totalmente el agroecosistema y maximizar la productividad. En este contexto, las ciencias agropecuarias se enfocaron

a la oferta permanente de nuevas tecnologías desde los centros académicos hacia las bases productivas, mediante procesos de extensión agraria. A este proceder le subyace el modelo lineal de innovación mencionado antes. Sin duda, esa práctica produjo incrementos productivos e innegables aportes al desarrollo.

Sin embargo, el escenario del desarrollo agropecuario se ha modificado. En este siglo XXI, muchas variables importantes en la agricultura se manifiestan de forma adversa o con tendencias impredecibles. Al combinarse, configuran realidades complejas con alto grado de incertidumbre y localmente diversas. En estas condiciones, las grandes empresas agropecuarias que operaban bajo modelos de agricultura industrial y gestión estatal se mostraron crecientemente inefectivas. Como respuesta a ello se han estimulado en Cuba alternativas campesinas por fuera del sector estatal que han asumido un peso mayoritario en el balance nacional de la producción de alimentos. Según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI), el porcentaje que representa el sector cooperativo y campesino en la producción agropecuaria como media supera el 80% del total de las producciones y en algunos reglones el sector cooperativo supera el 90% de la producción total que se realiza en el país (ONEI, 2015). Este es un panorama totalmente nuevo en el desarrollo agropecuario en Cuba.

Actualmente, la alimentación de los cubanos depende de considerables importaciones de alimentos, muchos de los cuales podrían producirse en el país. Para revertir esa situación, el sector agropecuario no solo requiere de inversiones en infraestructura, sino también, sobre todo, cambios de procedimientos, nuevos métodos de gestión, cambios en los roles de los actores y modos de innovar, que se adapten mejor a las condiciones económicas, ecológicas, sociales y culturales específicas de cada localidad. Los modelos convencionales de diseminación de tecnologías desde los centros científicos no suelen dar cuenta de la variada demanda de los sistemas agropecuarios locales. Es usual que se inviertan cuantiosos recursos en la innovación tecnológica centralizada y que sus beneficios no sean completamente adoptados por los productores locales.

Con cierta frecuencia las soluciones tecnológicas convencionales no aportan los resultados esperados. El acceso deficiente a recursos e insumos agropecuarios, el cambio climático, así como la degradación y fragilidad de nuestros agroecosistemas son algunos de los factores que imponen condiciones tan diversas e imprevistas que escapan al control de estas tecnologías. En la agricultura es necesario cada vez más negociar con la incertidumbre. Los agricultores y demás actores deben desarrollar capacidades para enfrentar estos desafíos, fomentando otras soluciones tecnológicas. El modelo habitual de CTI no registra adecuadamente esas opciones.

Pareciera que hoy el desarrollo agrario municipal responde cada vez menos al modelo lineal de innovación y se nos presenta como un proceso de concertación de los diversos actores que interactúan en el sector agropecuario y forestal que se benefician de la participación permanente, creadora y responsable de los pobladores, enlazados por proyectos compartidos. La visión tecnológica más tradicional cede espacio a una visión más sistémica, apoyada en la participación, la autogestión y el empoderamiento de los actores. Esas ideas, que apuestan por avanzar hacia formas descentralizadas y participativas de innovar, producir y comercializar alimentos, coexisten hoy con las

visiones más tradicionales de la innovación agropecuaria. El debate está abierto. Es posible que de él surjan nuevas formulaciones de PCTI, así como de políticas agropecuarias. Mientras tanto es preciso impulsar nuevas experiencias prácticas y extraer de ellas aprendizajes y renovadas formulaciones conceptuales.

Programa PIAL

La implementación de PIAL (PIAL, 2011a, 2011b y 2012; Ortiz *et al.*, 2011; y Ortiz, 2013) dura ya tres lustros y transita su tercera fase. En una primera fase (2001-2006) se introdujo el concepto de mejoramiento participativo de semillas que se presentó como alternativa a la difusión de semillas desde centros especializados hacia los ambientes productivos, independientemente de las características de los suelos y otras circunstancias culturales. Esa etapa se caracterizó por el desarrollo de las primeras ferias de diversidad genética, y por el fortalecimiento de un tejido de agricultores experimentadores interesados en la selección y disseminación de semillas. También se demostró que, cuando los agricultores y agricultoras deciden sobre las variedades que se van a cultivar localmente, se elevan significativamente los rendimientos, la diversidad y la integración social de los mismos.

En una segunda fase (2007-2011), se desarrollaron los Centros Locales de Innovación Agropecuaria para involucrar al tejido de actores locales y seguir extendiendo las acciones del programa; luego fueron transformados en las actuales Plataformas Locales para la Innovación Agropecuaria. Se trata de un entramado de relaciones entre los actores locales, dirigido a promover cambios continuos en los sistemas productivos, para incrementar en cantidad y calidad los beneficios económicos, ambientales y sociales de las poblaciones. Estos beneficios se generan a partir de la toma de decisiones de los actores locales interesados en transformar la realidad agropecuaria. En paralelo se promovieron los bancos de semillas locales, que son fincas que participan en la introducción, experimentación, discusión y disseminación de diversidad y de nuevas variantes tecnológicas y que contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria de sus comunidades. Ellos fueron el embrión para la agrupación de interesados en temas específicos, creándose los Grupos de Innovación Agropecuaria Local, donde los agricultores, muchas veces en conjunto con otros actores, planifican, ejecutan y evalúan sus actividades. En esta segunda etapa se consolidó una red de innovación que ha involucrado a instituciones de enseñanza e investigación, y promueve las relaciones de equidad de género e intergeneracional. El trabajo en red beneficia a más de 150.000 productores, campesinas y campesinos, e integra a 12 instituciones cubanas de la educación superior y centros de investigación. El enfoque agroecológico tiene una fuerte presencia (Funes, 2009). La participación protagónica de todas y todos en la construcción de senderos tecnológicos y el acento en la inclusión social son rasgos que el programa fomenta.

En la tercera fase (2013-2017) se ha procurado consolidar el trabajo en los escenarios ya existentes desde etapas anteriores (45 municipios en 10 provincias). La experiencia aconseja que no sea suficiente trabajar con los productores y pensar sólo en las dimensiones locales. Ahora se trata de articularse aún más a los gobiernos, universidades y especialmente a los CUM, para colaborar en el diseño de políticas

públicas locales y también nacionales que alienten los enfoques que PIAL promueve. El proyecto se enfoca ahora en consolidar plataformas de interacción, intercambio y aprendizaje en la acción, con la participación de variados actores clave de los municipios y los Grupos de Innovación Agropecuaria Local.

Las Plataformas Multiactorales de Gestión (PMG) en los territorios resultaron de los aprendizajes de PIAL. El camino emprendido hacia una articulación cada vez más sistémica, activa y participativa entre actores ha llevado a PIAL a formularse como objetivo avanzar hacia lo que el programa denomina Sistemas de Innovación Agropecuarios Locales (SIAL), idea que introduce —junto a lo que viene proponiendo GUCID en ese terreno— una novedad dentro del sistema cubano de CTI. A juicio de Ortiz *et al.* (2011), SIAL constituye una propuesta de gestión participativa de la innovación y el desarrollo a nivel territorial que busca fortalecer el sistema cubano de innovación vigente aportando un modelo que se ha construido mano a mano entre científicos, productores y otros actores locales con el propósito de impulsar el desarrollo local, en particular agroalimentario y de los territorios.

Para ello, la coordinación de las acciones se realiza por un equipo local de trabajo con la participación estrecha y sistemática de los agricultores. El programa ha estimulado la formación y el reconocimiento de bancos locales con una alta diversidad, que han ido pasando a aglutinar Grupos de Innovación Agropecuarios Locales (GIAL) como núcleos básicos donde se promueve, genera, discute y disemina la innovación local. Para lograr esto, el PIAL ha buscado escalar metodologías participativas y promovido a los grupos locales como vía para facilitar la participación interinstitucional en el diseño, la construcción, la implementación y la evaluación de tecnologías locales en el sector agropecuario. La metodología y el procedimiento estratégicos de dicho proyecto han facilitado un proceso de aprendizaje entre la ciencia y la práctica agropecuaria local para lograr impactos, al aumentar la productividad de los sistemas agropecuarios, mejorar su eficiencia económica, incrementar la diversidad y estabilidad de los agroecosistemas y lograr una mayor seguridad alimentaria. La implementación en Cuba del PIAL durante sus tres fases ha generado evidencias que pudieran considerarse alternativas válidas de innovación agropecuaria, para ser implementadas en el actual y futuro contexto agropecuario cubano.

198

Lecturas posibles de esta experiencia y señales para la PCTI

Como se dijo antes, la experiencia de PIAL tiene, además de consecuencias prácticas, posibles lecturas conceptuales que envían señales a la PCTI de Cuba, urgida de cambios. Al menos tres enfoques parecen aquí muy relevantes.

1. Las prácticas de PIAL, como de GUCID en su conjunto, muestran con claridad que los problemas del desarrollo requieren especial atención a la dimensión tecnológica. El cambio tecnológico requiere mucha creatividad y supone un verdadero desafío cognitivo y esto porque “no parece posible responder al desafío con el simple recurso de multiplicar acríticamente la dotación tecnológica existente. Semejante alternativa implicaría una gigantesca demanda energética, de materiales, de

recursos naturales, con elevados riesgos de impacto ambiental y nuevos desfasajes sociales” (Thomas, 2011: 13).

Sus experiencias e ideales se resumen bastante bien en el concepto de tecnologías sociales, esto es, tecnologías orientadas a la solución de los problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable que se desarrollan en interacción con la comunidad. Estas tecnologías permiten la introducción de innovaciones en alimentos, productos agrícolas, viviendas, energía, agua potable, transporte y comunicaciones, adecuadas a las condiciones de vida y culturales de la población (Lassance *et al.*, 2004; Dagnino, 2009 y 2012; Dagnino *et al.*, 2004; Thomas, 2008a y 2008b; Thomas, Fressoli y Becerra, 2012; Thomas, Becerra y Davyt, 2013; y Thomas, Juárez y Picabea, 2015).²

A través de su experiencia, los actores de PIAL han encontrado que la tecnología no es lo que parecía ser. No se reduce a artefactos; incluye los conocimientos y las prácticas sociales que les dan vida y es altamente sensible a los contextos donde debe funcionar. Han comprendido que la tecnología es una actividad humana que tiene lugar en contextos sociohistóricos y que de ningún modo el desarrollo científico es condicionante exclusivo del desarrollo tecnológico, y que el desarrollo tecnológico no es único e inexorable. Sus prácticas le revelan que el cambio tecnológico incorpora un fuerte componente social. El trabajo de años los ha persuadido de que el cambio tecnológico exige tomar en cuenta la red de actores, entre ellos grupos sociales relevantes cuyos intereses y hegemonía definen las trayectorias tecnológicas. Los vínculos entre productores y usuarios y la influencia de las políticas, las regulaciones jurídicas, los intereses, los ámbitos institucionales y la cultura se les muestran como muy importantes. Esos aprendizajes son importantes para la PCTI.

199

Encarar los desafíos de la agricultura cubana dentro de la estrategia general de desarrollo del país requiere el despliegue de senderos tecnológicos alternativos y para ello es preciso involucrar a los científicos (que trabajan con los campesinos codo con codo en el campo), gobiernos, actores locales, usuarios, actores de la cooperación internacional y representantes de ministerios, entre otros. Para PIAL, la participación social está en el centro de atención. Los senderos tecnológicos a recorrer tienen que estar estrechamente relacionados con los contextos, los actores, las demandas, las culturas. Los avances dependerán de las capacidades humanas e institucionales que logremos construir y de las redes de actores fortalecidos que logremos desplegar. Sin duda, esta articulación entre experiencias prácticas y conceptualizaciones provenientes del enfoque socio-técnico y en particular las teorizaciones sobre tecnologías sociales contribuyen al propósito de enriquecer los

2. Sugerimos que la idea de tecnología social de alguna manera representa una continuación de lo mejor de la tradición del pensamiento latinoamericano sobre ciencia, tecnología y sociedad (Sábato y Botana, 2011; Herrera, 1973; Varsavsky, 1972) que formuló ideas seminales para el estudio de las interrelaciones entre conocimiento, innovación y desarrollo social (Núñez y Figueroa, 2014). Asumimos que la tecnología social nos permite enriquecer nuestros imaginarios de política científica y tecnológica, alienta nuevos senderos tecnológicos y nos ofrece mejores opciones para conectar ciencia, tecnología e innovación y desarrollo, sostenible e inclusivo (Núñez y Figueroa, 2017).

imaginarios de PCTI de Cuba, en particular en lo que tiene que ver con el desarrollo local. PIAL se lo ha propuesto conscientemente.

2. De estas experiencias se deriva también el énfasis en los sistemas locales de innovación (Lastres *et al.*, 2005), idea que no estaba presente en las formulaciones previas de PCTI y que GUCID defiende. Tradicionalmente los modelos de desarrollo industrial, en los cuales la ciencia y la tecnología tenían un gran peso, se asumían como indiferentes a sus contextos. Hoy las teorías sobre la innovación suelen conceder gran importancia a la dimensión local con sus peculiaridades geográficas, históricas y culturales, así como también sus tradiciones e identidades institucionales y educacionales.

PIAL ha llegado a formular, con carácter más prescriptivo que descriptivo, la conveniencia de avanzar hacia Sistemas de Innovación Agropecuarios Locales (SIAL) que se conciben articulados con las restantes actividades que se despliegan en los municipios. La idea es que PIAL pueda ser el promotor de articulaciones sistémicas entre variados actores vinculados a la producción agropecuaria y hoy no suficientemente conectados. Esa pretensión se apoya en el reconocido éxito de PIAL. Sin duda, es posible aprovechar los enfoques sistémicos de la innovación orientados a fomentar un conjunto de elementos y relaciones que interactúan en la producción, la absorción, la difusión y el uso de conocimientos para fines de interés social.

200

En los enfoques de sistemas de innovación (Lundvall, 1992), la innovación se concibe como proceso social, interactivo y sistémico; se destaca el papel de las redes, las interacciones, los actores; la innovación se concibe como expresión fundamental de la calidad de esas interacciones. Los sistemas de innovación incluyen organizaciones, instituciones, interacciones entre actores colectivos. Todo ello sugiere que el involucramiento de la educación superior en el desarrollo local supone una fuerte articulación de la universidad con los restantes actores de los territorios. Esa es una buena recomendación para las políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación. La educación superior es un actor que puede ayudar a promover tales sistemas locales de innovación fomentando articulaciones entre actores, capacitándolos, contribuyendo al diseño de estrategias territoriales e identificando las necesidades tecnológicas que ellas demanden y apoyando la creación de redes que permitan transferir conocimientos y tecnologías, creando indicadores que permitan estimar los avances, entre otras acciones. Los CUM trabajan fuertemente en esa dirección.

Como se ha precisado (Lundvall *et al.*, 2009), existen dos concepciones sobre sistemas de innovación: uno “estrecho” o “modo de innovación STI” (ciencia, tecnología e innovación) y otro “ancho”, que aprovecha la CTI pero insiste en la creación de capacidades a través del aprendizaje. Este es el llamado “modo de innovación DUI” (haciendo, usando, interactuando). Los SIAL que PIAL está proponiendo y en general el concepto de sistemas locales de innovación se refieren a esa concepción amplia. El aprendizaje que ellos facilitan está orientado a generar avances en educación, salud, empleo, alimentación y cuidado del medio ambiente mediante la acumulación de sinergias entre los actores. PIAL se propone

confrontar lo que en la literatura tantas veces se ha criticado: la disociación entre conocimiento, ciencia, tecnología e innovación, por un lado, y la satisfacción de necesidades humanas, por el otro. El enfrentamiento a esa dificultad ha llevado a conceptualizaciones como sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo (Dutrénit y Sutz, 2013); sistemas de innovación socialmente incluyentes (Sutz, 2010); innovación social (Bortagaray y Ordóñez-Matamoros, 2012; Arocena y Sutz, 2009 y 2012), entre otras. Esos conceptos comparten el objetivo de criticar la dinámica tecnológica y de conocimientos dominantes que no permiten atender adecuadamente necesidades sociales y desarrollo sostenible.

De manera general, los enfoques sistémicos que mencionamos insisten en que los esquemas de gobernanza para la inclusión social requieren de una mayor participación, en la que los usuarios del conocimiento no se comporten meramente como agentes pasivos o receptores de una información inalterable, sino que se involucren en los procesos de generación de soluciones a problemas de salud, vivienda, y participen activamente en la creación de oportunidades y en la toma de decisiones (IDRC, 2011). De ahí que se hable de innovación inclusiva o democrática (Johnson y Andersen, 2012). Ese carácter incluyente se refiere, por un lado, a que se orienta a satisfacer las necesidades de los excluidos y, por otro, a que ella no involucra sólo a científicos, ingenieros y administradores, sino también a los ciudadanos y a los trabajadores en los procesos de innovación. Todo ello se corresponde con los propósitos de GUCID, así como de PIAL y su proyecto de SIAL.

3. La experiencia de GUCID y PIAL confirma que la educación superior puede ser un actor muy importante de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación orientados al desarrollo sostenible e inclusivo. En los imaginarios de PCTI en Cuba no siempre se ha percibido esto adecuadamente. Menos aún se ha entendido su rol como agente del conocimiento y la innovación para el desarrollo local. En esos imaginarios la universidad se aprecia como productora de ciencia y formación de potencial humano relevante para el desarrollo. Pero la mirada se concentra más bien en campos como la biotecnología u otros fuertemente demandantes de conocimientos avanzados. Los enfoques nacionales y sectoriales, más que territoriales o locales, han concitado la mayor atención. Pero como vimos, las funciones de los CUM permiten recorrer un camino diferente. La actividad de PIAL también ofrece alternativas diferentes. Por supuesto que detrás de PIAL está la larga tradición científica del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y las decenas de centros de investigación que se han creado durante décadas en Cuba. No basta con hacer buena ciencia, pero ella es muy importante.

201

Nuevas conceptualizaciones para nuevas prácticas

Los científicos, profesores, estudiantes, involucrados en las experiencias comentadas a lo largo de este documento tomaron el camino de prácticas científicas del tipo “ciencia integrada” (Vessuri, 2014) y “ciencia de la sostenibilidad” (González y Núñez, 2014) que se orientan a superar las prácticas académicas tradicionales y asumen problemas del mundo real para colaborar en su transformación. La renovación de esas prácticas descansa, por supuesto, en valores humanistas que van más allá de la objetividad,

la eficacia y la eficiencia. Reclaman también el trabajo inter y transdisciplinario y la superación de barreras entre ciencias naturales, sociales, humanidades, ingenierías, y la incorporación de otros actores mediante el trabajo en redes.

Probablemente “ciencia integrada”, “ciencia de la sostenibilidad”, “tecnologías sociales” demandan renovados procesos de formación de los profesionales a través de nuevos currículos, proyectos, entre otros. Por ello las exigencias del desarrollo sostenible e incluyente interpelan directamente a las universidades como instituciones de conocimiento y el papel que cumplen dentro de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación: ¿pueden las universidades ayudar con sus capacidades cognitivas a luchar contra la pobreza, la exclusión, el cuidado del medio ambiente, entre otros problemas? Sin duda, pueden y deben hacerlo, aunque el camino presenta obstáculos conceptuales y prácticos. En una conocida periodización, Etzkowitz (2004) habla de una primera revolución académica para referirse a la incorporación de la investigación a las universidades y una segunda revolución académica al momento que las universidades cierran filas con el sector empresarial de lo que se deriva la capitalización del conocimiento, la figura del científico empresario. Quizás sea el momento de proponernos una tercera revolución, en la cual el compromiso con el desarrollo sea la meta principal. Esa es la propuesta de las “universidades para el desarrollo” (Arocena, Goransson y Sutz, 2015; Arocena y Sutz, 2016; y Alzugaray *et al.*, 2013). El concepto de universidades para el desarrollo propone que las actividades de CTI de las universidades se orienten a potenciar el desarrollo social, sostenible e incluyente.³

202

“La universidad para el desarrollo se caracteriza por su compromiso con el desarrollo inclusivo mediante la práctica integrada de tres misiones: (i) enseñanza, (ii) investigación y (iii) impulso al uso socialmente valioso del conocimiento. Semejante compromiso implica que tales universidades deben contribuir a la construcción de Sistemas de Aprendizaje e Innovación a través de la cooperación con otras instituciones y actores colectivos” (Arocena y Sutz, 2015: 12).

Esa propuesta es coherente con el tipo de enfoques de sistemas de innovación que hemos expuesto antes y en las prácticas e ideales recogidos en las propuestas de las tecnologías sociales, así como los modelos de ciencia integrada y de la sostenibilidad. En Cuba, como en todas partes, se debate sobre el tipo de universidad que debemos promover, los fines de la investigación y sus indicadores; los criterios para evaluar el

3. Según Brundenius *et al.* (2009), este concepto no puede ser confundido con el de “Tercera Misión” o el de “universidades emprendedoras” (*entrepreneurial universities*). Sus argumentos se resumen así: la tercera misión de las universidades adiciona a las dos consideradas como clásicas (la enseñanza y la investigación científica), las diferentes vías mediante las cuales se conciben las relaciones de las universidades y la sociedad a las cuales aquellas pertenecen. La noción de “Tercera Misión” encierra, en sí misma, una fuerte inclinación normativa: aún no está legitimada como las otras dos misiones universitarias. Por otra parte, la definición de “universidades emprendedoras”, aunque tiene diferentes significados, suele estar relacionado con la idea de capitalización del conocimiento (*capitalization of knowledge*) propio del modelo de Triple Hélice (Etzkowitz, 2004). Un argumento semejante puede ser hallado en Alzugaray *et al.* (2013).

desempeño de los profesores; la aceptación o rechazo a los rankings internacionales; y otros muchos temas. En ese sentido, el concepto de universidades para el desarrollo estaría confirmando la principal vocación y virtud del sistema universitario cubano y es muy coherente con lo que GUCID y PIAL vienen haciendo.

Conclusiones

La reformulación de la PCTI de Cuba, proceso en marcha, se beneficia de las experiencias que viene desarrollando la educación superior en los territorios, las que generan nuevos tipos de conexiones entre conocimiento, innovación y desarrollo local. Esas prácticas renovadas pueden ser leídas a partir de formulaciones conceptuales, entre ellas las de tecnologías sociales, universidades para el desarrollo, sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo, por mencionar algunas. Ellas fortalecen las mejores vocaciones de la PCTI cubana y presentan alternativas a enfoques enraizados como el modelo lineal de innovación, la incompreensión de la naturaleza social de la tecnología y la innovación, la visión tradicionalista de la función social de la universidad y los esquemas centralizadores, sectoriales y verticalistas de la PCTI. Esa PCTI transformada es la que puede dar cuenta del desarrollo sostenible e inclusivo.

203

Bibliografía

ALZUGARAY, S., MEDEROS, L. y SUTZ, J. (2013): "Investigación e innovación para la inclusión social: la trama de la teoría y de la política", *Isegoría. Revista de Filosofía Moral y Política*, enero-junio, n° 48, pp. 25-50.

AROCENA, R., GORANSSON, B. y SUTZ, J. (2015): "Knowledge Policies in Developing Countries: Inclusive Development and the 'Developmental University'", *Technology in Society*, vol. 41, mayo, pp. 10-20.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2015): *La Universidad en las políticas de conocimiento para el desarrollo inclusivo*. Disponible en: <http://www.cuestionessociologia.fahce.unlp.edu.ar/article/view/CSn12a02/6702>. Consultado el 7/6/2017.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2009): "Sistemas de innovación e inclusión social", *Pensamiento Iberoamericano*, 2009, n° 5, pp. 99-120.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2012): "Research and innovation policies for social inclusion: is there an emerging pattern?" en H. M. M. Lastres, C. Pietrobelli, R. Caporali, M. C. Couto y M. G. Pessoa de Matos (eds.): *A nova geração de políticas de desenvolvimento produtivo, sustentabilidade social e ambiental*, Brasília, CNI, pp. 101-113.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2016): *Universidades para el desarrollo*, Disponible en: www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp. Consultado el 20/6/2017.

BORTAGARAY, I. y ORDÓÑEZ–MATAMOROS, G. (2012): “Introduction to the Special Issue of the Review of Policy Research: Innovation, Innovation Policy, and Social Inclusion in Developing Countries”, *Review of Policy Research*, vol. 29, nº 6, pp. 669-671.

BRUNDENIUS, C., LUNDVALL, B-Å. y SUTZ, J. (2009): “The Role of Universities in Innovation Systems in Developing Countries: Developmental University Systems – Empirical, Analytical and Normative Perspectives”, en B-Å. Lundvall, K. J. Joseph, C. Chaminade and J. Vang (eds.): *Handbook of Innovation Systems and Developing countries. Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Cheltenham y Northampton, Edward Elgar Publishing, pp. 311-335.

DAGNINO, R. (2009): *Tecnologia social: ferramenta para construir outra Sociedade*, São Paulo, IG/UNICAMP.

DAGNINO, R. (2012): “Why science and technology capacity building for social development”, *Science and Public Policy*, vol. 39, nº 5, pp. 548-556.

DAGNINO, R., BRANDÃO, F. y NOVAES, H. (2004): “A Tecnologia Social e seus desafios”, en A. E. Lassance *et al.* (eds.): *Tecnologia social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil, pp.187-216.

DUTRÉNIT, G. y SUTZ, J. (2013): *Sistemas de Innovación para un desarrollo inclusivo: la experiencia latinoamericana*, México DF, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.

ETZKOWITZ, H. (2004): “The evolution of entrepreneurial university”, *International Journal of Technology and Globalization*, vol.1, nº 1, pp. 64-77.

FUNES, F. R. (2009): *Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba*, Matanzas, Indio Hatuey.

GONZÁLEZ, P. y NÚÑEZ, J. (2014): “Desafíos emergentes en los vínculos entre ciencia, naturaleza y sociedad: la Ciencia de la Sostenibilidad”, *Humanidades médicas*, vol. 14, nº 2, pp. 522-546.

HERRERA, A. (1973): “Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política Científica Explícita y Política Científica Implícita”, *Desarrollo Económico*, vol. 13, nº 49, pp. 113-134.

IDRC (2011): *Innovation for Inclusive Development. Program Prospectus for 2011-2016*. Disponible en: <https://es.slideshare.net/uniid-sea/october-2011-innovation-for-inclusive-development-program-prospectus-for-2011-2016>. Consultado el 7/6/2017.

JOHNSON, B. y ANDERSEN, A. D. (2012): *Learning, Innovation and Inclusive Development: New perspectives on economic development strategy and development aid*, Aalborg, Aalborg University Press.

LALICS (2017): *Declaración de Santo Domingo. Foro Regional Sobre la Innovación y los Desafíos del Desarrollo de América Latina y el Caribe: retos y oportunidades*. Disponible en: <https://www.lalics.org>. Consultado el 7/6/2017.

LASSANCE, A. et al. (2004): *Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil.

LASTRES, H. M. M., CASSIOLATO, J. E. y ARROIO, A. (2005): *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, UFRJ.

LUNDVALL, B.-Å. (1992): *National Systems of Innovation*, Londres, Printer.

LUNDVALL, B.-Å., VANG, J., JOSEPH, K. J. y CHAMINADE, C. (2009): "Innovation system research and developing countries", en B.-Å., Lundvall, K. J. Joseph, C. Chaminade, y J. Vang (eds.): *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries. Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, Cheltenham y Northampton, Edward Elgar Publishing, pp.1-32.

NELSON, R. R. (1993): *National innovation systems: a comparative analysis*, Nueva York y Londres, Oxford University Press, pp. 541.

NÚÑEZ, J. (2014): *Universidad, conocimiento, innovación y desarrollo local*, La Habana, Félix Varela.

NÚÑEZ, J., BENÍTEZ, F., HERNÁNDEZ, D. y FERNÁNDEZ, A. (2008): "Universal higher education and sustainable social development: the cuban model", *The International Journal of Cuban Studies*, vol. 1, nº 1.

NÚÑEZ, J. y ARMAS, I. (2009): "Educación superior, innovación, desarrollo en Cuba: explorando experiencias", en M. Zaldivar, M. González y J. Loring (eds.): *Cuba: Una mirada desde el 2008*. Tomo 1, Córdoba, Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación, pp. 177-194.

NUÑEZ, J., PEREZ, I. y MONTALVO, L. F. (2011): Biotechnology, university and scientific and technological policy in Cuba: A look at progress and challenges, en B. Göransson y C. M. Pålsson (eds.): *Biotechnology and innovation systems. The role of public policy*, Ottawa, International Development Research Centre, pp. 80–107.

NÚÑEZ, J. y FIGUEROA, G. (2014). "Biotecnología y sociedad en Cuba: el caso del Centro de Inmunología Molecular", *Trilogía. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, enero-junio, nº 10, pp.11-24.

NÚÑEZ, J. y MONTALVO, L. F. (2014): "Science, Technology, and Innovation Policies and the Innovation System in Cuba: Assessment and Prospects", en C. Brundenius y R. Torres (eds.): *No More Free Lunch. Reflections on the Cuban Economic Reform Process and Challenges for Transformation*, Switzerland, Springer, pp.153-172.

NÚÑEZ, J., ARMAS I., ALCÁZAR, A. y FIGUEROA, G. (2014): "Higher education, innovation and local development: experiences in Cuba", en G. Dutrénit y J. Sutz (eds.): *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development. The Latin American Experience*, Cheltenham y Northampton, Edward Elgar Publishing, pp. 250-275.

NÚÑEZ, J. y MONTALVO, L. F. (2015): "La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades", *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 34, n° 1, pp. 29-34.

NÚÑEZ, J. y ALCÁZAR, A. (2016): *Universidad y desarrollo local: contribuciones latinoamericanas*, La Habana, Félix Varela.

NÚÑEZ, J., FIGUEROA, G., ALCÁZAR, A. y PROENZA, T. (2017): "Universities, Inclusive Development, and Social Innovation: Does That Matter in Cuba?", en C. Brundenius, B. Göransson y J. M. Carvalho de Mello (eds.): *Universities, Inclusive Development and Social Innovation. An International Perspective*, Switzerland, Springer, pp. 125-146.

206 NÚÑEZ, J. y FIGUEROA, G. (2017): "University, Technology and Development: Reflections from the South". Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-71958-0_10. Consultado el 7/6/2017.

NÚÑEZ, J. y GARCÍA, R. (2017): "Universidad, ciencia, tecnología y desarrollo sostenible", *Revista Espacios*, vol. 38, n° 39, pp. 3-16.

NÚÑEZ, J. y ALCÁZAR, A. (coords.) (2018): *La educación superior como agente del desarrollo local: experiencias, avances, obstáculos*, La Habana, Félix Varela.

OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN (2015): "Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca", *Anuario estadístico de Cuba 2015*, La Habana, ONEI, pp. 221-247.

ORTIZ, R. (2013): *La biodiversidad agrícola en manos del campesinado cubano*, Mayabeque, INCA.

ORTIZ, R. *et al.* (2011): "Diseño y evaluación participativa de efectos directos (cambios de actitud) en Proyectos de Innovación Agropecuaria Local", *XII Encuentro Gestión del Conocimiento y empresas de Alto Desempeño TECNOGEST 2011*, 12-14 de octubre, La Habana.

PCC (2017): *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos*.

PIAL (2011a): *Informe de Taller 3era Fase, Ministerio de Comercio Exterior y COSUDE, Sancti Spíritus*, 19 de octubre.

PIAL (2011b): *Evaluación de Impacto del Programa de Innovación Agropecuaria Local de Cuba. Informe Final*, La Habana, Editorial INCA, COSUDE, AAA, UNACH.

PIAL (2012): *Boletín de Innovación Agropecuaria Local "El Frijol"*, septiembre y octubre, Mayabeque, INCA.

PÉREZ, I. y NÚÑEZ, J. (2009): "Higher education and socioeconomic development in Cuba: high rewards of a risky high-tech strategy", *Science and Public Policy*, vol. 36, n° 2, pp. 97-101.

SÁBATO, J. A. y BOTANA, N. (2011): "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", en J. A. Sábato (comp.): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires, Ediciones Biblioteca Nacional. pp. 215-231.

SUTZ, J. (2010): "Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una agenda urgente para universidades y políticas", *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, vol.1, n° 1, pp. 3-49.

THOMAS, H. (2008a): *En búsqueda de una metodología para investigar Tecnologías Sociales*, Workshop Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, Rio de Janeiro, 24 a 25 de noviembre.

207

THOMAS, H. (2008b): "Estructuras cerradas vs procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico", en H. Thomas y A. Buch (coords.): *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Quilmes, UNQ, pp. 217-262.

THOMAS, H. (2011): "Tecnologías sociales y ciudadanía socio-técnica. Notas para la construcción de la matriz material de un futuro viable", *Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina Ciência & Tecnologia Social. A construção crítica da tecnologia pelos atores sociais*, vol. 1, n° 1, pp. 1-22.

THOMAS, H., FRESSOLI, M. y BECERRA, L. (2012): "Science and Technology Policy ex/inclusion: Analyzing opportunities and constraints in Brazil and Argentina", *Science and Public Policy*, vol. 39, n° 5, pp. 579-591.

THOMAS, H., BECERRA, L. y DAVYT, A. (2013): "Repensar el desarrollo y el cambio tecnológico. De la crítica conceptual a las propuestas normativas", Conferencia internacional LALICS 2013, Río de Janeiro.

THOMAS, H., JUÁREZ, P. y PICABEA, F. (2015): *Tecnología y desarrollo. ¿Qué son las tecnologías para la inclusión social?*, cuadernillo n° 1, Bernal, Red de Tecnologías para la Inclusión Social Argentina (REDTISA) e Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (IESCT) de la Universidad Nacional de Quilmes.

TRACE, S. (2016): “Reiniciando nuestra relación con la tecnología”, en Ch. Denzin, y C. Cabrera (eds): *Nuevos enfoques para desarrollo productivo: Estado, sustentabilidad y política industrial*, México DF, Fundación Friedrich-Ebert-Stiftung (FES), pp. 260-293.

VARSAVSKY, O. (1972): *Hacia una política científica nacional*, Buenos Aires, Ediciones Periferia S.R.L.

VESSURI, H. (2014): “Los límites del conocimiento disciplinario. Nuevas formas de producción del conocimiento científico”, en P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho y A. Arellano (coords.): *Perspectivas latinoamericanas en el estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la sociedad*, México DF, Siglo XXI Editores - Foro consultivo Científico y Tecnológico, pp. 31-43.

VÉREZ-BENCOMO, V. *et al.* (2004). “A Synthetic Conjugate Polysaccharide Vaccine against Haemophilus influenzae Type b”, *Science*, vol. 305. n° 5683, pp. 522-525.

Cómo citar este artículo

NÚÑEZ JOVER, J., ORTIZ PÉREZ, H. R., PROENZA DÍAZ, T. y RIVAS DIÉGUEZ, A. (2020): “Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 187-208.

**Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil:
da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular ***

**En el camino de la contrahegemonía de la ingeniería en Brasil:
de la ingeniería y el desarrollo social a la ingeniería popular**

***On the Track of Brazilian Engineering's Counter-Hegemony:
From Engineering and Social Development
to an Engineering of the People***

Lais Silveira Fraga, Celso Alexandre Alvear e Cristiano Cordeiro Cruz **

Este trabalho se insere na perspectiva da engenharia que busca colocar o desenvolvimento científico e tecnológico a serviço dos mais pobres. Trata-se aqui, então, de um dos distintos ramos da engenharia engajada de John Bernhard Kleba. No artigo, analisa-se a conformação do campo da engenharia e desenvolvimento social (EDS), a partir de 2003, no contexto de uma administração progressista no Executivo Federal brasileiro. Em um claro projeto de expansão universitária, esse governo criou políticas públicas de incentivo à extensão, à economia solidária e à tecnologia social, que potencializaram o surgimento e o fortalecimento do campo. Metodologicamente, o artigo combina análise de documentos com observação participante dos Encontros Nacionais e Regionais de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS e EREDS). Como principais conclusões, destaca-se a consolidação do campo EDS na engenharia e a sua progressiva transformação ao longo do tempo, que culminará com a criação da Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá. Essa transformação é evidenciada pela aproximação com movimentos sociais, que passam a estar presentes nos ENEDS e EREDS, e evidencia um novo horizonte para o campo, que se distancia de uma ideia de desenvolvimento sem sujeitos concretos, aproximando-se do ideal de construção de alternativas sociotécnicas com as classes populares.

209

Palavras-chave: engenharia; desenvolvimento social; engenharia popular; extensão universitária

* Recebimento do artigo: 01/10/2018. Entrega da avaliação final: 16/12/2018.

** *Lais Silveira Fraga*: professora da Faculdade Ciências Aplicadas (FCA) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil. Correio eletrônico: lais.fraga@fca.unicamp.br. *Celso Alexandre Souza de Alvear*: Programa de Pós-Graduação em Tecnologia para o Desenvolvimento Social (PPGTDS/NIDES) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Correio eletrônico: celsoale@gmail.com. *Cristiano Cordeiro Cruz*: pós-doutorando no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brasil. Correio eletrônico: cristianocruz@yahoo.com.br.

Este trabajo se inserta en la perspectiva de la ingeniería que busca colocar el desarrollo científico y tecnológico al servicio de los más pobres. Hablamos de la “ingeniería comprometida” que ideó John Bernhard Kleba. A lo largo del artículo se analiza la conformación del campo de la ingeniería y el desarrollo social (EDS) a partir de 2003, en el contexto de una administración progresista en el Ejecutivo Federal brasileiro. En el marco de un claro proyecto de expansión universitaria, se llevaron a cabo políticas públicas de incentivo a la extensión, la economía solidaria y la tecnología social que potenciaron el surgimiento y el fortalecimiento del campo. Metodológicamente, este artículo combina análisis de documentos con observación participante de los Encuentros Nacionales y Regionales de Ingeniería y Desarrollo Social (ENEDS y EREDS). Como principales conclusiones, se destacan la consolidación del campo EDS en la ingeniería y su progresiva transformación, que culmina con la creación de la Red de Ingeniería Popular Oswaldo Sevá. Esta transformación se evidencia en el acercamiento a los movimientos sociales que ahora están presentes en los ENEDS y EREDS, y muestra un horizonte que se aleja de una idea de desarrollo sin sujetos concretos y se acerca al ideal de construcción de alternativas sociotécnicas con las clases populares.

Palabras clave: ingeniería; desarrollo social; ingeniería popular; extensión universitaria

This paper aims at considering the benefits of putting scientific and technological development at the service of those who are most in need. We are dealing here, therefore, with John Bernhard Kleba's ideas related to the creation of an “engaging” engineering. The makeup of the Engineering and Social Development (ESD) field —from 2003 onwards— is analyzed within the context of a progressive administration in the Brazilian government. In a project clearly designed for the expansion of universities, this administration created public policies that encouraged university extension, solidarity-based economy and social technology, which both made the field possible and strengthened it. Methodologically, this paper combines the analysis of documents with participant observation of the National and Regional Meetings of Engineering and Social Development (ENEDS and EREDS, due to their initials in Portuguese). Among our main conclusions, we highlight the consolidation of the ESD field in engineering, as well as its progressive transformation through time, which resulted in the creation of the People's Engineering Network Oswaldo Sevá. Said transformation is made explicit by the progressive participation of social movements, which started to take part of the ENEDS and EREDS, showing a horizon in the field that abandons the idea of development without the participation of concrete subjects and assumes the ideal of constructing sociotechnical alternatives together with the popular classes.

Keywords: engineering; social development; engineering of the people; university extension

Introdução

Este artigo parte da análise do Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS), com o intuito de compreender alguns dos caminhos contra-hegemônicos da engenharia brasileira nos últimos quinze anos. O evento, que acontece anualmente desde 2004, pode ser compreendido como um espaço de encontro de estudantes e profissionais da engenharia que almejam atuar em consonância com questões sociais, políticas, ambientais, etc.

A hipótese que desenvolvemos neste trabalho é a de que o evento contribuiu para a construção de um campo de teoria e prática que surge no contexto da administração federal ocupada pelo Partido dos Trabalhadores (PT) (2003-2016). Esse campo, inicialmente chamado de engenharia e desenvolvimento social, encontra seu espaço de construção no ENEDS e, com o passar dos anos, se modifica e possibilita, em 2014, a criação da Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (REPOS).

Para realizar a análise proposta, seguimos algumas pistas de trabalhos recentes, como Kleba (2017), que caracteriza a engenharia engajada, assim como trabalhos já clássicos sobre o tema, como Kawamura (1986), que aponta o papel da engenharia no capitalismo. Conforme esta última, existiam, nos anos 1970-80, três vertentes principais da compreensão do trabalho da engenharia no país. A primeira delas tinha como horizonte a necessidade de modernização das grandes empresas privadas, de modo que elas pudessem se tornar mais eficientes e competitivas. A segunda tinha como perspectiva o desenvolvimento de tecnologia nacional. A terceira linha, minoritária, tinha como ideal colocar o desenvolvimento técnico a serviço dos mais pobres. A preponderância, a partir dos anos 1980, da visão econômica neoliberal fez com que a segunda vertente, nacional-desenvolvimentista, fosse sendo progressivamente suprimida, em prol da primeira.

A terceira vertente seguiu periférica. Contudo, a partir da metade da década de 1990, e em resposta às crises agravadas pelo neoliberalismo, ela experimenta um florescimento, manifestado no (re)surgimento de uma pluralidade de iniciativas, no Brasil e fora dele, de um horizonte socialmente comprometido da atuação em engenharia. Elas, em conjunto, constituirão aquilo que Kleba (2017) chama de engenharia engajada. Seriam exemplos disso movimentos como *humanitarian engineering* (Nieusma e Riley, 2010); *engineering for social justice* (Riley, 2008); e o objeto de análise deste artigo, o campo da engenharia e desenvolvimento social (Alvear *et al.*, 2017).

Em comum, essas práticas traduzem novas diretrizes profissionais, éticas e educacionais voltadas para a profissão da engenharia em sua relação com o Estado, o setor privado e a sociedade civil (Kleba, 2017). Elas, entretanto, são bastante diversas quanto aos objetivos intencionados, que podem ser a:

“(…) disseminação, ou seja, a inclusão social com acesso a tecnologias já disponíveis; a otimização tecnológica; e a revolução tecnológica. Tome-se como exemplo os automóveis. Pode-se

permitir aos excluídos adquirir carros (inclusão), pode-se projetar carros menos poluentes e que evitem acidentes (otimização), ou pode-se buscar reinventar o conceito de mobilidade para além do automóvel na forma como ele é concebido hoje, provendo soluções que apresentem vantagens tecnossociais, econômicas e ambientais (revolução)” (Kleba, 2017: 175).

A terceira possibilidade, chamada de revolução tecnológica, é especialmente importante para o ENEDS e está em consonância com outras perspectivas, como tecnologia social (Dagnino, 2009), adequação sociotécnica (Dagnino *et al.*, 2004) e democratização da tecnologia (Feenberg, 2019).

Para a realização da análise aqui proposta, o artigo está dividido em duas partes, além desta introdução e das considerações finais. Na primeira, busca-se compreender as condições que possibilitaram o desabrochar de tais formas alternativas de atuação da engenharia no Brasil a partir de três movimentos que contribuíram para a construção e expansão do campo EDS: a extensão universitária, a tecnologia social e a economia solidária. Na sequência, e de modo a caracterizar o campo ao longo do tempo, apresentaremos os ENEDS e os EREDS a partir da sua história e da análise de dados (anais, programação, etc.) de todas as suas edições. Apresenta-se também a Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (REPOS), o último fruto do amadurecimento desse campo.

212 O caminho metodológico do artigo combina análise de documentos e revisão bibliográfica com pesquisa participante. Isso porque, além de os autores serem engenheiros, dois deles são também organizadores dos ENEDS e fundadores da Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (REPOS).

1. O contexto de surgimento do ENEDS

Para compreender o ENEDS, é preciso retomar alguns eventos do passado recente do Brasil. Em 2003, é inaugurada uma sequência de governos do PT, com um claro projeto de ampliação do sistema universitário no país. Essa expansão foi acompanhada pelo crescimento e fortalecimento das atividades de extensão nas instituições de ensino superior (IES) (Fraga, 2012). Parcela significativa dessas atividades se conectou com dois movimentos também potencializados por políticas públicas do governo federal: a tecnologia social e a economia solidária. A seguir, abordaremos brevemente cada um desses movimentos, com intuito de buscar elementos para a compreensão do ENEDS.

1.1. Extensão universitária

Em um cenário de redemocratização do país que se seguiu ao fim da ditadura militar (1964-1985), as universidades brasileiras também reagiram à nova conjuntura. É nesse período que surgem o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições

Públicas de Educação Superior Brasileiras (Forproex), o Programa de Extensão Universitária (PROEXT) e é aprovado o Plano Nacional de Extensão.¹

É com o Proext que a extensão ganha dimensão de política pública em âmbito nacional. Diferentemente da prática durante o governo militar, nesse período, o financiamento para a extensão parte do enraizamento das atividades no entorno das IES e da descentralização das escolhas que envolvem a concepção e execução das atividades extensionistas. Como resultado dessas características, por um lado, há uma diversificação dos temas dos projetos. Por outro, o financiamento das atividades de extensão passa a estar diretamente conectado com a execução de políticas públicas do governo federal, como, por exemplo, a priorização do trabalho extensionista com beneficiários do Programa Bolsa Família (Fraga, 2012).

A partir de 2007, o governo federal lança o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), que inclui o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). Desse momento em diante, há um significativo aumento do volume de recursos para o Proext. Outra importante mudança na evolução do programa é a articulação com políticas públicas específicas de diversos ministérios. Segundo Lucas Maciel, o então coordenador da Coordenação Geral de Relações Estudantis (CGRE/MEC), houve uma relação entre a ampliação de parcerias no PROEXT:

“(…) os avanços que estão em curso na proposta do governo para a extensão, sobretudo o Programa de Extensão Universitária — PROEXT, podem ser divididos em dois grandes grupos: os de caráter econômico e os de ordem política. Enquanto o primeiro pode ser resumido como a ampliação exponencial dos recursos investidos na área, o segundo fica explicitado com a maior articulação de órgãos governamentais com a extensão” (Maciel, 2010: 18).

213

A **Tabela 1** a seguir mostra a evolução dos recursos do Proext.

1. O Proext é criado em 1995, extinto em 1996, no governo Fernando Henrique Cardoso, e reativado somente em 2003, no primeiro governo Lula (Fraga, 2012).

Tabela 1. Evolução dos recursos do Proext

Ano	Propostas aprovadas	Recursos totais (milhões de R\$)	Média de recursos por proposta (mil R\$)
2003	89	4,5	50,6
2004	156	6,0	38,5
2005	178	6,0	33,7
2006	132	4,5	34,1
2007	179	6,0	33,5
2008	122	6,0	49,2
2009	414	19,2	46,4
2010	550	35,0	63,6
2011	709	70,0	98,7
2012 ²	-	-	-
2013	781	80,3	102,8
2014	826	84,3	102,1
2015	657	85,4	130,0
Total	4.793	407,2	85,0

Fonte: elaboração própria a partir de MEC (2015a: 85-86) e MEC (2015b: 6)

214

Observa-se um significativo aumento de recursos para o programa a partir de 2009. Trata-se, como salienta Maciel (2010), do resultado da articulação política, uma vez que, nesse ano, começam a ser lançados os editais em conjunto com outros ministérios. Além disso, destaca-se a evolução da média de recursos por proposta aceita, o que indica que houve aumento tanto do número de propostas quanto dos recursos disponibilizados para cada uma delas.

Pode-se afirmar que a extensão, nesse período, torna-se uma via para articular Estado e sociedade, através da mediação das IES (Fraga, 2012). É nesse contexto que o ENEDS surge, com a forte participação de estudantes universitários envolvidos em projetos de extensão em suas IES. Como veremos no decorrer do artigo, especialmente as entidades que organizam ou organizaram o ENEDS, como o Núcleo de Solidariedade Técnica (SOLTEC) da UFRJ, o Núcleo de Apoio às Atividades de Cultura e Extensão em Economia Solidária (NESOL) da USP e a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da Unicamp, entre outras, são grupos extensionistas que se formaram no início dos anos 2000.³

2. Nas fontes originais não havia os dados de 2012.

3. Posteriormente, diversos grupos extensionistas se envolverão na organização do ENEDS. É o caso do Projeto de Engenharia e Gestão Aplicados ao Desenvolvimento Ambiental e Social (PEGADAS) da UFRN, o Núcleo de Estudos em Tecnologia Social (NETS) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, a Incubadora de Empreendimentos Sociais e Solidários (INCOP) da UFOP, o Núcleo Alternativas de Produção da UFMG, entre outros.

1.2. Economia solidária

Outro movimento que marcou o país nas últimas duas décadas, tanto teoricamente quanto na busca por alternativas societárias, foi o da economia solidária. Ele surgiu no Brasil no início dos anos 1990, em um contexto de reestruturação do capitalismo nacional e seu consequente aumento nas taxas de desemprego.

O desemprego, no entanto, não era a única preocupação. A inflação exorbitante e a perplexidade diante da crise política instaurada pelos escândalos de corrupção pelos quais passava o país geraram uma onda nacional de mobilização. O Movimento pela Ética na Política, fruto dessa mobilização, deu origem à Ação da Cidadania Contra a Fome, a Miséria e pela Vida, lançado em março de 1993 e liderado pelo sociólogo Hebert de Souza, o Betinho. Em 1994, a Ação lança a campanha Natal Sem Fome, que arrecadou cerca de 600 toneladas de alimentos. No ano seguinte, diante da inexorável constatação de que apenas a doação de alimento não era suficiente, é iniciada outra campanha, a Ação pelo Emprego e o Desenvolvimento, com foco na geração de trabalho e renda (Vasconcelos, 2004). A articulação de diferentes atores no Fórum Social Mundial (FSM), a partir de 2001, dá corpo e unidade à economia solidária.

A economia solidária é formada por iniciativas econômicas coletivas (cooperativas, associações e grupos informais) que funcionam segundo os princípios da autogestão, cooperação e solidariedade. Sua origem, características e potencialidades são controversas. Por um lado, alguns atribuem seu surgimento a experiências ocorridas na Inglaterra, pouco depois da Revolução Industrial, a partir da atuação de Robert Owen, que propôs a criação de aldeias cooperativas, que seriam a primeira experiência de autogestão (Arroyo e Schuch, 2006). Por outro lado, autores como Nascimento (2004) afirmam que “a reinvenção da economia solidária porta em si uma espécie de ressurreição de valores que fazem parte da cultura do movimento operário: solidariedade, autogestão, autonomia, mutualismo, economia moral e outros” (Nascimento, 2004: 2). Esse autor afirma que a economia solidária seria uma onda de longa duração na longa história da classe operária, iniciando-se anteriormente à experiência inglesa.

No contexto de mobilização de diversos setores da sociedade diante das então recentes mudanças no mundo do trabalho e do ressurgimento da alternativa do trabalho coletivo e autogerido, é criada, em 2003, a Secretaria Nacional de Economia Solidária, no âmbito do Ministério do Trabalho e Emprego. Nesse mesmo ano, é retomado o Programa Nacional de Incubadoras (Proninc), que tinha como um dos seus principais objetivos precisamente fomentar as ações de apoio às iniciativas de economia solidária a partir das instituições de ensino superior. Atrelado ao crescimento da extensão universitária, o programa também serviu como incentivo para a atuação de estudantes em grupos populares, como cooperativas de catadores, fábricas recuperadas pelos trabalhadores, assentamentos da reforma agrária etc.

No âmbito da engenharia, a junção da economia solidária com a extensão universitária trouxe à tona a questão da assessoria técnica aos grupos populares.

Com isso, a atuação das áreas técnicas na extensão passa a ser incentivada. Dessa junção, emerge a tecnologia social, a que nos voltamos agora.

1.3. Tecnologia social

A ideia de construção de alternativas tecnológicas não é uma novidade na história. Sobretudo a partir da Segunda Guerra Mundial, o tema emerge como questionamento da visão então dominante, e essencialmente positiva, do desenvolvimento científico e tecnológico (Sarewitz, 1996). Antes disso, um exemplo inspirador é a atuação de Mahatma Gandhi que, na década de 1920, encabeçou uma mobilização na Índia que visava à popularização da fição manual e da roca tradicional, chamada Charkha (Dagnino *et al.*, 2004: 5). Gandhi buscava, com isso, não apenas fazer frente ao controle britânico, como conscientizar política e socialmente seus concidadãos contra o domínio inglês e contra o sistema de castas, congregando-os na luta por uma vida melhor e mais justa para todos.

Estariam nessa atuação de Gandhi comprometida com a sorte dos mais pobres as raízes do movimento de tecnologia apropriada, que se desenvolve entre as décadas de 1940-1980 (Schumacher, 1983; Brandão, 2001; Dagnino *et al.*, 2004; Thomas, 2009). O movimento quase que desaparece do mundo com a virada neoliberal dos anos 1980. Na esteira do seu ressurgimento, na segunda metade da década seguinte, a América Latina testemunhará, a partir dos anos 2000, a constituição da tecnologia social (Thomas, 2009), cujas causas imediatas locais variarão de país para país.

216

No caso do Brasil, no âmbito do governo federal, as gestões PT vão potencializar, mesmo que de maneira periférica dentro da estratégia de ciência e tecnologia para o país, a ideia de tecnologia para a inclusão social. Esta, com a criação da Secretaria Nacional de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social (SECIS), passará a ser chamada apenas de tecnologia social (TS). A TS, além disso, será tida como uma das quatro prioridades da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica, no eixo de ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social.

Ainda que, do ponto de vista da política pública, essa ação fosse marginal, ela se somou a iniciativas preexistentes, como a da Rede de Tecnologia Social (RTS), do Instituto de Tecnologia Social (ITS), das ações da Fundação Banco do Brasil, com destaque para a criação do Prêmio e do Banco de Tecnologias Sociais. Ocorreu, em paralelo, uma crescente produção acadêmica sobre o tema.

No âmbito das políticas públicas, o principal conceito utilizado será aquele construído em negociação entre as diferentes entidades que compunham a RTS. Segundo esse entendimento, tecnologia social é o “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS, 2004: 26).

Em relação à TS como campo teórico, Renato Dagnino é uma das principais referências no país. O autor, preocupado com a fragilidade analítico-conceitual com

que se tem abordado a questão do desenvolvimento de tecnologias alternativas à tecnologia convencional, define a tecnologia social como o:

“(...) resultado da ação de um coletivo de produtores sobre um processo de trabalho que, em função de um contexto socioeconômico (que engendra a propriedade coletiva dos meios de produção) e de um acordo social (que legitima o associativismo), os quais ensejam, no ambiente produtivo, um controle (autogestionário) e uma cooperação (de tipo voluntário e participativo), permite uma modificação no produto gerado passível de ser apropriada segundo a decisão do coletivo” (Dagnino, 2009: 97).

Esse conceito, de difícil compreensão quando isolado do texto no qual é elaborado, deixa transparecer uma preocupação do autor com os limites de se pensar a tecnologia social como experiências isoladas. O autor pressupõe a construção de alternativas tecnológicas necessariamente conectadas com alternativas societárias. Com isso, ele explicita as condições ideais para a existência da TS (ainda que, na prática, elas apenas muito raramente sejam verificadas), como a propriedade coletiva dos meios de produção e a autogestão. Além disso, estabelece a conexão entre TS e economia solidária, e corrobora a conexão que buscamos fazer entre extensão, economia solidária e tecnologia social.

1.4. Sintetizando

Buscou-se, nesta primeira parte do artigo, apresentar os três elementos centrais do campo de engenharia e desenvolvimento social, conforme ele será conformado nos ENEDS e EREDS: a extensão universitária, a economia solidária e a tecnologia social. Esses movimentos contaram com o envolvimento popular, mas também tiveram forte ação do governo federal. Nos três casos, a participação de integrantes das instituições de ensino superior do país foi significativa. Com efeito, tendo como horizonte a construção de uma sociedade mais justa, pode-se afirmar que houve um duplo esforço de parcelas das IES brasileiras. Por um lado, o esforço teórico de analisar e aprofundar a compreensão sobre esses fenômenos. Por outro, o engajamento das IES na construção de alternativas para o país, seja por meio de política pública, seja por trabalho (extensionista) direto com grupos populares.

É nesse contexto que surgirão os grupos estudantis que organizarão os ENEDS/ EREDS e que, por tais influências, conformarão o campo EDS. Na próxima parte, e de modo a sustentar tanto a existência do campo e sua conformação, quanto a sua transformação ou amadurecimento ao longo dos anos, apresentaremos uma análise sobre a origem e a organização dos ENEDS/EREDS, bem como sobre suas programações, estruturas e os artigos neles apresentados.

2. O Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social

No início de 2003, e a partir da mobilização de estudantes de engenharia da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), forma-se o Núcleo de Solidariedade Técnica (Soltec), voltado inicialmente para atuar “por meio de atitude solidária, desenvolvendo competências em políticas públicas para a geração de trabalho e renda e promoção de direitos humanos”.⁴

Em sua origem, o grupo tinha uma atuação próxima do campo de organizações não governamentais (ONG), da responsabilidade social e da inclusão social. De forma geral, o grupo era, então, um espaço no qual estudantes que tinham um incômodo com a vertente tecnocrática da engenharia podiam se juntar e experimentar uma atuação em contato direto com grupos marginalizados.

Como forma de ampliar esse debate sobre a possibilidade de a engenharia ter uma atuação comprometida com a inclusão social, o Soltec organizou, em 2004, o Encontro de Engenharia e Desenvolvimento Social (EEDS). Tratava-se ainda de um encontro voltado primordialmente para o público interno da UFRJ e no qual, como se verificará também nas edições seguintes do evento, os movimentos sociais estão ausentes. Não obstante, o evento contou pontualmente com a participação de pessoas de outras universidades do estado do Rio de Janeiro, além de IES de outros estados do país.

Refletindo essa visão inicial do SOLTEC, o EEDS — que veio posteriormente a ser chamado de primeiro ENEDS —, contava com uma programação diversa, envolvendo questões como desenvolvimento nacional, responsabilidade social, desenvolvimento local, economia solidária, participação e tecnologia social.⁵ O tema geral do encontro foi “Elaboração, monitoramento e avaliação de projetos solidários”, e um dos objetivos pretendidos com ele era “propiciar o intercâmbio entre as experiências de projetos de engenharia em programas de geração de emprego e renda e na promoção dos direitos humanos”.⁶

Do segundo ao quarto ENEDS (2005, 2006 e 2007), o evento continuou sendo organizado pelo Soltec na cidade do Rio de Janeiro. A cada nova edição, aumentava a participação de pessoas de outros estados, principalmente de São Paulo. Isso se deveu, sobretudo, ao estreitamento do diálogo do Soltec com outros dois núcleos de extensão tecnológica: a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e o Núcleo de Economia Solidária (NESOL) da Universidade de São Paulo (USP). Em função da progressiva participação de mais incubadoras e núcleos de extensão com atuação na economia solidária, houve um direcionamento, nos ENEDS, para discussões e trocas em torno a este tema, assim como ao de TS e ao da extensão, que eram particularmente caros para esses atores.

4. Antigo site do SOLTEC: <http://www.soltec.poli.ufrj.br/>.

5. Para mais informações sobre o primeiro ENEDS, quase todas as palestras foram transformadas em artigos, publicados no livro Lianza e Addor (2005).

6. Disponível em: http://www.soltec.poli.ufrj.br/eneds/edicoesanteriores_2004-objetivos.html.

Com isso, já nas primeiras edições do ENEDS, o espaço se articulou em torno a essas três perspectivas, o que fez com que outros núcleos de extensão do país passassem a enxergar no encontro um lugar privilegiado para o debate e a construção de sua própria atuação, constituindo-se, desse modo, um ciclo de realimentação positiva.

Como uma das consequências dessa conjunção, o número de inscritos nas edições anuais do evento saltou de 150, em 2004, para 300, apenas dois anos depois, chegando a mais de 1500, no ano de 2015. Ao longo das suas catorze primeiras edições (2004-2017), o encontro contou com a participação de mais de nove mil pessoas.

A estrutura do ENEDS, em todas as edições, incorporou múltiplos espaços de trocas e discussões — mesas redondas, palestras, oficinas e afins —, assim como sessões de apresentação de artigos acadêmicos. Isso, que em boa medida reflete o *modus operandi* próprio do meio acadêmico, ao qual a extensão universitária segue associada, teve papel fundamental para a constituição de um corpo de saber que possibilitasse a consolidação e atuação das iniciativas envolvidas. Para se ter uma ideia disso, entre 2004 e 2015, por exemplo, 392 artigos foram apresentados nos ENEDS (analisaremos essas produções mais à frente).

Ao mesmo tempo, porém, em que foi se configurando como espaço de produção de conhecimento e troca de experiência, o ENEDS, desde a sua primeira edição, teve um claro objetivo de formação e, principalmente, sensibilização de estudantes eventualmente interessados pelo tema, mas com pouca ou nenhuma formação ou vinculação afetiva e efetiva com ele. Nesse sentido, para muitos dos estudantes que dele participaram, o encontro, além de operar como porta de entrada e processo inicial de vinculação teórico-prática ao ideário EDS, funcionou como um espaço de acolhimento, de cuidado e de refúgio (em relação ao ambiente muitas vezes opressor dos cursos de engenharia).

219

Tais características são parcialmente explicadas pelo fato de a equipe de organização do encontro ser composta sempre por estudantes da instituição sede, muitas vezes sem a presença efetiva de um docente nessa comissão. Frequentemente, a equipe organizadora é constituída por pessoas que, além de já terem participado de ao menos um ENEDS (requisito obrigatório para ao menos parte desse grupo), são apenas interessadas nas temáticas relativas à engenharia e desenvolvimento social, não tendo atuação nela. Por isso, elas precisam encontrar meios de se formarem nessas temáticas, de modo a, dentre outras coisas, poderem definir o tema do encontro e a programação do mesmo. Tal coisa é conseguida por meio de grupos de estudo formados pelos próprios estudantes da equipe local, com o suporte, quando necessário, daquilo que veio a ser chamado de comissão nacional (sobre a qual se falará melhor mais à frente).

2.1. A itinerância do encontro e o surgimento dos encontros regionais

No ENEDS de 2007, decidiu-se que a edição seguinte do evento ocorreria em São Paulo, sendo organizada pela Poli Cidadã da USP, em parceria com outros grupos

que atuavam com extensão na engenharia (NESOL/USP e ITCP/Unicamp). Com isso, a partir de 2008, o ENEDS passou a ser itinerante e, durante a realização de cada edição, a equipe organizadora local (ou simplesmente comissão local) buscava dialogar com grupos de estudantes de outros estados, para ver quais desejariam e teriam capacidade de promover o encontro no ano seguinte. A ideia, com isso, era levar o evento — com suas bandeiras — para outras instituições e regiões do país, de modo a ampliar a difusão e a adesão às pautas EDS nele desenvolvidas. A partir do ENEDS de 2011, foi institucionalizada a realização de uma plenária final em cada encontro, que tinha como finalidade, dentre outras coisas, decidir o local da edição seguinte do evento.

Desse momento em diante, também porque o Soltec e sua equipe passaram a assumir um papel mais coadjuvante, sentiu-se a necessidade de se constituir um grupo de referência, formado principalmente por organizadores das edições anteriores do evento, e que foi chamado de comissão nacional (CN). Inicialmente, a principal atribuição desse grupo foi prover suporte às comissões locais, no processo de formação e de organização do evento. As comissões locais, contudo, seguiram soberanas em seu percurso, de modo que, via de regra, a CN operou como instância de apoio apenas quando isso foi solicitado. Tal opção buscava empoderar os grupos locais e instituir uma colegialidade voluntária entre os envolvidos, bandeiras que ganhavam força na própria prática extensionista e no ideal de mundo de vários dos participantes mais assíduos dos encontros e da CN.

220

Em 2011, surgiram as versões regionais do encontro, os EREDS (Encontro Regional de Engenharia e Desenvolvimento Social). Sua intenção era e é, por um lado, levar a sensibilização pelo tema da engenharia e desenvolvimento social a mais pessoas e a regiões geograficamente mais distantes do país, uma vez que os ENEDS sempre acontecerão em locais proibitivamente distantes (e de acesso, por isso, caro) para muitos, dadas as dimensões continentais do Brasil. Por outro lado, os encontros regionais operam tanto como sensibilização para participação da edição nacional, quanto como uma espécie de oficina para que os estudantes da instituição sede se encorajem a organizar o evento nacional no futuro.

Entre 2011 a 2018, ocorreram vinte e três EREDS, sendo sete na região Sudeste, seis na Nordeste, cinco na Sul, quatro na Norte e um no Centro-Oeste. O total de participantes em todas as edições foi de mais de 5000 pessoas. Os EREDS não costumam ter chamada de artigos, nem a produção de anais.

2.2. A organização do ENEDS e suas características

Na tabela a seguir, são compiladas as informações concernentes à cidade e à universidade sede, ao número de artigos aceitos para apresentação e ao tema geral escolhido, pela comissão local, para o encontro.

Tabela 2. Dados dos quinze ENEDS

Ano	Encontro	Cidade	Univers.	Artigos	Tema
2004	I ENEDS	Rio de Janeiro/RJ	UFRJ	23	Engenharia e desenvolvimento social: elaboração, monitoramento e avaliação de projetos solidários.
2005	II ENEDS	Rio de Janeiro/RJ	UFRJ	26	Tecnologia e desenvolvimento social e solidário.
2006	III ENEDS	Rio de Janeiro/RJ	UFRJ	15	A tecnologia na geração de trabalho e renda no Brasil.
2007	IV ENEDS	Rio de Janeiro/RJ	UFRJ	16	Outra universidade, outra economia.
2008	V ENEDS	São Paulo/SP	USP	23	Os impactos da engenharia e os limites da sustentabilidade.
2009	VI ENEDS	Campinas/SP	Unicamp	33	O que a engenharia tem a ver com desenvolvimento social.
2010	VII ENEDS	Teófilo Otoni/MG	UFVJM	26	Troca de saberes entre os Vales e o Brasil.
2011	VIII ENEDS	Ouro Preto/MG	UFOP	45	O desenvolvimento tecnológico e social do ponto de vista do trabalho.
2012	IX ENEDS	Natal/RN	UFRN	75	O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham.
2013	X ENEDS	Rio de Janeiro/RJ	UFRJ	29	Engenharia para ver com os olhos do outro.
2014	XI ENEDS	Castanhal/PA	IFPA	39	Repensando a tecnologia e a sustentabilidade da Amazônia.
2015	XII ENEDS	Salvador/BA	UFBA	42	Por trás de cada tecnologia, há sempre uma ideologia.
2016	XIII ENEDS	Florianópolis/SC	UFSC	42	Quem faz a tecnologia?
2017	XIV ENEDS	Itajubá/MG	UNIFEI	-	-

Fonte: Alvear *et al.* (2017)

Ao longo dos catorze primeiros anos de ENEDS (2004-2017), algumas questões relativas à organização do encontro foram sendo consolidadas e, no geral, observadas nas edições subsequentes, seja pela participação das comissões locais no(s) ENEDS anterior(es) àquele(s) que ela organizou, seja pelo suporte da comissão nacional. Uma delas foi relacionada à composição das mesas de debate, que deveriam ser constituídas por ao menos três pessoas: uma que proferiria o contexto geral do problema; outra que estaria mais preocupada com as questões concretas da engenharia; e uma terceira que fosse integrante de movimento social ou grupo popular vinculado à problemática

em discussão. Objetivava-se, com isso, assegurar ao menos o direito de fala a três dos principais atores de um desenvolvimento social popular ou emancipador, de modo que cada qual pudesse dizer do problema a partir do local que ocupa na relação com ele: o teórico e/ou o poder público; o técnico implementador; e o usuário ou operador popular.

Passa a existir um cuidado, assim, para que os grupos populares sejam sempre apresentados em primeira pessoa, conferindo, de forma explícita, protagonismo a eles não apenas na prática extensionista dos/as engenheiros/as identificados/as com o, ou pertencentes ao, campo EDS, mas também nas discussões e reflexões sobre essa prática e sobre o futuro sociotécnico que se busca com ela.

Além disso, e de modo a que o público participante da atividade pudesse não apenas tirar dúvidas, como trazer outras perspectivas e contribuições à discussão em curso, a tendência que acabou se consolidando foi a de, independentemente do número de participantes da mesa, garantir-se igual tempo a que seus membros, em conjunto, tiveram para expor seus pontos, para que o público pudesse fazer o mesmo. A ideia, com isso, era romper uma possível assimetria, injustificável, entre especialistas, de um lado e com direito a fala, e leigos, de outro e calados. E isso, também aqui, refletia a prática extensionista e o ideal de mundo de vários dos participantes mais assíduos dos encontros e da comissão nacional.

Uma terceira transformação, ocorrida em 2012, foi a de se buscar sempre equidade de gênero nas mesas do evento. Essa decisão, que em si talvez devesse parecer óbvia já naquela época, adveio como encaminhamento para uma provocação levantada por uma palestrante (e uma das autoras deste artigo) do ENEDS anterior, que dava conta de ter sido ela a única mulher palestrante das mesas daquela edição. Nessa mesma linha de sensibilizações, questões similares foram posteriormente levantadas, como a representatividade, nas atividades do encontro, de negros e LGBT.

Uma característica importante desses encontros, e que sempre foi observada, é o fato de eles terem sido sempre gratuitos, sendo asseguradas adicionalmente alimentação e estadia gratuitas (ou a baixo custo). Com isso, busca-se garantir condições favoráveis à participação de todos que o queiram. Para financiar esses e os outros custos do evento, a orientação que se consolidou foi a de se buscar apenas financiamento público ou de entidades que partilhem em alguma medida do ideário EDS, não se aceitando recursos de empresas privadas, de modo a não se perder, com isso, autonomia na crítica à atuação das mesmas.⁷

2.3. Dados e análises

De modo a provermos mais elementos que nos ajudem a caracterizar e a perceber a evolução do ENEDS, vamos nos valer, agora, de informações providas de três

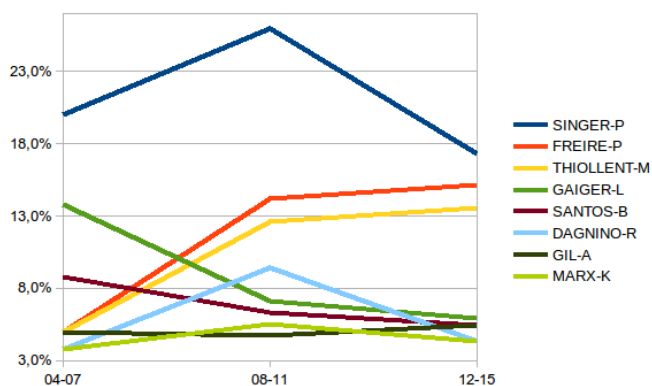
7. Essas e outras informações estão no documento "Diretrizes EREDS-ENEDS", aprovado na plenária do encontro. Disponível em: <http://eneds.net/novosite/wp-content/uploads/2016/10/Diretrizes-fundamentais-para-organiza%C3%A7%C3%A3o-do-ENEDS.pdf>.

fontes principais: uma compilação dos dados dos 392 artigos apresentados nas doze primeiras edições do evento (2003-2015) (Alvear *et al.*, 2017); uma compilação da programação dos catorze encontros já realizados; e a lista dos inscritos em cada um desses ENEDS.^{8 9 10}

Uma primeira informação relevante para caracterizarmos o ENEDS é aquela que diz respeito aos referenciais teóricos dos artigos apresentados e das atividades propostas em cada edição dele. No que concerne aos artigos, tais dados podem ser obtidos a partir de três elementos diferentes: autores mais frequentemente citados; palavras-chave utilizadas; e questões primárias, secundárias e terciárias de cada trabalho.¹¹

No que diz respeito aos autores mais referenciados, o gráfico abaixo fornece a lista dos oito primeiros: Paul Singer, Paulo Freire, Michel Thiollent, Luís Inácio Gaiger, Boaventura de Sousa Santos, Renato Dagnino, Antônio Carlos Gil e Karl Marx. Para facilitar a visualização, os trabalhos estão agrupados de três em três anos. O valor numérico se refere ao percentual de artigos, naquele triênio, que cita ao menos uma vez o respectivo autor em sua bibliografia.

Gráfico 1. Autores mais referenciados



Fonte: elaboração própria

8. Durante a redação deste trabalho, só tivemos acesso a esses artigos.

9. A programação dos encontros pode ser encontrada em: <http://encurtador.net/krvDI>.

10. A lista de inscritos, com os nomes omitidos, pode ser encontrada em: <http://encurtador.net/dIK15>.

11. Veja Alvear *et al.* (2017) para explicação acerca de como se procedeu para a definição dos 25 temas utilizados nessa classificação e para o processo de classificação propriamente dito, em cada artigo, da questão primária, secundária e terciária.

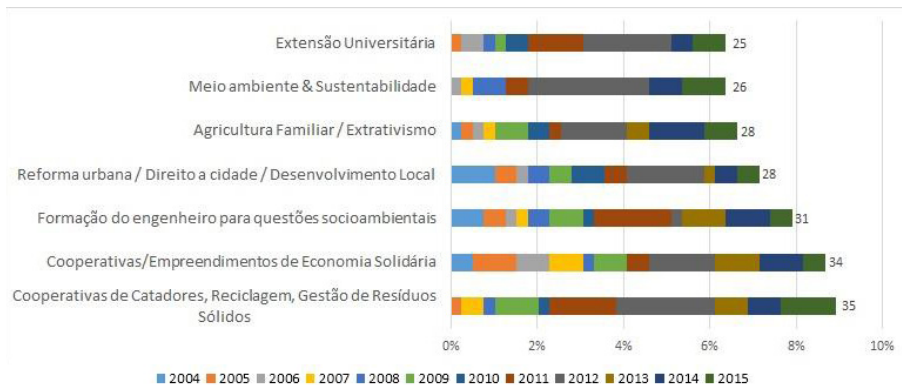
Além desses oito autores, apenas outros 18 aparecem, no conjunto dos 392 artigos, nas referências bibliográficas de ao menos dez deles (ou 0,025% do total): Ricardo Antunes, Farid Eid, Euclides Mance, Ignacy Sachs, André Ricardo de Souza, Antônio David Cattani, Flávio Henriques, Sidney Lianza, Edgard Morin, Robert Yin, Genauto de França Filho, José Francisco de Melo Neto, Marcio Pochmann, Sandra Rufino, Pierre Bourdieu, Ruth Mello, Milton Santos e Nigel Slack.

Os principais autores citados podem, todos eles, ser de algum modo agrupados em torno das três forças apresentadas anteriormente. Sobre economia solidária, as referências são Paul Singer, Luís Inácio Gaiger, Euclides Mance, André Ricardo de Sousa, Antônio David Cattani e Genauto de França Filho. Sobre a temática da extensão, Paulo Freire, Michel Thiollent e José Francisco de Melo Neto. Sobre tecnologia social, Renato Dagnino e Ignacy Sachs. Autores como Sidney Lianza, Farid Eid, Flávio Henriques e Sandra Rufino são figuras que fazem parte da mobilização e organização do ENEDS e abordam os três temas de maneira interconectada. Já Boaventura de Sousa Santos, Karl Marx, Ricardo Antunes, Pierre Bourdieu e Edgard Morin apontam para uma crítica contextualizadora anticapitalista, que é fundante e fundamental para as três linhas anteriores.

Para as palavras-chave, procedeu-se como apresentado em Alvear *et al.* (2017). Com isso, os termos ou expressões mais recorrentes são: “Economia Solidária”, que aparece em 22% dos artigos; “Extensão”, em 9%; “Autogestão”, em 7%; e “Políticas Públicas”, em 6%. Agrupando termos com boa proximidade teórica, mas não exatamente idênticos, teríamos “Cooperativismo” aparecendo em 10% dos artigos e “Desenvolvimento Social”, em 9%. Além desses termos ou expressões, outros que aparecem com frequência significativa são: “Educação”, “Sustentabilidade”, “Tecnologia Social”, “Engenharia”, “Agricultura Familiar”, “Pesquisa-Ação”, “Meio Ambiente”, “Responsabilidade Social”, “Trabalho” e “Universidade”.

Quanto ao tema de cada artigo, quando se considera exclusivamente a questão primária, tem-se a seguinte distribuição dos sete mais recorrentes (e que compõem 207 artigos, ou seja, 53% do total):

Gráfico 2. Temas mais recorrentes (apenas questões primárias)

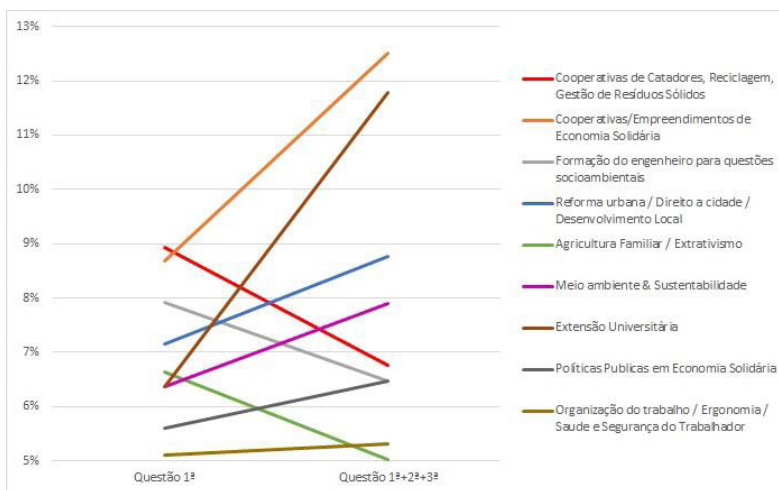


Fonte: elaboração própria

Se considerarmos as questões primárias, secundárias e terciárias em conjunto, a distribuição percentual dos temas é aquela mostrada à direita no gráfico abaixo, para o qual os valores à esquerda constituem a percentagem dos mesmos temas, quando se consideram apenas as questões primárias:

225

Gráfico 3. Temas mais recorrentes



Fonte: elaboração própria

No que concerne à programação dos eventos, temos a seguinte distribuição de temas para as mesas redondas (2004-2015):

Tabela 3. Temas das atividades oferecidas na programação dos ENEDS

Tema	2004- 2007	2008 -2011	2012 -2015	Total
Formação do engenheiro para questões socioambientais	3	3	1	7
Tecnologia social	2	4	1	7
Políticas Públicas em economia solidária	4	1	0	5
Reforma urbana/Direito à cidade/Desenvolvimento local	2	1	2	5
Engenharia e diversidade (gênero, raça/cor/etnia e LGBT)	0	1	3	4
Energia	0	2	2	4
Responsabilidade social empresarial	3	1	0	4
Agricultura familiar/Extrativismo	0	2	1	3
Extensão universitária	2	1	0	3
Organização do trabalho/Ergonomia/Saúde e segurança do trabalhador	0	0	3	3
Outros	6	0	6	12
Total	22	16	19	57

226

Fonte: elaboração própria

Nota-se, assim, uma clara predominância, nas publicações apresentadas nos ENEDS e nas atividades desenvolvidas ao longo de cada edição do encontro, de autores, ideias/palavras-chave e/ou temáticas relacionadas ou aplicáveis à problemática de extensão, economia solidária e/ou tecnologia social. Merece destaque também o tema da formação em engenharia, que é bastante recorrente nos eventos e nas preocupações dos estudantes da área.

Não obstante, não é difícil perceber que as temáticas mais recorrentes na programação não seguem a mesma ordem daquelas dos artigos. Em parte, o que os dados e a percepção dos autores parecem indicar é que, no que diz respeito aos artigos, o ENEDS se oferece como um dos espaços por excelência, no Brasil, para que as múltiplas formas de engenharia engajada possam ser veiculadas. Com isso, não apenas os aspectos centrais colocados neste artigo são tematizados, como também, ao lado deles, outras abordagens e iniciativas.

A programação, por seu turno, é construção das comissões locais, em uma interação próxima com a tradição dos eventos (na figura da comissão nacional, quando convocada a assessorá-las, ou da adesão dos seus membros a esses valores através, por exemplo, da participação em outras edições do encontro). Com isso, a programação tende a representar o acúmulo e consolidação do evento — e, com isso, do campo EDS —, bem como as apostas ou fragilidades que, em função disso,

buscam-se avançar ou superar. Nesses termos, ainda que os ENEDS e EREDS estejam intrinsecamente ligados à formação e consolidação do campo EDS no Brasil, eles se oferecem, ao mesmo tempo, como espaços plurais, abertos também para outras iniciativas da engenharia engajada.

Uma das questões que chamou atenção na análise do ENEDS foi o fato de ele ser centrado em temáticas urbanas, mesmo considerando que, no campo da extensão, a reflexão sobre a extensão rural é bastante consolidada no país. Com efeito, apenas cerca de 14% dos trabalhos apresentados nos doze primeiros anos do evento tratam explicitamente da questão agrária. Nas atividades da programação do encontro, apenas 9% têm como central essa temática, sendo que a maioria delas foi proposta nas sedes mais rurais do evento (Campinas/SP, Teófilo Otoni/MG e Itajubá/MG).

Hipóteses para explicar essa discrepância entre urbano e rural são fundamentalmente três. Quanto à participação dos estudantes, as universidades brasileiras têm, em média, proporcionalmente muito mais cursos e mais vagas para as carreiras urbanas (que representam a maior parte do mercado de trabalho). Além disso, a maioria das universidades que organizaram o evento têm perfil claramente urbano, com proporcionalmente poucos cursos das carreiras rurais. Ao mesmo tempo, e como explicação também para a sub-representação no âmbito dos trabalhos apresentados, existem outros fóruns, mais antigos e consolidados, de sensibilização, trocas e formação para a questão agrária do que o ENEDS (Fraga, 2012). Seja como for, uma aproximação dessas duas vertentes — agrária e urbana — é potencialmente promissora.

227

2.4. A Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá

Com a organização compartilhada e profundamente reflexiva do ENEDS ao longo dos anos, buscou-se o amadurecimento da atuação do coletivo que se formou na comissão nacional. Nesse caminho, diversas reflexões foram feitas. A primeira teve como disparador uma mesa que contou com a participação de diversos movimentos sociais na comemoração de dez anos do ENEDS (2013). Nela, tornaram-se evidentes tanto a progressiva aproximação do ENEDS com respeito às organizações desses movimentos, quanto, por conta também disso, uma associação de diversos dos seus participantes com as pautas e os projetos sociotécnicos de tais grupos: a da Reforma Agrária Popular, do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST); a do Projeto Energético Popular, do Movimento dos Atingidos por Barragem (MAB) (Fraga, 2016); etc.

Por outro lado, ao longo dos ENEDS, algumas questões surgiram da parte de muitos que se aproximavam, pela primeira vez e por meio dele, da temática do desenvolvimento social. Para esses participantes, em geral não ligados a qualquer trabalho de extensão, o ENEDS era um espaço de sensibilização, que apresentava várias possibilidades de atuação junto a movimentos sociais ou grupos populares, mas que não provia os meios para dar prosseguimento a isso. O encontro era muitas vezes experimentado como um momento de euforia, mas que era insuficiente para ajudar seus participantes a atuarem com o tema, uma vez que as universidades de

origem de muitos deles não contavam com docente ou núcleo de extensão que o encarnasse ou desenvolvesse.

Da confluência desses dois conjuntos distintos de demandas, em 2014, no ENEDS de Castanhal/PA, a comissão nacional decidiu levar a questão da constituição de uma rede de engenharia popular para a deliberação da assembleia final, que a aprovou. Criava-se, nesse momento, a Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (REPOS). Ficou decidido, além disso, que o foco de atuação dessa rede seria fortalecer a relação com os movimentos sociais, grupos populares e trabalhadores/as organizados/as.

De 2014 para cá, ocorreram diversas reuniões virtuais e dois encontros presenciais da REPOS. A partir desses debates, construiu-se o site da rede e se definiram seus princípios e valores:¹²

“A REPOS se encontra em construção e tem como um dos seus elementos centrais a ação, pois consideramos que a prática e a reflexão, a partir do concreto/material, fazem a organização. Buscamos, com isso, reconhecer e valorizar as particularidades locais, sem perder as dimensões globais que nos unem em uma luta maior, contextualizadas pelos princípios de: (i) Educação Popular; (ii) Autogestão; (iii) Justiça social e ambiental; (iv) Feminismo, anti-racismo e contra LGBTfobia; (v) Cuidado com a vida; (vi) Valorização da cultura em sua diversidade; (vii) Reconhecimento e diálogo entre os diversos saberes (populares, tradicionais, acadêmicos, das diferentes disciplinas)” (REPOS, 2017).

228

Além disso, seus objetivos são:

“(…) articular a engenharia para dialogar com as lutas dos movimentos sociais, grupos populares e trabalhadores/as organizados/as. Dessa forma, partindo de nossos princípios, pretendemos auxiliar esses movimentos no desenvolvimento e readequação de processos e tecnologias de produção e comunicação, a partir do conhecimento da engenharia, contextualizado com as questões sociais, políticas, culturais, ambientais e econômicas específicas de suas realidades. (...) Assim, para que as tecnologias possam caminhar junto com a luta desses movimentos, elas devem ser concebidas a partir dos valores, crenças, expressões culturais, formas de organização e cultura política desses movimentos, sempre com o cuidado à vida e respeito ao meio ambiente” (REPOS, 2017).

Atualmente, a REPOS caminha no sentido de criar materiais de divulgação sobre a engenharia popular; criar espaços para formação de estudantes de engenharia que queiram atuar com movimentos sociais, grupos populares e trabalhadores

12. Disponível em: www.repos.net.br.

organizados; e refletir sobre as grades de cursos de engenharia no país, de modo a ter elementos para aproximar currículos tradicionais de uma perspectiva popular e solidária.

Considerações finais

Conforme visto, os ENEDS/EREDS podem ser considerados como espaços que serviram para atrair estudantes de engenharia, fornecendo um local de acolhimento para diferentes práticas e perspectivas teóricas contra-hegemônicas na engenharia. Além disso, como mostram os próprios anais e a programação do evento, o modelo de desenvolvimento social que se apresenta majoritariamente nesses espaços é aquele baseado na economia solidária.

É inegável, adicionalmente, que esses eventos se caracterizam de forma clara também como um local de encontro de experiências extensionistas da engenharia, tendo como característica central a descentralização e a diversidade. Uma das provas dessas duas características é o fato de o encontro não ter se preocupado em definir formalmente o que seria a “engenharia voltada para o desenvolvimento social”.

A partir da análise dos anais do ENEDS e de suas programações, entretanto, poderíamos propor para tal perspectiva de engenharia a seguinte definição: “uma atuação que, através da extensão universitária, propicia processos de desenvolvimento de tecnologia social em conjunto com empreendimentos solidários, tendo como fundamento metodologias participativas, e que busca identificar elementos que caracterizariam uma outra engenharia possível”.

229

Assim, consideramos que emerge alguma unidade no ENEDS, decorrente do conjunto de experiências compartilhadas nele. Diante desse conjunto, a comissão nacional/REPOS tem o importante papel de buscar refletir sobre aquilo que aproxima as diferentes experiências, suscitando debates sobre temas e abordagens que se mostrem prioritários (seja por serem recorrentes, seja por estarem injustificadamente ausentes).

Como decorrência desse caminho trilhado, a REPOS/CN pode ser vista como um coletivo que busca propor com mais clareza o que é esse campo de práticas que surge, consolida-se e se transforma por intermédio do ENEDS. Essa aposta de definição (e, portanto, de recorte) pode potencializar uma atuação mais focada, mas, ao mesmo tempo, pode não ser tão atrativa para os novos engenheiros que buscam outro tipo de atuação alternativa.

A partir da proposta da REPOS em seu site, poderíamos demarcar a engenharia popular a partir da particularização da definição de engenharia e desenvolvimento social.¹³ Com isso, a engenharia popular seria aquela que “propiciaria processos

13. Disponível em: www.repos.net.br.

de desenvolvimento de tecnologia social em conjunto com grupos populares e movimentos sociais, tendo como fundamento a autogestão, a educação popular e metodologias participativas como a pesquisa-ação, buscando identificar novos elementos para definir uma nova engenharia possível”.

Assim, são prova de que o campo de engenharia e desenvolvimento social surge e se fortalece no Brasil, em torno ou por meio dos ENEDS/EREDS, não apenas o trabalho de inúmeros núcleos de extensão que, articulados em torno desses encontros, consolidaram suas identidades, aprimoraram seus instrumentos de atuação e produziram conhecimento para subsidiá-la. Para além disso, o surgimento da REPOS — e, de forma primordial, as pressões para que isso acontecesse —, além de três seções especiais sobre o tema da Revista Tecnologia e Sociedade, dizem não apenas de um passado que se consolidou, mas também de um futuro que se tem buscado construir.

A mudança de perspectiva do ENEDS, cujo fruto mais recente é a criação da REPOS, talvez seja a principal potência do campo. De fato, na aproximação com os movimentos sociais, grupos populares e trabalhadores organizados, abandonando um desenvolvimento, ainda que social, sem sujeitos concretos e valores explicitamente conectados com as classes populares, parece residir a continuidade mais radicalmente interessante do ENEDS e da atuação da REPOS.

Em sua consolidação popular, um dos principais méritos do ENEDS/REPOS parece ser o de apresentar como horizonte — como o inédito viável do qual falava Paulo Freire, ou como espaço de experimentação da esperança — a construção de alternativas sociotécnicas, em um outro mundo possível. Algum acúmulo e estrutura para isso, o campo EDS tem. Se ele, porém, logrará sobreviver aos ataques que está sofrendo (a partir do *impeachment* de Dilma Rousseff) e que sofrerá, e se, sobrevivendo, conseguirá de fato seguir aprofundando a sua associação e o seu serviço às classes populares, apoiando-as em seu processo de libertação, isso só o tempo mostrará.

Bibliografia

ALVEAR, C. A. S., CRUZ, C. C., e MIRANDA, P. B. (2017): “O campo da engenharia e desenvolvimento social no Brasil a partir da análise dos anais dos ENEDS”, *Revista Tecnologia e Sociedade*, vol. 13, nº 27, pp. 188-207.

ARROYO, J. C. e SCHUCH, F. C. (2006): *Economia popular e solidária: a alavanca para um desenvolvimento sustentável e solidário*, Editora Fundação Perseu Abramo.

BRANDÃO, F. C. (2001): *Programa de Apoio às Tecnologias Apropriadas – PTA: avaliação de um programa de desenvolvimento tecnológico induzido pelo CNPq*, Brasília, Universidade de Brasília.

DAGNINO, R., BRANDÃO, F. y NOVAES, H. (2004): “Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social”, em Lassance Jr. *et al.* (orgs.): *Tecnologia social – Uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil, pp. 15-64.

DAGNINO, R. (2009): “Em direção a uma tecnologia crítica da tecnologia”, em R. Dagnino (org.): *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*, Campinas, IG/UNICAMP, pp. 72-111.

FEENBERG, A. (2019): *Entre a razão e a experiência: ensaios sobre tecnologia e modernidade*, Vila Nova de Gaia, Inovatec.

FRAGA, L. S. (2012): *Extensão e transferência de conhecimento: as Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares*, tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (2004): “Tecnologia Social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania”, caderno de debate, São Paulo.

KAWAMURA, L. (1986): *Tecnologia e política na sociedade: Engenheiros, reivindicações e poder*, São Paulo, Brasiliense.

KLEBA, J. (2017): *Engenharia engajada – desafios de ensino e extensão*, Revista Tecnologia e Sociedade, vol. 13, nº 27, pp. 170-187.

LIANZA, S. y ADDOR, F. (2005): *Tecnologia e desenvolvimento social e solidário*, Porto Alegre, Editora UFRGS.

MACIEL, L. R. (2010): “Política Nacional de Extensão: Perspectivas para a Universidade Brasileira”, *Revista Participação: a revista do decanato de extensão da Universidade de Brasília*, nº 18, pp. 17-27.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DO BRASIL (2015a): *A democratização e expansão da educação superior no país 2003–2014*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index>.

php?option=com_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192. Acesso em 2/5/2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DO BRASIL (2015b): *Programa Nacional de Extensão Universitária – PROEXT / Programa Mais Cultura nas Universidades*, Gramado, RS, MEC. Disponível em: www.ufrgs.br/proext-siteantigo/arquivos-diversos/PROEXT%20-%20Programa%20Mais%20Cultura%20nas%20Universidades%20-%20MEC.pdf. Acesso em 2/5/2017.

NASCIMENTO, C. (2004): *A autogestão e o “novo cooperativismo*, Brasília, MTE/ SENAES.

NIEUSMA, D. y RILEY, D. (2010): “Designs on development: engineering, globalization, and social justice”, *Engineering Studies*, vol. 2, nº 1, pp. 29-59.

REPOS (2017): *Site da Rede de Engenharia Popular*. Disponível em: www.repos.net.br. Último acesso em 24/3/2017.

RILEY, D. (2008): *Engineering and Social Justice*, San Rafael, Morgan and Claypool.

SAREWITZ, D. (1996): *Frontiers of illusion: science, technology and politics of progress*, Philadelphia, Temple University Press.

232 SCHUMACHER, E. F. (1983): *Small is Beautiful: o negócio é ser pequeno*, Rio de Janeiro, Zahar Editores.

THOMAS, H. (2009): “De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. Conceptos/estrategias/diseños/acciones”, *Primeras Jornadas de Tecnologías Sociales*, Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales – MINCyT, Buenos Aires.

VASCONCELOS, F. A. G. (2004): “Fome, solidariedade e ética: uma análise do discurso da Ação da Cidadania contra a Fome, a Miséria e pela Vida”, *Revista Hist. cienc. Saude - Manguinhos*, vol. 11, nº 2, pp. 259-277.

Como citar este artigo

FRAGA, L. S., ALVEAR, C. C. e CRUZ, C. C. (2020): “Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, vol. 15, nº 43, pp. 209-232.

**Panorama esquemático del marxismo en biología:
el caso en México de Enrique Beltrán
y la necesidad de una biología plural ***

**Panorama esquemático do marxismo em biologia:
o caso no México de Enrique Beltrán
e a necessidade de uma biologia plural**

***Schematic Overview of Marxism in Biology.
The Enrique Beltrán Case in Mexico
and the Need for a Plural Biology***

**José Francisco Bravo Moreno, Jorge Alberto Álvarez Díaz
y Víctor Enrique Solís Sosa ****

La primera parte de este trabajo aborda algunos aspectos importantes de la historia del marxismo en relación con la biología y del modo en que los científicos que siguieron esta tesis mantuvieron sus objetivos para explicar la naturaleza de los organismos, en particular la herencia biológica, desafiando la explicación dominante neodarwiniana. La segunda parte sondea los elementos marxistas que enmarcaron la personalidad profesional del primer biólogo del México nacionalista, Enrique Beltrán Castillo. El análisis de su obra permite ver un derrotero pedagógico y nacionalista en sus primeros textos, uno sobre materialismo dialéctico y biología y otro sobre Jean-Baptiste Lamarck. Si bien estos textos han sido olvidados o descuidados en la historiografía mexicana, creemos que una reflexión a partir de su lectura permitirá adentrarnos en las estrategias con las que Beltrán configuró su trabajo al comenzar sus servicios como educador y funcionario público.

233

Palabras clave: materialismo dialéctico; Enrique Beltrán; Darwin; Lamarck

* Recepción del artículo: 30/05/2018. Entrega de la evaluación final: 05/12/2018. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

** *José Francisco Bravo Moreno:* licenciado en biología. Doctor en biología, jubilado, México. Correo electrónico: bravofrancisco49@gmail.com. *Jorge Alberto Álvarez Díaz:* licenciado en medicina, doctor en ciencias sociosanitarias y humanidades médicas, doctorando en neuropsicoanálisis, profesor e investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, plantel Xochimilco, México. Correo electrónico: bioetica_reproductiva@hotmail.com. *Víctor Enrique Solís Sosa:* licenciado en psicología, maestro con especialidad en psicoanálisis, doctorando en neuropsicoanálisis, coordinador y profesor de la licenciatura en psicología por la Universidad Tecnológica de México. Profesor en la Universidad Latinoamericana, México. Correo electrónico: victor.ess@live.com.

Neste artigo, a primeira parte aborda alguns aspectos importantes da história do marxismo em relação à biologia e como os cientistas que seguiram essa tese mantiveram seus objetivos para explicar a natureza dos organismos, particularmente a herança biológica, desafiando a explicação neodarwiniana dominante. A segunda parte deste texto será pesquisar sobre os primeiros elementos marxistas que moldaram a personalidade profissional do primeiro biólogo do México nacionalista, Enrique Beltrán Castillo. De acordo com a nossa análise, em primeiro lugar podemos ver seu caminho pedagógico e nacionalista nos primeiros textos: um deles sobre materialismo dialético e biologia e outro sobre Jean-Baptiste Lamarck. Embora esses dois textos tenham sido esquecidos ou negligenciados na historiografia mexicana, acreditamos que a reflexão de sua leitura vai nos permitir entrar nas estratégias com as quais Beltrán configurou seu trabalho no início de seus serviços como educador e funcionário público.

Palavras-chave: materialismo dialético; Enrique Beltrán; Darwin; Lamarck

The first part of this paper addresses some of the most important aspects of Marxist history, as it relates to biology and to how scientists that followed this thesis kept their objectives to explain the nature of organisms, particularly biological inheritance, defying the prevailing neo-Darwinian explanation. The second part explores the Marxist elements that frame the professional character of the first Mexican nationalist biologist, Enrique Beltrán Castillo. The pedagogical and nationalistic direction of his first texts, one about dialectic materialism and the other about Jean-Baptiste Lamarck, is reviewed. Even though these texts have been forgotten and neglected by Mexican historiography, reflecting on its reading allows to step into the strategies Beltrán Castillo used to set up his work at the beginning of his services as an educator and public servant.

Keywords: dialectic materialism; Enrique Beltrán; Darwin; Lamarck

Introducción

Es bien sabido, dentro de la historia del pensamiento, que Marx y Engels generaron un revolucionario método de análisis al que se ha llamado materialismo dialéctico para contraponerlo con el materialismo mecanicista y metafísico (Bujarin, 2003 [1931]). La materia de aquí en adelante será el sustento de toda realidad objetiva o subjetiva. Conocido también es que, más tarde, Engels escribió sobre el mismo tópico en *Dialéctica de la naturaleza* (1979 [1875]), y en *Anti-Dühring* (1964 [1878]). Ciertamente el nuevo esquema de inspiración hegeliana materializado por Marx tomaría un rumbo particular con Engels y su dialéctica al enlazar las ciencias sociales a las ciencias duras: la física, la química y la biología (Joravsky, 1963; Zavadovsky, 2006 [1931]). En este tenor ciertos críticos marxistas han expresado que hay discordancia entre lo dicho por Marx y lo que posteriormente planteó Engels. De este último se ha dicho que se excedió una vez que Marx murió, que hay un Engels válido y otro que no debe tomarse en cuenta (Royle, 2014). Otros aseguran que no es así (Ferraro, 1998; Conrad, 2010).

Para el caso de lo biológico, el texto revolucionario de Darwin, *El origen de las especies*, captó de inmediato la atención de Marx y Engels.¹ Será Engels quien en ausencia de Marx dedicará un espacio adicional a la evolución biológica, causando controversia (Ruiz Gutierrez, 1991). Así, de sus fragmentarios textos biológicos, se dice que no entendió a Darwin al equiparlo con Lamarck, apoyándose en las escasas líneas en donde llega a citar (sin mermarlo) al llamado “Linneo francés”, lo que en apariencia lo suscribe a la herencia de los caracteres adquiridos (Gallardo, 1986; Garza-Almanza, 2013; Paul, 1981). Y es que, en cierta forma, este tipo de esquema hereditario se asemeja al escenario básico de la dialéctica engelsiana, donde los procesos se desencadenan tras una interpenetración de dos entidades que entran en oposición: en este caso, el medio frente a los seres vivos. De la contradicción de dos posiciones opuestas (tesis y antítesis) surgirá un nuevo estadio (la síntesis) que impondrá un cambio progresivo. Sin proponer aquí que Engels fuera un lamarckiano, pues siempre puso en primer plano a Darwin, dedicándole incluso un capítulo entero en el *Anti-Dühring* (Engels, 1964 [1878]: cap. VII), no hay duda de que en su dialéctica juegan un papel fundamental los cambios del medio externo para que se lleven a cabo las transformaciones progresivas en los organismos. La importancia del medio externo como uno de los agentes del cambio se puede verificar en *El origen de las especies*. Si bien el esquema de Darwin es distinto al lamarckiano, llega a flirtear con la herencia de los caracteres adquiridos.

La desatinada interpretación de estos aspectos, dentro de una visión geoestratégica en el primer tercio del siglo XX, dará pie a la errónea idea de que el materialismo dialéctico incorporaba al lamarckismo, desatándose un pugilismo ideológico de connotación internacional (Dejon-Lambert y Kremmentsov, 2012; Slavet, 2010). Previamente ya se

1. En su correspondencia, Karl Marx ya había descrito la gran relevancia del revolucionario libro de Darwin, aunque no sin ciertas críticas. No hay datos de que se haya pronunciado explícitamente a favor o en contra de Lamarck, salvo sus críticas hacia el mecanicismo del siglo XVIII.

había dado una fuerte confrontación entre el lamarckismo y el neodarwinismo. Ello aconteció tras lo realizado por el biólogo alemán Arthur Weismann (1834-1914), quien, a finales del siglo XIX y bajo una intensa investigación citológica, consideró que en la cromatina debía estar el agente transmisor de la herencia. Adicionalmente, y con pruebas relevantes, expuso su teoría del germoplasma, donde acota que existe una barrera mecánica que imposibilita a los caracteres adquiridos en el soma el incorporarse a las células germinales. Niega con ello el lamarckismo y nace la tesis genocéntrica neodarwiniana, a la que se incorpora poco más tarde la teoría genética, desarrollada principalmente en Inglaterra y los Estados Unidos, en la que se concibe que el medio carece de efectos hacia el núcleo, pues hay un determinismo genético: el genoma de aquí en adelante será unilateral, que no dialéctico. Posteriormente, y de manera particular en Alemania y Viena, surge un racismo socio-biológico apoyado sobre tergiversadas bases genéticas neodarwinianas (Slavet, 2010).² De acuerdo a esto, el genoma blindado de un individuo superior prevalecía sobre otros que no podrían integrarse al medio. Así se dejaba de lado la noción de la herencia citoplásmica o extracromosómica, donde se presupone que los factores del protoplasma (citoplasma) y del medio externo debían ser interdependientes con el núcleo para gobernar la célula; de esto se infiere que el individuo no sería abandonado del todo por causa del medio, sino que podría confrontarlo. Con el surgimiento de la Unión Soviética se vio en Weismann y en la teoría genética un sesgo ideológico, iniciándose una gran oposición a los planteamientos genocéntricos.

236

Para el primer tercio del siglo XX, estas propuestas habían llevado a que los estadistas de las grandes potencias vieran en las teorías sobre herencia y evolución una gama de sugerencias para sus intereses geopolíticos. Desde los inicios del Estado Soviético, el marxismo-leninismo asimiló únicamente la obra de Darwin, pues se creía que el lamarckismo era antiprogresista. A la muerte de Lenin, Stalin, aun poniendo en primer plano a Darwin, no ve contradicción alguna en incorporar un tipo ambiguo y vago de neolamarckismo dentro de su visión científica del Estado (Kuprianov, 2011).³ Posteriormente, las interpretaciones sobre el materialismo dialéctico y la biología, dentro y fuera de la Unión Soviética, tendrían sus consecuencias al redireccionar a la herencia extracromosómica, haciéndola ver como un fenómeno alineado a las izquierdas.

La concepción de este tipo de herencia ya era discutida en las postrimerías del siglo XIX, sin ideología alguna, y fue bien conocida en México desde los inicios del siglo XX. En un momento dado, se hizo notoria la confrontación política de los posibles

2. El espectro del racismo biológico era amplio: los había neodarwinianos y neolamarckianos.

3. Recientes investigaciones llevadas a cabo en la Rusia de hoy (Kuprianov, 2011) indican que en el periodo de Stalin se generaron más de 40 traducciones al ruso de las obras de Darwin, mientras que de Lamarck sólo se tenían los dos volúmenes de su *Philosophie Zoologique* (y más allá de que Lamarck publicó varias obras). Stalin, en efecto, fue quien puso como jefe sobre estos temas a su científico favorito, Trofim Lisenko. Hoy sabemos del malogrado agrónomo que en la revista que dirigió durante largo tiempo, titulada *Vernalización*, las citas que se hacen de los textos de Darwin son mucho mayores que las que se dan para Lamarck. Lisenko también escribió sobre herencia citoplásmica. Tal como se ha dicho siempre, no era un verdadero científico, sino un técnico en agricultura mal entrenado. El sesgo a favor de Darwin es notorio al observarse que el museo dedicado a él en Moscú ha sido sostenido desde los inicios de la era soviética y nunca se intentó realizar uno a Lamarck, más allá de los devaneos lamarckianos de Stalin.

mecanismos hereditarios de la célula: por un lado, la teoría genética o mendeliana (el genocentrismo neodarwiniano); por el otro, la herencia extracromosómica o citoplásmica. En una atmósfera científica cargada de ideologías contrapuestas, Enrique Beltrán, primer biólogo de México, y siendo de izquierda, toma una posición intermedia: acepta el primer enfoque y no menosprecia el segundo. No se adscribe al lamarckismo, como veremos posteriormente. Sin la menor duda, Beltrán brinda las claves para abordar el asunto en el caso particular de la enseñanza de las ciencias biológicas en México, en un periodo llamado nacionalista, que abarcó desde los 30 y hasta finales de los 70 del siglo pasado (Dominguez Michel, 1983; Maldonado, 1965). Es factible decir que fue uno de los principales instauradores de Darwin dentro de la enseñanza en México, aunque eso no le impidió el intento de ponderar a Lamarck. Profundizaremos sobre este tema, dado que las referencias biográficas sobre su figura sostienen que se mantuvo en un ideario engelsiano, sin ahondar mayormente sobre lo que escribió en torno a ello (Guevara-Fefer, 2009; Gaxiola, 1986). Antes es necesario dar un salto en el tiempo para complementar y comprender mejor el medio contextual y los alcances del marxismo y el materialismo dialéctico amalgamado en la biología internacional, lo que nos permitirá justificar la pertinencia de Beltrán en esta propuesta.

Surgimiento del neodarwinismo y sus consecuencias

La teoría evolutiva de Darwin, aun siendo considerada un hito del conocimiento, decae en los primeros dos lustros del siglo XX en algunos países de Europa (Bowler, 1992). Ello permite el arribo de varias tesis surgidas de esta revolución del pensamiento. Así, tendremos a los darwinistas ortodoxos junto a los neodarwinistas y aun en estos círculos tendremos el espectro neolamarckista, fundado en Norteamérica por Alpheus Packard (1839-1905) y continuado en algunos países europeos. Toda esta confusión se redirecciona con el triunfo contundente de la herencia mendeliana o cromosómica de prosapia darwinista. El éxito de la genética mendeliana, planteada e investigada por varios autores desde principios del siglo XX, se debió primero a lo hecho por el Premio Nobel de 1933, Thomas Hunt Morgan y posteriormente por el desciframiento de la estructura del ADN y su función. A ello se ha sumado la genética de poblaciones. Por su parte, tras el decisivo éxito de la teoría genética, la dialectización de la naturaleza es defenestrada rápidamente a la muerte de Stalin, a quien se considera no sólo como un dictador, sino como un sinónimo de la anticiencia.⁴ Con ello también se descalifican históricamente varias propuestas científicas de interés que en el fondo eran neutrales respecto de alguna posición política. Estas mostraron evidencias importantes sobre determinantes hereditarios fuera del núcleo celular (Sager, 1972).

237

La llamada herencia extracromosómica o citoplásmica (sin resabios ideológicos acérrimos) fue respaldada por científicos como Richard Goldschmidt en Alemania (1878-1958), Conrad H. Waddington en Inglaterra (1905-1975), Tracy Sonneborn (1905-1961) y Ruth Sager (1918-1997) en los Estados Unidos. Este tipo de herencia

4. De forma similar han servido como ejemplos de impostura científico-ideológica los casos de Paul Kammerer y de Trofim Lisenko, por haber sostenido no sólo una posición de izquierda (el materialismo dialéctico para el caso de Lisenko), sino alienada a la herencia de los caracteres adquiridos.

sobrevivió por algún tiempo en los países anglosajones y luego del predominio genocéntrico de la herencia mendeliana (Jinks, 1964; Sager, 1972). Con el arribo de la reciente epigenética se ha querido levantar en alto al creador de dicho término, el Dr. Conrad H. Waddington, quien había sido proscrito de la historia por haber cuestionado por largo tiempo el genocentrismo biológico (Waddington, 1940 y 1942).⁵ Es necesario mencionar que la concepción moderna de la epigenética molecular no es la que manejó originalmente Waddington en los años 40.⁶ Este planteamiento —que nunca ha negado a Darwin— toma un rumbo particular con varias propuestas surgidas después de la Segunda Guerra Mundial. En los 70 del siglo XX, ya sin adscripción política, en los Estados Unidos se dará origen a la epigenética moderna, partiendo de las propuestas sobre herencia citoplásmica, pero haciendo uso de una metodología original (Sager, 1972; Holliday, 2016). La teoría simbiótica de Lynn Margulis, que es parcialmente agénica, surge de este planteamiento (Margulis, 2008).

Es necesario hacer un paréntesis para alertar y aclarar sobre un tema que no puede estar ausente. Resulta que recientemente se han generado algunas publicaciones que refieren que la herencia extracromosómica evolucionó hasta la actual epigenética molecular, y que ya estamos en una era posgenómica (Charney, 2013; Van Speybroeck; 2002; Deichmann, 2016). Mas, si se estudia con atención la genealogía de la epigenética, observaremos que esto sólo es parcialmente cierto, pues esta disciplina, aunque derivó de una rama de la herencia citoplásmica, utiliza los métodos de la ingeniería genética (Sager, 1972).⁷ De esto último se deduce que no estamos en ninguna era posgenómica. Existen otras publicaciones donde se dice que la epigenética es un nuevo tipo de neolamarckismo o incluso que esta revolución sobre la herencia celular puede coligarse a una revisión de la filosofía dialéctica (Burggren, 2014; Robinson, 2016; Robinson, 2017). Se ha llegado a sugerir que puede encausar un nuevo orden social (Muñoz Rubio, 2013; Waggoner y Uller, 2015). Por supuesto que es estrepitosamente precipitado e incorrecto llevar a cabo este tipo de asociaciones unilaterales.⁸

Actualmente, desde las más altas autoridades de la Royal Society y la Linnean Society, el consenso mayor sostiene que la herencia —sin negar la epigenética— sigue siendo mendeliana, puesto que finalmente es el núcleo el que gobierna todas las actividades de la célula. Dentro del mismo foro, otro grupo de científicos sostiene que eso ya no es posible (Laland, 2014).

5. Waddington expresó lo siguiente: “Un lado de la biología del desarrollo —la embriología, la genética y la evolución— ha alcanzado un punto donde son requeridos nuevos y radicales tipos del pensamiento. En tales circunstancias sería muy imprudente despreciar las filosofías novedosas como el materialismo dialéctico —aun si este ha sido malversado—, la cual se enmarca particularmente en relación a los cambios progresivos” (1940: 104).

6. En ningún modo Waddington era lamarckiano.

7. Ruth Sager (1918-1997) descubre que los cloroplastos se heredan con independencia del núcleo. Fue de los primeros científicos en usar cromatografía en geles para estudiar el ADN en los años 70, una metodología aplicada hasta el día de hoy para estudiar los genes nucleares y extranucleares.

8. Por supuesto, hay grupos de Occidente alarmados porque, según dicen, con la epigenética están surgiendo los nuevos “Lisenkos”, algo que suena por demás exagerado.

Los hombres del materialismo dialéctico en biología y su importancia

Salvo el caso Lisenko, quien no era un verdadero científico, todos los biólogos que se alinearon al materialismo dialéctico fueron darwinianos. Como un primer exponente tenemos a Alexander Oparin, quien desencadena de manera formal las discusiones sobre el origen material y orgánico de la vida. En relación con lo bio-psicológico tenemos a la teoría de Pavlov, que sin duda se sostuvo en la senda marxista-engelsiana aplicada a sus investigaciones. Según dice su biógrafo principal, jamás por imposición, pues Pavlov estaba convencido del materialismo dialéctico, aunque por algún tiempo creyera en la herencia de los caracteres adquiridos (Windholz y Lamal, 1991; Razrun, 1978).

Están los biólogos marxistas no soviéticos europeos o americanos. Cómo uno de los principales exponentes tenemos al inglés John B. S. Haldane, que junto a Oparin se le adscribe como fundador de las bases biológicas sobre el origen de la vida y es precursor de la genética de poblaciones. Sin descalificar la genética mendeliana, defendió la herencia citoplásmica. De la misma importancia y nivel añadimos a su compatriota Arthur Needham. Es necesario citar a los biólogos norteamericanos de la Universidad de Harvard: Richard Levins, Richard Lewontin y Steven Rose, quienes, ya siendo muy veteranos, seguramente cierran las puertas como los últimos grandes exponentes del uso del materialismo dialéctico para fundamentar la biología.⁹ Siendo darwinistas convencidos y seguidores de la teoría mendeliana, han hecho aportes fundamentales a la genética de poblaciones, pero no por ello han dejado de denunciar las desviaciones no éticas al marco biológico ni de realizar duras críticas a los excesos del determinismo genético con libros y artículos de gran alcance (Lewontin, Rose y Kamin, 1986).

239

Sobreviven aún Lewontin y Rose. Lewontin es coautor tanto de *No está en los genes: racismo, genética e ideología* (1996) como de *The dialectical biologist* (1985), donde se sostiene en el prefacio la frase: “A Federico Engels, quien cometió muchos errores, pero no se equivocó en lo más importante”. Estos últimos dialecticos han mantenido las preocupaciones del viejo marxismo en biología. Básicamente son las siguientes: una negación al racismo biológico;¹⁰ una crítica al determinismo genético y neodarwinismo a ultranza (agréguese a este punto la falta de una valoración adecuada a la herencia citoplásmica); y lo relacionado a la protección de la naturaleza. En *The Dialectical Biologist*, Levins y Lewontin dicen no ser seguidores del lamarckismo (la herencia de los caracteres adquiridos), aunque consideran impropio que se desdeñe a priori otros legados no menores de Lamarck.¹¹

9. Steven Rose es inglés y estudió bioquímica en Cambridge, Inglaterra. Más tarde se ha mudado a Estados Unidos a continuar su trabajo.

10. El problema de las razas tuvo una connotación muy controvertida por parte de Marx y Engels, Marx creyó que la mezcla de razas permitiría la eculización de los rasgos. El marxismo en cambio, lucha contra todo tipo de racismo.

11. El lamarckismo no es lo que asentó Lamarck. No es suya la fraseología conocida como la herencia de los caracteres adquiridos.

Como punto final de este apartado, cabe destacar que, desde los grandes establecimientos académicos, los revisores sobre los estudios históricos de la herencia biológica en el contexto de la Guerra Fría han hecho críticas respecto a que los latinoamericanos fueron disuadidos fácilmente por el capital norteamericano para alejarse del materialismo dialéctico en biología (Wolfe, 2012), o que sus expectativas biológicas de izquierda fueron sólo demagogia nacionalista (Levins y Lewontin, 1985). Es complejo responder sin más a estos cuestionamientos, pero, particularmente para los escasos biólogos mexicanos adscritos al marxismo (hoy extintos), podemos decir que también se suscribieron a las mismas preocupaciones de los biólogos dialécticos que ya hemos descrito. En el caso de Beltrán, su nacionalismo no contradecía el conocimiento *a priori* por causas ideológicas, sino que, por el contrario, lo discutía y complementaba con la buena ciencia de Occidente, como se verá a continuación.

Pertinencia de las ciencias sociales dentro de la biología mexicana

Sería necesario reflexionar sobre una de las razones de ser del materialismo dialéctico y sus aplicaciones en países sobre los que recaía todo el peso de las grandes potencias económicas. Un tema pendiente en la historia sería conocer hasta qué punto los países débiles tomaron prestado algunos de los materiales propuestos por Marx y Engels para enfrentar las contradicciones de clase. Es muy conocido el hecho de que en los países en proceso de desarrollo como México se expresaron en formas por demás agravadas en las postrimerías del siglo XIX y principios del XX. Podríamos verlo como una extensión histórica de los métodos de explotación idiosincrásica que ha gobernado al país desde la colonia.

240

En México se dio la primera revolución de América a consecuencia de ello. Tras el triunfo revolucionario, el periodo de reconstrucción requería de la toma de posiciones; entonces se creyó necesario el análisis de las herramientas teóricas de las que entonces disponían para propiciar un cambio, que se podría decir “progresista”, en un país que había mostrado una eterna desigualdad, un alto grado de fanatismo y un bajo interés por las ciencias, además del alto grado de elitismo en la educación. Aunado a ello, se tuvo el problema del uso irracional de los recursos naturales durante el porfiriato (Beltrán, 1977; Gaxiola Cortez, 1986).

En el México nacionalista posrevolucionario se adoptaron, para su reconstrucción educativa, reformas de avanzada que atacaban aquellos vicios mantenidos desde la colonia y hasta el porfiriato. Tras el triunfo de la revolución (1920), se tiene un momento decisivo en el gobierno posrevolucionario del general Lázaro Cárdenas (1895-1970); en este sexenio gubernamental (1934-1940), se recogen las ideas de grandes educadores que pretendían cumplimentar las aspiraciones del pueblo mexicano (Sánchez Ruiz, 2014). Las ciencias naturales, y en particular la biología, se instituyeron igualmente bajo los mismos principios con que dieron paso el periodo nacionalista. Fue preciso recoger las teorías provenientes de otras latitudes, pero el todavía incierto método científico empleado y enseñado en el mundo de las potencias era por su naturaleza inaplicable en un país que no estaba arraigado en la tradición científica. Se requería de la revisión de las metodologías, las cuales se dieron en un amplio grupo de hombres, con lo que se dio paso a las instituciones

fundacionales científicas del país. En este contexto, sin duda debe haberse creído que el materialismo dialéctico podría ser parte de las herramientas con las cuales guiar el proceso reformador educativo (de Gortari, 1973; Vázquez, 2015).

El materialismo dialéctico tuvo su participación en el periodo reconstructor del México posrevolucionario en varios aspectos (Robledo, 2015), aunque enfrentando varios problemas derivados de la heterogeneidad cultural del país de aquel entonces (Aguirre Beltrán, 1994). En el caso de las ciencias de la vida, influyeron con su ideología de izquierda dos biólogos destacados: el francés Marcel Prenant (1893-1983) y el mexicano Enrique Beltrán (1903-1994). Se ha considerado en este grupo a Isaac Ochoterena (1885-1950), pero su militancia objetiva y científica ha sido muy cuestionada y no deja un análisis coherente respecto de lo evolutivo ni de su militancia al marxismo (Argueta *et al.*, 2003; Garza-Almanza, 2013; Piñero, 1996). Por otro lado, estarán los sucedáneos biólogos marxistas que en el fondo no estaban tan convencidos de su posición, al grado de que tuvieron que hacer cambios ideológicos para prosperar. Finalmente están los casos de los biólogos españoles republicanos provenientes del exilio; de ellos sabemos que, producto de su lucha por sostener la República, su pensamiento era finalmente de una izquierda ética convencida.

Enrique Beltrán y Marcel Prenant: una visión del materialismo dialéctico

Enrique Beltrán Castillo fue un parteaguas en la historia de la ciencia en México. Es considerado el primer biólogo de su país, aunque en sentido estricto se licenció como profesor académico en ciencias naturales. Fue el promotor y fundador de varios establecimientos de estudios biológicos que a la fecha existen. Podemos decir que fue un admirador convencido y reflexivo de Darwin; si bien admiraba a Lamarck, fue agnóstico en lo relacionado con la herencia de los caracteres adquiridos.

241

Beltrán forjó su pensamiento político-biológico derivado de los antecedentes inmediatos generados en la travesía de la Revolución Mexicana. Se formó académicamente en sus inicios bajo la tutela del químico farmacéutico Alfonso Luis Herrera, naturalista que, durante el *impasse* resolutorio de la Revolución, digamos entre 1915 y 1927, generó un extraordinario organigrama dedicado a la historia natural: fundó el centro de experimentación conocido como la Dirección General de Estudios Biológicos, el Museo de Historia Natural, el Zoológico de la Ciudad de México, y tuvo una carrera avocada específicamente a las cuestiones biológicas en la entonces Facultad de Altos Estudios de la Universidad de México, donde escribió el primer libro de biología de la nación. Fue el primer introductor científico de Darwin en México. Todo ello le sería arrebatado en el primer tercio del siglo XX debido a las conspiraciones de Isacc Ocheterena, el jefe máximo de la biología mexicana en un periodo que abarcó quince años. Luego de transcurrida la autonomía universitaria, Beltrán mismo se quedaría sin empleo tras esa toma de decisiones.

Dichas prácticas generadas tras la fundación de la nueva universidad —que se declara autónoma del poder político en 1929— hacen que Beltrán mantenga un alejamiento hacia este centro de estudios superiores posherrerriano, conocido desde entonces como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A su regreso

de los Estados Unidos, ocupará el puesto de profesor durante un lapso corto en la recién creada carrera de biología de la nueva universidad. Beltrán siempre dudó de la sinceridad con que se había forjado la autonomía universitaria, pues creía que, más que para defender la libertad de cátedra, escondía fines discriminatorios y racistas que buscaban escapar al arribo de la educación socialista.¹² Precisamente en torno a su visión social, Beltrán aclara que fue el materialismo de su mentor Herrera, así como su corta estancia en la masonería, la razón por la que comenzó a defender los principios propuestos por el marxismo. Lo cierto es que había sido testigo de hechos clave en la historia de su país que le hicieron ver como impostergable la introducción de las tesis progresistas de izquierda en la educación. Fue testigo de la forma en que grupos conservadores religiosos prohibieron el primer libro de biología mexicano, de corte estrictamente materialista, escrito por Herrera en 1904. Del mismo modo, ha referido en su autobiografía que mantuvo una fuerte reacción contra la guerra cristera que se oponía a las reformas en la Constitución (Beltrán, 1977).

Llegado el momento en que gana la presidencia un gobierno que incorporaba algunos elementos del marxismo, se permite con ello el arribo del artículo tercero constitucional redactado dentro de las leyes en 1934, en el se inscribe que la instrucción debía ser laica y gratuita e incluso socialista. Esta ley fue cambiada y moderada en gobiernos posteriores. Beltrán forma parte de esta nueva corriente de izquierda dentro de la educación; incluso perteneció al partido comunista mexicano, que lo expulsó tras haber aceptado la Beca Guggenheim con la que pudo realizar un doctorado en los Estados Unidos. Eso ocurrió luego de salir del centro de investigación dirigido por Herrera. Como resultado, Beltrán mantuvo a partir de entonces sus prerrogativas de izquierda para sus proyectos educativos sin militancia en ningún partido y sin fundamentalismos.

242

De regreso a México, sin duda la influencia de mayor rigor hacia el materialismo dialéctico se debió a que conoció a Marcel Prenant, un biólogo marxista francés que escribió un libro que causó impacto en Beltrán, titulado *Marxismo y biología* (1936) y que Beltrán tradujo al castellano en 1940. Prenant también escribió *Darwin, un hombre y su época* (1940) donde aclama los fundamentos cardinales expresados por el biólogo inglés sin dejar de ser crítico ante sus deslices xenófobos. Este último libro fue traducido a varios idiomas.

Para Prenant, el capitalismo se apresura a denunciar y magnificar los tropiezos científicos del socialismo real; en este sentido, la biología sería el escenario sobre el cual se fraguan las estructuras de cómo debe ser definida la vida, cuál es la forma más idónea de utilizar los recursos naturales y cuál es la mejor forma de tener una definición de las capacidades del hombre en relación a su raza y su desenvolvimiento histórico y moral. La finalidad capitalista de todo ello, según la visión marxista de

12. Ya decía Bremauntz, redactor de la ley socialista en educación: "Creada como Real y Pontificia Universidad de México, ha sido el principal centro de cultura del país, desde la colonia; pero ha tenido la desgracia de aferrarse a su tradición conservadora, siendo ello consecuencia, entre otros motivos, de que una mayoría de alumnos y maestros han pertenecido a las clases acomodadas, las que en todo tiempo han defendido el control de la Universidad a toda la república" (1934: 403).

Prenant, era justificar la explotación de los recursos naturales y del hombre mismo por otros que a su vez decían ser superiores. Por ello Prenant creía que la ciencia pasaba a ser pragmática si bajo la metodología objetiva se mostraba contraria a los intereses del *establishment* capitalista.

“Marx y Engels ayudaron [al proletariado] aplicando el método científico a las ciencias humanas, justificando por este método las aspiraciones de la clase oprimida” (Prenant, prólogo a Beltrán, 1945a: XVII).

“Más aún que la física, las ciencias biológicas son el campo de acción de los pescadores de río revuelto y de los falsificadores más o menos conscientes. Esto se debe ante todo a que el ser viviente aparece fácilmente como misterioso. Se debe también a que el hombre es un ser viviente, y que la biología, en ciertos aspectos, está muy cerca de las ciencias sociales” (Prenant, prólogo a Beltrán, 1945a: XVII).

Del mismo modo, no debían caber explicaciones xenófobas que hicieran uso de explicaciones del pasado o el presente en relación a la herencia biológica. Así el materialismo dialéctico se dejó sentir en varios rubros de la Constitución mexicana al dejar estipulado por ley que no debe haber distingos de raza. Prenant remarcaría en *Raza y Racismo* el aspecto legal común entre el socialismo soviético y la Revolución Mexicana:

243

“Por esta razón [la lucha contra el racismo] es por lo que, para terminar, debemos rendir un homenaje lleno de emoción a las dos revoluciones (...) la Revolución Soviética, que ha devuelto la libertad a los pueblos colonizados por el zarismo, y la Revolución Mexicana, que ha tomado medidas eficaces para el desarrollo económico y cultural de los indios explotados, y la cual por la boca del Presidente Cárdenas ha hecho tan elocuentes y justos llamados a la unión del pueblo mexicano por encima de cualquiera diferencia de razas” (Prenant, 1940: 106-107).

Para el prólogo del libro sobre materialismo dialéctico de Beltrán, titulado *Problemas Biológicos. Ensayo de Interpretación Dialectica Materialista* (1945), Prenant sugería que se les debía hacer ver a los trabajadores que su clase social tenía intereses completamente opuestos a los de las capas superiores, razón por la que se debía fundar universidades obreras.

“El profesor Enrique Beltrán, catedrático de la Universidad de México, presenta aquí al público la materia que ha enseñado en la Universidad Obrera, Naturalista de gran valor, marxista muy competente, pedagogo eminente, el profesor Beltrán estaba especialmente calificado para escribir una biología marxista” (Prenant, prólogo a Beltrán, 1945a: XX).

Ya enfundado en un preciso conocimiento de los aspectos biológicos de su tiempo y tomando en cuenta los antecedentes antes mencionados, Beltrán escribe lo siguiente para la introducción de su libro prologado por Prenant:

“El materialismo dialéctico ha conservado la posición fundamental del viejo materialismo, cerrando el camino del idealismo, manteniendo la afirmación fundamental de que las ideas y pensamientos de toda índole no son sino el reflejo de un mundo material que existe independiente y anterior a la mente que lo percibe” (Beltrán , 1945a: 17).

“Pero al revés del materialismo mecanicista, el materialismo dialéctico trata al mundo no como una cosa estática sino como algo dinámico, en continuo proceso de transformación, de tal manera que todo lo existente es y no es al mismo tiempo, en el sentido de que en cada momento está cambiando para modificarse y, sin embargo, está conservando cierta identidad consigo mismo” (Beltrán , 1945a: 17-18).

244

En el capítulo denominado “La materia viviente, su estructura y su función”, Beltrán deja claro con gran capacidad de síntesis, según los conocimientos de la época, los principales aspectos bioquímicos sobre la función celular y lo relacionado con la meiosis y la mitosis. En relación a este tópico, Beltrán habría reflexionado sobre el terreno que estaba ganando la genética de Morgan. Beltrán comienza a notar que ya se hacía referencia sobre la existencia de una molécula viva funcionalmente jerárquica que sería la que constituye al cromosoma, restándole importancia a la participación del citoplasma en la cuestión de la herencia. Es por ello que serán citados contemporáneos que subrayaban la importancia de la interdependencia del protoplasma con el núcleo. De esta manera, los cromosomas no tendrían por qué ser la estructura central de toda la homeostasis celular, pues para su construcción se requiere del medio circundante. Escribirá Beltrán citando a Lepescku:

“En efecto, la característica fundamental de los seres orgánicos es la propiedad que tienen de tomar continuamente del medio materiales distintos a ellos, y transformarlos después por medio de la asimilación, en otras que le sean idénticas” (Lepescku, 1930, tomado de Beltrán, 1945a: 34).

El divorcio entre el citoplasma y el núcleo, como proponía la teoría genética, se creía contrario a los postulados marxistas, y por ello justifica su visión dialéctica apegada a la función celular en todo momento. Así, por ejemplo, Beltrán consideraba que el fenómeno de la división celular era una típica muestra de biología y dialéctica. Las fases de la división celular así lo parecen indicar:

“La multiplicación del volumen en el crecimiento se ha convertido bruscamente, en una dirección del volumen en la reproducción celular, Bello ejemplo biológico de dos posibilidades del método dialéctico, los saltos o crisis en la Naturaleza y el cambio de cantidad en los fenómenos de organización” (Beltrán, 1945a: 41).

Aunque los cambios deben ser determinísticos, el determinismo al que adscribe Beltrán no es el que exhibe la biología moderna: es decir, el genético, sino que adscribe a la explicación de los fenómenos causales, de tal manera que en una progresión de eventos hay un encadenamiento de hechos objetivos y todas las causales tienen una progresión lógica, sin finalismos de ninguna especie, como bien expresa el “invocar una entidad superior capaz de fijar esa meta, conceptos ambos que salen sobrando en biología moderna” (Beltrán, 1945a: 37).

En el capítulo tercero titulado, “La adaptación de los seres vivos”, Beltrán considera que es imposible no suponer que, bajo ciertos límites, hay un cierto ajuste adaptativo del organismo por influencia del medio ambiente; a su vez, el medio también se modifica por influencia del organismo. Beltrán nunca tipificó de lamarckianas estas explicaciones, aunque algunas publicaciones extranjeras de la época así lo dejan ver, puesto que tenían capítulos dedicados a sostener el neolamarckismo (Johnstone, 1932). De lo anterior, Beltrán, desde su visión dialéctica, nos menciona algo que elimina por completo el carácter metafísico sobre las transmutaciones en el devenir de los tiempos. De acuerdo con esto, los procesos nunca alcanzan el equilibrio; no existen organismos ajustados a su entorno, como así lo preconizaba Aristóteles, mas tampoco se observa que caigan fulminados cuando se trastornan en cierto grado las variables de su nicho original. Beltrán tratará de evidenciarlo formulando la idea de que, si un cambio extremo transita de manera menos brusca, podría pasar que el organismo, alterado en su contexto bajo esta prerrogativa, se adaptase hasta ciertos límites. Reitera que, aunque esto sólo ha sido evidenciado en condiciones experimentales, de alguna manera la evolución ha permitido cierto ajuste de los organismos para que no fueran abandonados del todo al confrontarse al medio. Eso, según Beltrán, era la prueba de la inexistencia de finalismo alguno: no existen las adaptaciones perfectas ni los equilibrios eternos, pues hay un continuo cambiante.¹³

245

“Cuando consideramos un ser viviente, nos es imposible hacerlo como si se tratara de un objeto aislado en la naturaleza, tenemos que pensar en ese organismo existiendo en un medio cualquiera. En consecuencia, siempre que hablamos de un ser viviente, estamos tácitamente haciendo referencia al complejo ‘organismo-ambiente’, en que consideramos como ambiente todo aquello que no

13. Es curioso que este guion fuera nuevamente experimentado no hace mucho por el gran microbiólogo Joseph Cairns (1988), que relata cómo una colonia de bacterias superó el reemplazo (sin brusquedad) de su contexto nutritivo normal por otro que se suponía no metabolizable. Si bien hoy este experimento se exhibe como neodarwiniano, Cairns jamás abandonó la posición de que el experimento sólo puede ser explicado lamarckianamente. Según Foster, la discusión había hecho salir del clóset a cientos de lamarckianos (Foster, 1993).

podemos considerar como el propio organismo. Ahora bien, la sola coexistencia de un organismo y su medio ambiente determinados nos indican, forzosamente, un cierto grado de ajuste entre ambos. En efecto, tomemos a un organismo cualquiera y cambiemos radicalmente su medio, por ejemplo: pongamos en agua dulce un ser vivo o viceversa: o sometamos a los rigores del frío a un organismo ecuatorial (...) ¿Qué sucederá? en la mayoría de los casos será el que el propio sentido común nos hace esperar, el organismo tan bruscamente cambiado sufrirá graves consecuencias, que incluso podrán ser causa de su muerte” (Beltrán, 1945a: 45-46).

De esta manera, si un organismo que vive en un ambiente A es cambiado a un nicho B cuyas condiciones respecto de A son radicalmente antagónicas, según Beltrán los finalistas dirán como primer punto que no se adaptará, puesto que los que viven en A están destinados a vivir en ese lugar. Contradiciendo esta aseveración, Beltrán despliega evidencia para el caso del pez Alosa, del cual se sabe que es alta la mortandad de sus huevecillos en las condiciones de su hábitat natural. Paradójicamente, la sobrevivencia de los huevos mejora de manera notable bajo un ajuste de la temperatura y la salinidad en condiciones experimentales. Esto es indicativo de que la especie en su nicho original tiene la maquinaria para ajustarse a las adversidades. Eso, según Beltrán, niega los finalismos:

246

“Con respecto al primer punto, el hecho de que los organismos existen en un medio dado y que las especies persisten en él sin extinguirse en condiciones naturales, nos indica que hay una adaptación bastante aceptable. Pero al mismo tiempo, experimentos llevados a cabo por diversos autores, nos enseñan que no siempre los seres viven en los medios que pueden considerarse óptimos para su existencia. “En consecuencia, cualquier modificación de dicho medio tendrá un efecto determinado sobre la materia viviente y a la vez el sistema de intercambios que dicha materia establece con el medio estará modificándose éste incesantemente, en un encadenamiento de fenómenos que da un bello ejemplo para su explicación” (Beltrán, 1945a: 47).

“Se conoce una Alosa americana que en la Naturaleza pone en agua dulce, a 12 ° C y en la luz, mientras que las mejores condiciones posibles, determinada en el laboratorio, son un agua salobre con 7.5 de sal por millar, una temperatura de 17 ° C y la obscuridad. De esta discordancia resulta una fuerte mortalidad de los huevos, lo que no impide sin embargo que la especie sobreviva” (Beltrán, 1945a: 47-48).

Una cuestión fundamental del materialismo dialéctico que siempre preocupó a Marx y a Engels fue la forma en que el capitalismo exfoliaba sin previsión a la naturaleza. Sin duda es un problema que ha preocupado mucho a los naturalistas dialécticos, desde Lamarck hasta Lewontin, y en cierta forma a Darwin también. Beltrán abundó en esta propuesta:

“En efecto, la obra social del hombre ha modificado las condiciones de la tierra y su carácter de medio ambiente para animales y vegetales. El desmonte llevado a cabo con el hacha y el fuego, la desecación de pantanos y marismas, la apertura de canales, la construcción de presas y obras de irrigación, no solo han acabado con muchas especies de animales y plantas sino que al mismo tiempo han hecho imposible la vida para muchas otras (...) con la tala de los bosques y las labores agrícolas mal conducidas, se han hecho casi inhabitables convirtiéndolas en páramos arenosos” (Beltrán, 1945a: 58).

Beltrán y el enfoque genocéntrico

El esquema racionalista de los dialécticos en ningún modo pudo superar el poderoso materialismo mecánico de Morgan y sucesores; sus resultados preliminares, sostenidos con una estadística de primer nivel, concretaron de manera convincente el perfil hereditario que se tenía contemplado primeramente en las hipótesis (Allen, 1979). Queda claro que la genética clásica o mendeliana de Morgan y de sus sucesores generó una magnífica evidencia que se puede corroborar en cualquier parte del planeta; sin embargo, varias de las predicciones que siguieron ya no estaban basadas en evidencia empírica, sino en una lógica a partir de la cual Morgan contemplaba que la naturaleza del núcleo celular sería de aquí en adelante unilateral y no dialéctica (Allen, 1979). Morgan da poca importancia a la herencia citoplásmica o extracromosómica, que en alguna de sus variadas líneas de investigación tenía datos de relevancia que permitieron el surgimiento de lo que a la postre sería la revolución epigenética (Holliday, 2016).

247

Por cierto, los genes no eran en ese momento más que partículas ficticias que se encontraban empujadas en los cromosomas. Con el conocimiento de la molécula de ADN, y habiéndole asignado el papel de principal agente transmisor de la herencia, fue posible seguir experiencias que parecían completar a la perfección el esquema morganiano. El problema que se suscita con ello es que existía entonces la creencia de que un conjunto de genes discretos definía a las razas.

Beltrán adscribe a la teoría genética de Morgan hasta cierto punto, pues también creía en una herencia citoplásmica como la de Sonneborn (Preer, 2016) o la propuesta parcialmente agenética de Richard Goldschmidt (Goldschmidt, 1933), y se opone a que el núcleo y los cromosomas sean las únicas estructuras que comanden las acciones de la célula:¹⁴

“En la actualidad, la transmisión de la mayor parte de los caracteres hereditarios que presentan los seres vivos, se explica por la acción de los genes y su reparto en los descendientes de acuerdo con las

14. No se sumó tampoco a las derivaciones posteriores con que se dio pie al racismo biológico, que definitivamente no es de Morgan. Cabe aclarar que Morgan expresó enfáticamente que no era racista ni creía en la eugenesia.

leyes mendelianas. En consecuencia, con este punto de vista, las variaciones que aparecen en los organismos serían la resultante de combinaciones diversas de los genes, originadas por el cruzamiento de seres con distintas características. Esto podría satisfacerlos para explicar las diferencias individuales o familiares (tomando la palabra familia en el sentido humano y no en el taxonómico); pero resultaría insuficiente para explicar la evolución de las especies en toda su enorme variedad, puesto que las profundas diferencias que separan a los organismos de grupos alejados son algo más que la simple modificación en el arreglo y distribución de los genes (Beltrán, 1945a: 95).

Los puntos anteriores han demostrado la enorme influencia de la herencia cromosómica, como se llama a esta clase de herencia por los genes, que se suponen contenidos en la cromatina que integra los cromosomas. Y algunos autores han llegado a suponer que el núcleo es el vehículo único de la herencia. Esta posición, a más de ser totalmente antidialéctica al postular un estado de inercia en la parte de la célula que más activa se muestra en su metabolismo, choca con la observación de los hechos y aún ha sido desmentida con experimentos de laboratorio cuidadosamente conducidos. En efecto, la observación nos enseña la existencia en el citoplasma de organitos celulares que se autoperpetúan como las mitocondrias, el centrosoma, el aparato de Golgi, etc., y es de pensarse que éstos influyan en cierta medida en los fenómenos hereditarios. Pero, además, experimentos muy cuidadosos han demostrado la enorme importancia del citoplasma en la determinación de los caracteres hereditarios más generalizados” (Beltrán 1945a: 97-98).

248

Antes del arribo de grandes dialécticos como Levins, Lewontin y Rose, Beltrán, siguiendo a Prenant, se deslindaba del determinismo genético que ya se anunciaba desde el tercer lustro del siglo XX.^{15 16}

Sobre la evolución biológica

Sobre la evolución, y como Prenant, Beltrán hace aclaraciones sobre la obra de Darwin ciñéndose a la doctrina de Boris M. Zavadovski, a quien cita para hacer referencia a que los problemas metodológicos burgueses de Darwin fueron salvados por Lenin,

15. “Los genes no determinan a los organismos. No hay una secuencia de ADN que contenga la información necesaria para la especificación de una proteína. Los pliegues de una proteína dependen de un particular estado del citoplasma de la célula” (Lewontin y Levins, 2007: 82).

16. Hay cierta convergencia entre lo dicho por Beltrán y los nuevos hallazgos sobre epigenética, es decir: no todo lo hacen los genes. En el caso del sistema de los llamados ARN no codificantes, se ha observado que su función principal es participar y producir cambios en la expresión genética a través de un mecanismo que parece efectuarse en las intermediciones del núcleo y extracelularmente de un sistema a otro (Smythies, Edelstein y Ramachandran, 2015).

Marx y Engels.¹⁷ Aunque siempre se dijo darwinista convencido o campeón del darwinismo, lo cierto es que mantenía un fuerte apego a Lamarck; después de todo, su mentor Alfonso Luis Herrera creía que Darwin era un continuador del invertebrista.

En su ensayo sobre materialismo dialéctico y biología, escrito en 1938 pero publicado hasta 1945, deja mal parado a Lamarck. Es posible que no hubiera tenido forma de hacer enmiendas al respecto, pues también para 1945 publicará su libro *Lamarck. Intérprete de la Naturaleza* (1945b), donde hace reconsideraciones positivas a la obra del llamado “Linneo francés” sin suscribirse a la herencia de los caracteres adquiridos. Más tarde, para sus libros de texto de biología de los años 60, Beltrán intentará dejar aclarada su posición y nos dirá su pensamiento sobre Lamarck, aun cuando era ya insostenible cualquier referencia al invertebrista para aquel momento.

“La hipótesis de la herencia de los caracteres adquiridos, que es la parte vital del lamarckismo, gozó en una época de gran crédito y popularidad, pero como múltiples observaciones y experiencias realizadas han demostrado lo dudoso de tal hipótesis, las investigaciones actuales tienden más bien a descubrir qué clase de variaciones son las hereditarias y cuál es el mecanismo de la transmisión. Por otra parte, algunas de las ideas sustentadas por Lamarck, como las referentes a que los órganos rudimentarios revelan su posible procedencia de antepasados que los tuviesen bien desarrollados, que la sucesión orgánica se produce de lo simple a lo complejo, y que las series orgánicas no forman líneas continuas, sino que adoptan una disposición arborescente, son conceptos aceptados hoy de un modo muy general por los hombres de ciencia” (Beltrán, 1963: 283-284).

249

Beltrán jamás aceptó que fueran válidos los experimentos que se hicieron a favor del lamarckismo, pero considera con este párrafo que Lamarck es algo más que la herencia de los caracteres adquiridos. A Darwin, a quien Beltrán admira profundamente, nunca le dedica un libro, quizás debido al poco éxito obtenido de sus primeros escritos, que fueron precisamente el de su ensayo sobre biología y materialismo dialéctico (Beltrán, 1945a) y el dedicado a Lamarck (Beltrán, 1945b).

En la obra dedicada al invertebrista por los 150 años de su muerte, describe de manera muy precisa en varios capítulos el descrédito que, a su juicio injustamente, ha sufrido Lamarck desde la época de George Cuvier. Beltrán considera que Darwin también contribuyó a ello y llega a proponer que el inglés mantuvo resentimientos contra el invertebrista, a quien le reprochaba haber recogido las mismas propuestas

17. Zavodovsky señaló lo siguiente: “A este respecto la concepción dialéctica del desenvolvimiento universal —probado por Hegel y materialmente remodelado por Marx, Engels y Lenin— cubre la teoría darwiniana de la evolución orgánica, que es la expresión concreta del proceso dialéctico aplicado a la forma biológica de moción de la materia, y al mismo tiempo hace posible salvar su número de errores metodológicos y contradicciones en esos asuntos, acumulados dentro de los límites de las ciencias naturales burguesas” (tomado de Beltrán, 1945a: 130).

de su abuelo Erasmo. Posiblemente el encono se debía a que Darwin veía en Lamarck a la única figura que podría opacarlo con el tiempo. Incluso sugiere que podría ser todo eso en conjunto. Es definitivo que después del regreso del Beagle, a Darwin le incomodaba que lo compararan con Lamarck.

Beltrán dedica al centenario de *El origen de las especies* un fascículo monotemático en su revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. En la pluma de varios autores, el fascículo vierte muchas explicaciones precisas para la construcción del darwinismo: desde Mendel hasta el neodarwinismo de Morgan. En su artículo titulado “El impacto de Mendel” (1965), a más de veinte años del escándalo de Lisenko, Beltrán refrenda su agnosticismo expuesto sobre el agrónomo soviético. Beltrán ha referido que quien se sumó y hasta dijo entender a fondo a Lisenko fue Isaac Ochoterena. Algunos biólogos jóvenes en ese momento así lo hicieron, aunque más tarde se tuvieron que desdecir.

Beltrán, en el fondo, nunca dejó de manifestar su admiración por Lamarck, aunque de manera categórica dijo que en ningún modo era lamarckiano. Había muchas razones por las cuales Beltrán se identifica con Lamarck: participó en una revolución; fue un educador posrevolucionario; creía en la igualdad de derechos; denunció las injusticias sociales; ambos denunciaron la exfoliación que el hombre hacia a la naturaleza.

Beltrán jamás mencionará ni refiere nada de los dichos de Engels en relación a Lamarck. No obstante, sugiere, como lo han hecho otros, que Lamarck siguió y fundó el método dialéctico aplicado a la biología (Lyndia, 2005).

250

“La comparación de esos dos párrafos no puede ser más ilustrativa. En un escritor tan cuidadoso y a veces prolijamente meticoloso como es Lamarck, cuando trata de dejar bien sentadas sus ideas fundamentales hablar de «la Naturaleza o su autor, al crear», como la opinión sostenida por sus contemporáneos y decir solamente «la Naturaleza al producir», para expresar su propia y opuesta opinión, nos indica cuál era su posición filosófica” (Beltrán, 1945b: 41).

En el último capítulo de su libro sobre materialismo dialéctico, dedicado al racismo, Beltrán aduce que de ninguna manera adopta la postura de que un conjunto de genes pueda determinar una raza. Mucho menos cree que exista una raza superior a otra. Explica que sin duda hay diferencias evidentes entre los humanos, pero nada indica dentro de las explicaciones biológicas que se justifique la selección artificial de unos sobre otros y menos que una de las razas deba aplastar a las demás, como sugirió el fascismo.¹⁸ Beltrán concluye que las ciencias sociales son las que deben ocuparse de tales asuntos, sin negar las evidencias de la ciencia de la biología.

18. Aunque Spencer se dijo lamarckiano, no leyó bien a Lamarck. Lo cierto es que Lamarck dejó clara su posición al respecto: si bien creía que probablemente la raza blanca era superior, mantenía la idea de que con la mezcla de ellas se equalizarían los rasgos físicos y morales entre los distintos individuos. Marx pensó algo muy similar. De Darwin abundaremos sobre esto en las consideraciones finales.

“Para evitar el desprestigio del punto de vista biológico en el estudio de los problemas humanos, es menester reducirlo a sus justos términos: sacar de él todos los importantes frutos que pueden brindarnos, pero sin olvidar que, en los problemas de la humanidad, paralelamente al hecho biológico, se desenvuelve el hecho social, cuyo estudio requiere datos y técnicas distintos a los empleados en Biología” (Beltrán, 1945a: 172).

Beltrán, su legado

Durante su etapa inaugural, Beltrán trabajó en su primera especialidad, la protozoología, en la que se distinguió internacionalmente. Es de gran importancia que haya dedicado gran parte de su tiempo, una vez que adquiere plena madurez, a supervisar los programas de biología en secundaria, siguiendo con celo el esquema marcado por el artículo tercero constitucional. Durante esa época de gran vigor social e intelectual, genera los primeros libros de texto de biología adaptados para secundaria. Funda junto a otras personalidades la Universidad Obrera, en la cual imparte clases siguiendo la prédica marxista. Como su maestro Herrera se dedica de manera semejante a impartir en la nueva Normal Superior de México y en la Escuela Nacional Preparatoria; fue uno de los fundadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y de la Universidad de Chapingo, instituciones creadas para permitir la entrada a los hijos de obreros y campesinos, situación que causó el enojo de las altas autoridades conservadoras de la UNAM.

En los años 60 vuelve a escribir sus libros de biología para nivel secundario, aunque sin el éxito que tuvo en su primera etapa. La situación cambia porque ahora se le prohíbe escribir sobre Lamarck; de hecho, a principios de los 70, y con la nueva reforma educativa, surgen críticos desde el gobierno que se oponen a cualquier adscripción al materialismo dialéctico en la educación (Teroba Lara, 1973). Esta y otras cuestiones fuerzan a Beltrán a abandonar sus proyectos. Dedicó la mitad de su vida a investigar sobre los recursos naturales autóctonos en el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, que él creó y que fue financiado por organismos internacionales.¹⁹

Desde esa misma institución da comienzo a la segunda época de la Sociedad Mexicana de Historia Natural con su respectiva revista, donde plasma con rigor los sucesos más importantes de la historia de la biología en México y de la biología en general. En esta sociedad se encontraban adscritos biólogos tanto antidarwinianos (Pierre Grasse) como exacerbados darwinianos (Dobshansky). A pesar de haber obtenido altas condecoraciones, como la Cruz de la Legión de Honor y la Medalla “Aldo Leopold”, otorgada por The Wildlife Society, y de que el Fondo Internacional para el Cuidado de la Vida Silvestre México otorgara un premio en su nombre por su defensa enconada de la protección de los recursos naturales (Sanmartín, 2016),

19. El Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables ya ha desaparecido y el nuevo edificio que pertenece a la UNAM no tiene ninguna placa que haga mención a él.

la realidad es que el México contemporáneo, ya con otra visión sobre la biología y el aprovechamiento de los recursos naturales, hace caso omiso a su valiosa visión. Tampoco vemos que sea reimpresa su obra completa, como así ha ocurrido con otros científicos nacionalistas de izquierda mexicanos. Quizás Beltrán sea visto como un resabio del pasado, ahora que es más necesaria que nunca la extracción sin límites de los recursos naturales por parte del orden internacional (Ribeira, 2018).

Consideraciones finales

En la práctica de la política de Occidente, se ha planteado como válida la cuestión etnocéntrica de la desigualdad, llegándose al grado de crear una tesis que ha viajado en el tiempo en el sentido de que existe un principio, una ley general cuasi-religiosa que la fundamenta. La tenemos expresada desde Platón hasta los modernos pensadores; antes, durante y después de Darwin, como es el caso de naturalistas como Carlos Linneo (1707–1778), el Conde de Buffon (1707-1788) y Georges Cuvier (1769-1832). Y ni hablar de filósofos como Kant (1724-1804), Hume (1711-1776), August Comte (1798-1857) y Herbert Spencer (1820-1903). Es claro que la tendencia etnocéntrica de Darwin ya existía con mucha anterioridad, era una propensión a la que se adaptaron la mayor parte de los grandes pensadores pre y pos-positivistas, y sobre todo, desde el tiempo en que se dependía de los recursos de las colonias y de la mano esclava, todo ello se justificaba en aras del progreso civilizatorio. No se debe criticar a la ligera a Darwin, pues, como en muchas cosas que no integraban su verdadera directriz, fue ambiguo en el ámbito social y político. Parecía tender hacia el etnocentrismo, pero nunca al grado de fundar el darwinismo social, obra de Spencer, que se había inspirado en una mala interpretación de Darwin y Lamarck.²⁰

252

Así, aunque Darwin tuvo expresiones xenófobas, paradójicamente en *El Origen del Hombre* de 1871 dice admirar la cultura azteca, pues leyendo sobre ella le resulta imposible verlos como razas inferiores o como salvajes, y algo similar dirá de los fueguinos cuando se adaptaron a las costumbres inglesas, a pesar de haber hablado mal de ellos en su estado natural durante su viaje por el Beagle. Declara en su correspondencia el horror que le causa la esclavitud desde que atestiguó un acto cruel en su niñez, hecho que debe de haber capitalizado moralmente, pues ya siendo un hombre de edad aporta una cuantiosa fortuna para encausar la emancipación de los afroamericanos en Norteamérica durante la Guerra de Secesión (Prenant, 1936). Incluso en *El Origen del Hombre* llega a afirmar que los más grandes pensadores y los hombres más inteligentes son los revolucionarios sociales. Años atrás, en su juventud, había hecho duras críticas hacia la Revolución Francesa y sus intelectuales. De lo anterior se comprende que el relativo etnocentrismo de Darwin era un condicionamiento propiciado por un imperialismo cultural que reinaba en la época. El racismo se veía como algo muy propio en Europa, donde las élites se gloriaban de haber doblegado

20. De la forma en que se perfilaban las tendencias más radicales del juicio etnocéntrico es que surgen la eugenesia y el nazismo. Se ha debatido en foros si de algún modo han participado en ello Darwin, Lamarck o ambos. Bajo un escrutinio estricto, y dicho con justeza, por supuesto que de ninguno de ellos, sino de sus tergiversadores.

históricamente civilizaciones poderosas. El mismo Darwin admite que por muy poco hubieran sido aniquilados por los turcos, pero que finalmente triunfa la inteligencia del caucásico.

Vemos, pues, que el etnocentrismo es desde siempre la razón de ser incrustada en los condicionamientos y las estrategias políticas y económicas de cualquier civilización avanzada. Posiblemente Darwin nos esté advirtiendo sobre ello; es decir, el etnocentrismo es universal en cualquier ser humano, pero, aunque todo hombre de cualquier civilización haya buscado instaurar su supremacía en la lucha por la vida, lo cierto es que, por ahora, el caucásico es la raza histórica dominante con una enorme capacidad tecnológica, guerrera, colonialista y financiera.

Con Darwin o sin él, el etnocentrismo científico nos alcanza al día de hoy. Aunque desde la biología fundamental se diga que es neutra e inocente, en el fondo siempre habrá alguien que la asimile y justifique para servir a los intereses de las potencias de Occidente. En este sentido, James D. Watson, co-descubridor de la estructura del ADN, suscribe a la idea de que la conducta superior está inscrita en los genes caucásicos (Oppenheimer, 2017). Y aunque Watson ha sido duramente cuestionado por sus correligionarios, sigue habiendo ejemplos donde se insiste en mantener esa posición de fundamentalismo biológico en aras del progreso (Ferreira, 2017).

Por otro lado, si de por sí también es erróneo el antiguo discurso sociológico de izquierda que intentó alinear a la herencia citoplásmica, lo es más al querer adscribir a la actual epigenética como nuevo modelo socio-biológico para combatir la desigualdad (Meloni, 2015). Por tanto, no es incorrecta la posición actual de la UNESCO, en el sentido de que —sin desatender los avances de la biología—, en el combate contra la desigualdad y en pro de los derechos humanos, estos derechos deben construirse bajo metodologías ajenas a supuestos teóricos sobre supremacía hereditaria y evolutiva.²¹

253

Una posición de miras más amplias es la que establecen algunos teóricos e investigadores de la epigenética o de la biología teórica, en el sentido de que el marco hereditario evolutivo debe extenderse hacia una reflexión más plural para no seguir teniendo una sacralizada idea de la genética ortodoxa (Laland, 2014; Newman, 2013).²² Cabe aclarar que varios de estos científicos no están tras la búsqueda de una teoría evolutiva neolamarckiana, sino que buscan que se explore la complejidad de la herencia en los organismos, pues hasta hace poco todo estaba centrado en lo que sucedía con el ADN. Por otra parte, es verdad que algunos de ellos exigen que se valore adecuadamente a Lamarck, dado que ha terminado la Guerra Fría y la historia real y el legado del personaje están lejos de ser objetivos (Lewontin, 2001; Lamm y Jablonka, 2015; Skinner, 2015).

21. Aunque ya sabemos que son inútiles las determinaciones sobre derechos humanos de dicha organización cuando las potencias de Occidente deciden imponer sus implacables resoluciones militares.

22. Véase: <http://extendedevolutionarysynthesis.com/about-the-ees/>. Consultado el 11/10/2018.

En este sentido adscribimos a tal posición y sólo a eso: valorar adecuadamente a Lamarck y su proyección positiva en la historia sin tratar de adecuar su ideario a alguna de las disciplinas actuales de la biología; sería del todo absurdo querer intentar crear una especie de neolamarckismo del siglo XXI.²³

Lo que es cierto es que se están cumpliendo de alguna forma las profecías apocalípticas sobre el exceso poblacional, expresadas desde Tertuliano en el periodo de la Roma Imperial hasta Malthus. Si la profecía malthusiana se ha ido cumpliendo es porque en la misma medida se han ido denunciando las causas capitalistas que la provocan; por ello no dejan de ser válidas las denuncias históricas diversas en relación a cómo se ha llegado a los excesos de la desigualdad. Estos son acompañados por desastres ecológicos, como aquellos derivados de la siembra extensiva de los transgénicos, coadyuvando al calentamiento global, y sin duda vienen siendo una distorsión sobre las aplicaciones útiles de la ingeniería genética cuyo genocentrismo, como ya decimos, debe ser revisado (Newman, 2013). Podemos decir que en varios puntos críticos los presagios de Marx y Engels se han ido cumpliendo y en ese sentido no han perdido actualidad (Deuche-Welle, 2018). Existen múltiples discusiones en torno al marxismo y sus derivaciones, pero originalmente sus fundadores plantearon un código social, político, moral y económico donde se asumieron y discutieron posiciones sobre el mejor modo en que el hombre debe proceder para usar los recursos naturales de manera sustentable, sin explotación humana ni exclusión. Si el presupuesto científico original ha requerido revisiones, lo cierto es que por lo menos sirvió de freno por algún tiempo al avance capitalista que, hoy convertido en neoliberalismo, despliega políticas que han puesto al planeta en el borde de su supervivencia (Ribeiro y Ribeiro, 2018).

254

En *Problemas biológicos. Ensayo de interpretación materialista dialéctica y Lamarck. intérprete de la naturaleza*, Beltrán fue verdaderamente visionario en este sentido, asumiendo una posición que, salvo algún sesgo pequeño, en mayor modo fue equilibrada sin correrse dogmáticamente hacia los extremos. Nunca tuvo que desdecirse con el tiempo. Con la desconstrucción del nacionalismo de izquierda —ese que a Beltrán le tocó asumir—, varias de las instituciones que fundó el primer biólogo de México han sido suprimidas o están teniendo un viraje neoliberal, lo que permite explicar la negación a su figura. A diferencia de los nuevos biólogos conservadores, es posible percibir una visión audaz y moderada desde el pensamiento práctico y no dogmático de Beltrán, que se hace más que patente conforme observamos las formas actuales con que las potencias se hacen de los recursos naturales de distintas partes del planeta, incluyendo el México actual.

No se necesitaba ser marxista para ver el rumbo que tomaba el capitalismo. Sin duda el materialismo dialéctico fue una herramienta de resistencia de innegable ayuda en un momento clave en la historia de México. Poco antes de dicho método de análisis, el México porfiriano, preñado de darwinismo social, planeaba desarrollar

23. La gastada expresión de “la herencia de los caracteres adquiridos” es una fraseología que Lamarck nunca expresó.

reformas aniquilatorias fundándose en una interpretación literal de ciertos positivistas europeos; esa terrible visión se había trasladado en el periodo posrevolucionario con la efímera formación de las sociedades eugenésicas, que no fructificaron porque ya no era su momento. Esas ideas quieren regresar, nunca se han ido, dado que, como lo han dicho muchos, “la reacción nunca duerme”. Habrá que buscar el nuevo método, tanto en lo teórico como en la praxis, para luchar otra vez contra este nuevo imperio de desigualdad sin olvidarnos de los hombres que anteriormente lo intentaron y que jamás se desdijeron como lo han hecho otros, tan sólo para prosperar.²⁴

Bibliografía

ALLEN, G. (1979): *Thomas Hunt Morgan: the man and his science*, Princeton, Princeton University press.

ARGUETA, V., NOGUERA, A. R., y GUTIÉRREZ, R. R. (2003): “La recepción del lisenkismo en México”, *Asclepio*, vol. 55, n° 1, pp. 235-262.

BELTRÁN, E. (1945a): *Problemas biológicos. Ensayo de interpretación dialéctica materialista*, México, Ediciones del Instituto de investigaciones científicas de la Universidad de Nuevo León.

BELTRÁN, E. (1945b): *Lamarck. Intérprete de la naturaleza*, México, Talleres Gráficos de la Nación.

BELTRÁN, E. RIOJA, E. ALCARAZ, J. y MIRANDA, F. (1963): *Biología: tercer curso para escuelas secundarias*, México DF, Ed. ECLAL/Porrúa.

BELTRAN, E. (1965): “El impacto de Mendel”, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, n° 26, pp, 33-86.

BELTRÁN, E. (1977): *Medio siglo de recuerdos de un biólogo mexicano*, México DF, Sociedad Mexicana de Historia Natural.

BOWLER, P. J. (1992): *The eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian evolution theories in the decades around 1900*, JHU Press.

24. Durante el conflicto de Lisenko en la Guerra Fría que duró hasta finales de los cincuenta, sobre los países llamados entonces del Tercer Mundo —se llamaron a sí mismos como “no alineados”, o sea, neutros— había mucha presión. Se sabe que se prohibían los viajes a los Estados Unidos a científicos que se alineaban al materialismo dialéctico (Dejong-Lambert y Krementsov, 2012).

BURGGREN, W. W. (2014): "Epigenetics as a source of variation in comparative animal physiology—or—Lamarck is lookin' pretty good these days", *Journal of Experimental Biology*, vol. 217, n° 5, pp. 682-689.

BUJARIN, N. I. (2003 [1931]): "Teoría y práctica desde el punto de vista dialéctico", *El Catoblepas*, vol. 15, n° 9. Disponible en: <http://www.nodulo.org/ec/2003/n015p09.htm>. Consultado el 7/5/2018.

BREMAUNTZ, A. (1934): *La educación socialista en México (antecedentes y fundamentos)*, México DF, Imprenta Ryvadeneyra.

CAIRNS, J., OVERBAUGH, J. y MILLER, S. (1988): "The origin of mutants", *Nature*, vol. 335, n° 6186, pp. 142-145.

CHARNEY, E. (2013): "Cytoplasmic inheritance redux", *Advances in child development and behavior*, vol. 44, pp. 225-255.

CONRAD, J. (2010): "Defending Engels, defending the dialectics of nature", *Marxist update*, October. En: <http://marxistupdate.blogspot.mx/2010/10/defending-engels-defending-dialectics.html>. Consultado el 7 de mayo de 2018.

DE GORTARI, E. (1971): *El método dialéctico*, México DF, Ed. Grijalbo.

256 DEICHMANN, U. (2016): "Epigenetics: The origins and evolution of a fashionable topic", *Developmental biology*, vol. 416, n° 1, pp. 249-254.

DEJONG-LAMBERT, W. y KREMENTSOV, N. (2012): "On Labels and Issues: The Lysenko Controversy and the Cold War", *Journal of the History of Biology*, n° 45, pp. 373-388.

DEUCHE WELLE (2018): "La obra de Marx no ha perdido actualidad". Disponible en: <http://www.dw.com/es/la-obra-de-marx-no-ha-perdido-actualidad/a-43598538>. Consultado el 7/5/2018.

DOMINGUEZ MICHEL, C. (1983): "Los marxismos mexicanos", *Nexos*, 1 de octubre.

ENGELS, F. (1979 [1875]): *Dialéctica de la naturaleza*. Disponible en: <http://www.mercaba.org/SANLUIS/Filosofia/autores/Contempor%C3%A1nea/Engels/dialectica-de-la-naturaleza.pdf>. Consultado el 7/5/2018.

ENGELS, F. (1964 [1878]): *Anti-Dühring*, México DF, Ed. Grijalbo.

FERRARO J. (1988): *¿Traicionó Engels la dialéctica de Marx?*, México DF, Ed. Itaca,

FOSTER, P. L. (1993): "Adaptative mutation: The uses of adversity", *Annu. Rev. Microbiol.*, n° 47, pp. 467-504.

GALLARDO, H. (1989): “Engels y Darwin en el origen del hombre. Elementos para una discusión”, *Revista de Filosofía Universidad de Costa Rica*, vol. 27, n° 66, pp. 361-378.

GARZA-ALMANZA V. (2013): “Lysenko y Ocheterena: Notas sobre la influencia del lisenkismo en la enseñanza de la biología en México”, *Revista CULCYT*, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, n° 50, pp. 4-17.

GAXIOLA CORTÉS, M. G. (1986.): *Historia de la biología en el siglo XX: La obra de Enrique Beltrán*, tesis de licenciatura, México DF, UNAM.

GOLDSCHMIDT, R. (1933): “Some aspects of evolution”, *Science*, vol., 78, n° 2033, pp. 539-547.

GUEVARA-FEFER, R. (2011): *El caso de José Joaquín Izquierdo y Enrique Beltrán, artífices de las Ciencias Naturales y de la memoria científica nacional*, tesis de doctorado, México DF, UNAM.

GUEVARA-FEFER, R. (2009): “El biólogo Enrique Beltrán Castillo Un científico humanista del siglo XX”, en A. Velasco Gómez (ed.): *Humanidades y crisis del liberalismo del porfiriato al estado posrevolucionario*, México DF, FFyL-UNAM, pp. 155-173.

HOLLIDAY, R. (2016): “Epigenetics: a historical overview”, *Epigenetics*, vol.1, n°, 2, pp. 76-80. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4161/epi.1.2.2762>. Consultado el 7/5/2018.

257

JINKS, J. L. (1964): *Extrachromosomal inheritance*, Prentice Halls Inc.

JORAVSKY, D. (1963): “Soviet Marxism and Biology”, *Nat. Law Forum*, n° 8, pp. 35-50.

JOHNSTONE, J. (1932): *The essentials of biology*, Londres, Edward Arnold & Co.

KUPRIYANOV, A. (2011): “The Soviet creative Darwinism (1930s-1950s): from the selective reading of Darwin’s works to the transmutation of species”, *Историко-биологические исследования* (Investigación histórica y biológica), vol. 2, n° 3. Disponible en: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-soviet-creative-darwinism-1930s-1950s-from-the-selective-reading-of-darwin-s-works-to-the-transmutation-of-species>. Consultado el 7/5/2018.

LALAND, K., WRAY, G. A. y HOEKSTRA, H. E. (2014): “Does evolutionary theory need a rethink?”, *Nature*, vol. 514, n° 7521, p. 161.

LAMM, E. y JABLONKA, E. (2015): “Dos legados de Lamarck: una perspectiva del siglo XXI sobre el uso/desuso y la herencia de caracteres adquiridos”, *INTERdisciplina*, vol. 3, n° 5, pp. 77-98.

LEVINS, R. y LEWONTIN, R. (1985): *The dialectical biologist*, Ed. AAKAR.

LEWONTIN, R., ROSE, S. y KAMIN, J. L. (1986): *No está en los genes: racismo, genética e ideología*, México DF, CONACULTA/Crítica.

LEWONTIN, R. C. (2001): *El sueño del genoma humano y otras ilusiones*, Barcelona, Paidós.

LYNDIA, R. (2005): "Lamarck et l'art des distinctions/Lamarck and the art of distinctions", *Revue d'histoire des sciences*, vol. 58, n° 1, pp. 145-168.

MALDONADO, A. V. (1965): "Idealismo contra materialismo dialéctico en la educación mexicana", *Historia Mexicana*, vol.15, n° 1, pp. 69-83.

MARGULIS, L. (2008): *Symbiotic planet: a new look at evolution*, Basic Books.

MELONI, M. (2015): "Epigenetics for the social sciences: justice, embodiment, and inheritance in the postgenomic age", *New Genetics and Society*, vol. 34, n° 2, pp. 125-151.

MUÑOZ RUBIO J. (2013): "Neo-Lamarckismo, epigénesis y explicaciones dialécticas de la evolución", *Jornadas de Investigación*, CICH-UNAM. Disponible en: http://computo.ceiich.unam.mx/jornadas/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=56. Consultado el 7/5/2018.

258

NEWMAN, S. A. (2013): "The Demise of the Gene. Capitalism", *Nature Socialism*, vol. 24, n° 1, pp. 62-72.

OPPENHEIMER, W. (2017): "Tormenta de críticas al Nobel Watson por despreciar a los negros", *El País*, 18 de octubre. Disponible en: https://elpais.com/diario/2007/10/18/sociedad/1192658406_850215.html. Consultado el 7/5/2018.

PIÑERO, D. (1996): "La teoría de la evolución en la biología mexicana: una hipótesis nula", *Ciencias*, n° 42, pp. 4-8.

PREER, J. R. (2006): "Perspectives, Anecdotal, Historical and critical commentaries on genetics: Sonneborn and the cytoplasm", *Genetics*, n° 172, pp. 1373-1377.

PRENANT, M. (1936): *Biología y Marxismo*, México DF, Universidad Obrera de México.

PRENANT, M. (1940): *Raza y Racismo*, México DF, Fondo de Cultura Económica.

PRENANT, M. (1945): "Prólogo al libro de Beltrán, XIV-XVII", en E. Beltrán (1945): *Problemas biológicos. Ensayo de interpretación dialéctica materialista*, México DF, Ediciones del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Nuevo León.

RAZRUN, G. (1978): "Systematic Psychology and Dialectical Materialism: A Soviet Story with non-Soviet imports", *Behaviorism*, vol. 6, n° 1, pp. 81-126.

RIBEIRO, S. (2018): “Monsanto-Bayer y la ciencia transgénica”, *La Jornada*, 14 de abril. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2018/04/14/opinion/021a1eco>. Consultado el 7/5/2018.

ROBINSON, S. K. (2016): “The political implications of epigenetics emerging narratives and ideologies”, *Politics & Life Sciences*, vol, 35, pp. 30-53.

ROBINSON, S. K. (2017): “More About Waddington: Socialism, Science and Epigenetics”, *The Nexus of Epigenetics*. Disponible en: <https://nexusofepigenetics.com/2017/08/23/epigenetics-and-socialism/>.

ROBLEDO, C. (2012): “Las generaciones de izquierda en México”, *El catoblebas*, n° 22. Disponible en: <http://www.nodulo.org/ec/2012/n122p04.htm>. Consultado el 7/5/2018.

ROYLE, C. (2014): “Dialectics, nature and the dialectics of nature”, *International Socialism*, n° 141. Disponible en: <http://isj.org.uk/dialectics-nature-and-the-dialectics-of-nature/>.

RUIZ, G. R. (1991): “¿Marx y Engels críticos de Darwin?, ¿Escribió Engels la “Dialéctica de la Naturaleza”?”, *Boletín de Antropología Americana*, n° 23, pp. 119-136.

SANMARTIN J. (2016): “Enrique Beltrán, 1903–1994”, *Centro de Estudios Lombardo Toledano*, SEP. Disponible en: <https://www.centrolombardo.edu.mx/enrique-beltran-1903-1994/>. Consultado el 7/5/2018.

259

SAGER, R. (1972): *Cytoplasmic genes and organelles*, Academic Press London Inc.

SKINNER, M. K. (2015): “Environmental Epigenetics and a Unified Theory of the Molecular Aspects of Evolution: A Neo-Lamarckian Concept that Facilitates Neo-Darwinian Evolution”, *Genome Biology and Evolution*, vol. 7, n° 5, pp. 1296–1302.

SLAVET, E. (2008): “Freud’s Lamarckism’ and the Politics of Racial Science”, *Journal of the History of Biology*, vol. 41, n° 1, pp. 37-80.

SMYTHIES, J., EDELSTEIN, L. y RAMACHANDRAN, V. (2014): “Molecular mechanisms for the inheritance of acquired characteristics—exosomes, microRNA shuttling, fear and stress: Lamarck resurrected?”, *Frontiers in genetics*, n° 5, pp. 1-3. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4030137/pdf/fgene-05-00133.pdf>. Consultado el 7/5/2018.

TEROBA LARA, C. (1973): “Una mala aplicación del materialismo dialéctico”, *Revista Educacion (SEP)*, vol. 1, n° 1, pp. 81-89.

VAN SPEYBROECK, L. (2002): “From epigenesis to epigenetics: the case of CH Waddington”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 981, n° 1, pp. 61-81.

VÁZQUEZ, J. Z. (2012): “La educación socialista de los años treinta”, *El Colegio de México*, pp. 408-423. En: <http://aleph.academica.mx/jspui/bitstream/56789/29872/1/18-071-1969-0408.pdf>. Consultado el 7/5/2018.

WADDINGTON, C. H. (1940): “The organizer and genes”. *EUA*. University Press.

WADDINGTON, C. H. (1942): “Canalization of development and the inheritance of acquired characters”, *Nature*, vol. 150, n° 3811, pp. 563-565.

WAGGONER, M. R. y ULLER, T. (2015): “Epigenetic determinism in science and society”, *New Genetics and Society*, vol. 34, n° 2, pp. 177-195.

WINDHOLZ, G. y LAMAL, P. A. (1991): “Pavlov’s view of the inheritance of acquired characteristics as it relates to theses concerning scientific change”, *Synthese*, vol. 88, n° 1, pp. 97-111.

WOLFE, A. J. (2012): “The Cold War context of the Golden Jubilee, or, why we think of Mendel as the father of Genetics”, *Journal of the History of Biology*, vol. 45, n° 3, pp. 389-414.

ZAVADOVSKI, B. M. (1931/2006): “Lo «físico» y lo «biológico» en el proceso de la evolución orgánica”, *El Catoblebas*, n° 48. Disponible en: <http://www.nodulo.org/ec/2006/n048p12.htm>. Consultado el 7/5/2018.

260

Cómo citar este artículo

BRAVO MORENO, J. F., ÁLVAREZ DÍAZ, J. A. y SOLÍS SOSA, V. E. (2020): “Panorama esquemático del marxismo en biología: el caso en México de Enrique Beltrán y la necesidad de una biología plural”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 233-260.

**La teoría de la imagen de Gilbert Simondon:
dimensiones y planteos para la filosofía de la técnica ***

**A teoria da imagem de Gilbert Simondon:
dimensões e abordagens da filosofia da técnica**

***Gilbert Simondon's Theory of the Image:
Dimensions and Problems for the Philosophy of Technology***

Andrés Vaccari **

Este trabajo se propone situar la noción de “imagen” en la filosofía de la técnica de Gilbert Simondon y en el contexto más general de debates actuales en la filosofía de la técnica. Simondon desarrolla este concepto en el curso de 1965-1966, publicado bajo el título de *Imaginación e invención*, pero no es mencionado en sus trabajos más célebres: *La individuación a la luz de las nociones de forma e información* y *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Este desfase plantea el desafío de conciliar la imagen con la teoría de la individuación previamente desarrollada por Simondon, especialmente en sus dimensiones psíquica y colectiva, donde la imagen se manifiesta. El propósito de este artículo es encarar este desafío en relación a la técnica. Se argumentará que la imagen no sólo es compatible con los lineamientos de la filosofía de la técnica de Simondon, sino que además la complementa y enriquece.

261

Palabras clave: Simondon; imagen; filosofía de la técnica

* Recepción del artículo: 16/05/2018. Entrega de la evaluación final: 07/09/2018.

** Universidad Nacional de Río Negro/CONICET, Argentina. Correo electrónico: avaccari@unrn.edu.ar.

Este trabalho visa situar a noção de “imagem” na filosofia da técnica de Gilbert Simondon e no contexto mais geral dos debates atuais na filosofia da técnica. Simondon desenvolve esse conceito no curso de 1965-1966, publicado sob o título de *Imaginação e invenção*, mas não é mencionado em seus trabalhos mais famosos: *A individuação à luz das noções de forma e de informação* e *O modo de existência dos objetos técnicos*. Essa defasagem coloca o desafio de conciliar a imagem com a teoria da individuação previamente desenvolvida por Simondon, especialmente em suas dimensões psíquica y coletiva, onde a imagem se manifesta. O objetivo deste artigo é enfrentar esse desafio em relação à técnica. Será argumentado que a imagem não é apenas compatível com as diretrizes da filosofia da técnica de Simondon, mas também a complementa e enriquece.

Palavras-chave: Simondon; imagem; filosofia da técnica

*This paper proposes to place the notion of “image” in Gilbert Simondon’s philosophy of technology and in the more general context of current debates in the philosophy of technology. Simondon developed this concept in his course of 1965-66, published under the title *Imagination and Invention*, but the term is not mentioned in his more well-known works: *Individuation in Light of Notions of Form and Information* and *On the Mode of Existence of Technical Objects*. This raises the challenge of reconciling the image with the theory of individuation previously developed by Simondon, especially in its psychological and collective dimensions, where the image is manifested. The aim of this paper is to face this challenge in the context of technology. It will be argued that the image is not only compatible with the framework of Simondon’s philosophy of technology, but that it also complements and enriches it.*

Keywords: Simondon; image; philosophy of technology

Introducción

En este trabajo me propongo situar la noción de “imagen” de Gilbert Simondon en su filosofía de la técnica y en el contexto más general de debates actuales en la filosofía de la técnica. Simondon desarrolla el concepto de imagen en el curso de 1965-1966, publicado bajo el título de *Imaginación e invención* (Simondon, 2013), pero dicho concepto no es mencionado en sus trabajos más célebres: *La individuación a la luz de las nociones de forma e información* ([2005] 2015) y *El modo de existencia de los objetos técnicos* ([1958] 2008).¹ Este desfase nos plantea el desafío de conciliar la imagen con la teoría de la individuación previamente desarrollada por Simondon, especialmente en sus dimensiones psíquica y colectiva, donde la imagen se manifiesta. El propósito del presente artículo es encarar este desafío en relación a la técnica. Argumento que la imagen no sólo es compatible con los lineamientos de la filosofía de la técnica de Simondon, sino que la complementa y enriquece.

En segundo lugar, me propongo demostrar que la imagen contribuye al esclarecimiento de una controversia central en la filosofía de la técnica contemporánea. Un valioso aporte de *Imaginación e invención* es el modo en que Simondon aborda sistemáticamente una serie de fenómenos que luego integrarían el núcleo de un debate alrededor de la naturaleza y función de las representaciones mentales en la acción técnica (la producción y uso de artefactos). Esta controversia enfrenta a dos amplios bandos: el representacionalismo (específicamente, como fundamento del intencionalismo en la filosofía de los artefactos: Dipert, 1995; Hilpinen, 2004; Baker, 2004; Thomasson, 2007; McLaughlin, 2003) y un conjunto de posturas anti-representacionistas entre las que se destacan la teoría de la agencia material (Kirchhoff, 2009; Malafouris, 2008 y 2013) y teorías ecológicas de la producción (Ingold, 2000, 2010 y 2012). El debate puede caracterizarse como parte de una red de controversias internas a diversas disciplinas y que no siempre se comunican entre sí. Los enfoques anti-representacionistas que estudiaremos a continuación responden a marcos teóricos específicos de la arqueología y de la antropología. Estos marcos no se relacionan directamente con el intencionalismo en filosofía de la técnica. Sin embargo, estas controversias participan de un nudo de problemas en común y se desarrollan contra el trasfondo de un legado filosófico compartido, una visión de la agencia y la cognición humanas. La teoría de la imagen de Simondon no sólo aborda de lleno estas controversias, sino que extiende su dominio a otros ámbitos mayormente ausentes en los debates en torno al representacionalismo. Un aspecto notable de la imagen, tal como la concibe Simondon, es su capacidad de atravesar y articular dimensiones de la técnica que usualmente se encuentran analíticamente disociadas; a saber, dimensiones materiales, corporizadas, psíquicas, cognitivas, culturales, sociales y políticas. En particular, me interesa examinar el rol de la imagen en la transindividuación, el aspecto psíquico y colectivo de la individuación. Mientras que la perspectiva analítica concibe a la representación mental como un epifenómeno interno a un individuo, Simondon entiende a la imagen como una entidad distribuida entre sujeto y objeto.

1. Es decir, en estos trabajos más conocidos, Simondon habla de “imagen” en su sentido corriente y no en el sentido técnico desarrollado en el curso de 1965-1966.

Comenzaremos por delinear el debate en torno al representacionalismo y la acción técnica. Se exponen brevemente la perspectiva intencionalista en la ontología de los artefactos y dos posiciones radicalmente anti-representacionalistas: la teoría ecológica y de la agencia material. La última parte de esta sección identifica los focos de la controversia, las *explananda* que las diferentes perspectivas teóricas se disputan. Estos puntos consisten en fenómenos ampliamente reconocidos de la técnica, tales como la reproducibilidad de los artefactos y la transmisibilidad del conocimiento técnico; por eso no debería sorprendernos que Simondon se proponga abordar estos mismos fenómenos. El segundo paso es caracterizar la noción de imagen tal como Simondon la presenta en el curso de 1965-1966, prestando especial atención a la dimensión técnica de la imagen; en particular, se hace hincapié en la imagen como agente de transmisión cultural y en su dimensión artefactual, como componente de la cultura material. También me propongo encuadrar la imagen en el contexto de la filosofía de la técnica desarrollada en *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Finalmente, la cuarta sección articula la noción de imagen con las *explananda* identificadas en el punto 1.4. Me propongo reconstruir el modo en que la teoría de la imagen replantea la controversia alrededor de la acción técnica y ofrece una explicación orgánica de sus fenómenos. Debemos tener en cuenta que Simondon parte de supuestos diferentes a los que forman el núcleo de los debates recientes; principalmente, el concepto computacionalista de “representación” y la noción analítica de “artefacto” son ajenos al marco filosófico de Simondon. Mi conclusión es que la teoría de la imagen de Simondon aborda exitosamente las cuestiones en el epicentro de la controversia, pero que sus términos son inconmensurables con los supuestos compartidos subyacentes a la discusión. Exploro brevemente un posible punto de encuentro entre Simondon y ciertas corrientes contemporáneas que buscan adoptar a este pensador dentro del enfoque enactivista.

264

La imagen asume las funciones principales de la representación mientras que logra superar los escollos filosóficos tanto del intencionalismo como de las posturas anti-representacionalistas examinadas aquí, a cambio de que adoptemos un vocabulario filosófico basado en supuestos ajenos al debate actual. En cualquier caso, el contraste entre estos diversos enfoques (intencionalismo, agencia material, teoría ecológica y teoría de la imagen) es un ejercicio filosófico que, en sí, aporta nuevas y valiosas perspectivas sobre problemas centrales en la filosofía de la técnica.

1. Representar o no representar: el estado de la cuestión en la filosofía de la técnica²

La confrontación entre intencionalistas y no intencionalistas constituye una controversia cardinal en la filosofía de la técnica actual (veáse Preston, 2013, para un excelente resumen y la defensa de una postura anti-intencionalista). El debate abarca un espectro amplio de problemas que incluye la ontología de los artefactos, la naturaleza de la agencia humana, y los mecanismos del cambio tecnológico. Los

2. Esta sección está basada parcialmente en la exposición presentada en Vaccari y Parente (2017).

aspectos cognitivos de la acción constituyen un punto de contacto entre la filosofía de la técnica y la filosofía de la mente, donde la noción de representación se ha constituido en el foco de una larga discusión. Es un debate que excede la filosofía e incumbe también a las ciencias sociales y humanas, tales como la antropología, la sociología y la arqueología. El meollo del debate concierne el estatus de las representaciones mentales en la acción intencional.

1.1. Intención y representación

La visión dominante de la acción técnica se erige sobre un marco intencionalista según el cual los objetos técnicos se definen como materia organizada de acuerdo con una representación mental previa. Beth Preston llama a éste “modelo de control centralizado de la acción” e identifica sus dos características principales: 1) un énfasis en la acción y planificación individuales; y 2) la dependencia de un modelo de producción en el que las formas son “impresas” en la materia (2013: 15-43). El modelo centralizado conlleva un cierto compromiso con el representacionalismo: la doctrina que mantiene que las representaciones mentales son fundamentales para la intencionalidad. De acuerdo con Thomasson, un artefacto “debe ser el producto de un proceso controlado de producción”, y esto implica “la imposición de un número de características intencionadas sobre el objeto” (2007: 58-59). La intención de hacer una cosa perteneciente a una clase artefactual K “por lo tanto debe implicar un concepto sustantivo (y sustantivamente correcto) de lo que un K es, incluyendo una comprensión de qué tipo de propiedades son pertinentes a K y la intención de realizar muchas de ellas en el objeto creado” (2007: 59). A su vez, las intenciones tienen un importe ontológico en cuanto la función define al “artefacto” como tal; es decir, como el producto de una acción intencional y, por lo tanto, distinto de un fenómeno físico o natural.

265

La representación, entendida como un “concepto sustantivo” que guía la intención, también nos ayuda a aclarar la naturaleza normativa de la acción técnica. La producción y el uso de artefactos se rigen por ciertos estándares del buen uso y la buena forma. De acuerdo con los intencionalistas, las normas son representaciones mentales que encauzan la acción. Su función es guiar las sucesivas etapas de la acción, generando la trama característicamente teleológica de nuestra interacción con los artefactos. Estas normas nos permiten establecer condiciones de éxito y juzgar si una acción ha cumplido los propósitos que le dieron origen. Las teorías intencionalistas de los artefactos hacen explícito este vínculo entre las normas y la direccionalidad de la producción. Según Livingston, podemos definir una intención como una actitud significativa que “representa una situación o estado de cosas deseado, así como algunos medios para ese fin” (2005: 8). El contenido representativo de una intención puede ser nebuloso, ya que siempre habrá un hueco entre los “rasgos esquemáticos de la construcción mental y los hechos concretos, reales que pueden llegar a hacer realidad el plan” (2005: 8). Livingston identifica cinco funciones centrales del contenido representacional de las intenciones: 1) iniciar y mantener una conducta; 2) dirigir las acciones específicas hacia la consecución de un objetivo; 3) terminar pronta y adecuadamente el razonamiento práctico; 4) ayudar en la coordinación del comportamiento del agente en el tiempo; y 5) ayudar a coordinar las interacciones entre los agentes (2005: 15).

Un intencionalista comprende la acción técnica como un aspecto de la razón práctica: la deliberación sobre los fines y los posibles cursos de acción que conducen a ellos. De esta manera, la agencia se teje a partir de una sucesión de estados intencionales y al menos algunos de estos estados requieren representaciones que, en el caso de la producción de artefactos, se corresponden con las funciones inscritas sobre la materia. Para un intencionalista, la materia misma (la conformación física de los artefactos, sus características estructurales y objetivas) no contribuye a esta determinación, sino que se concibe más bien como un portador pasivo o instrumento neutro de la acción humana.

Como podemos ver, el intencionalismo explica exitosamente la normatividad y teleología de la acción técnica, siempre y cuando aceptemos sus premisas. El modelo implícito en estos argumentos parece ser individualista: se toma como punto de partida un productor o usuario aislado, en el marco de una acción con un comienzo y final definidos. Sin embargo, las representaciones también son un fenómeno colectivo. Las culturas humanas tienden a producir varias copias de un mismo tipo de artefacto, siguiendo normas compartidas y relativamente constantes en el tiempo. La noción de representación, entonces, también se ajusta cómodamente a la explicación de la estabilidad histórica de los linajes artefactuales; éste es el problema de la “etiología de los artefactos”, las causas por las que los artefactos se producen y reproducen a lo largo del tiempo. Parece razonable suponer que la permanencia cultural de ciertas “formas” técnicas se sustenta sobre la base de representaciones compartidas.

1.2. Materialidad y producción

Al otro extremo, algunos teóricos en la filosofía y en las ciencias humanas y sociales han adoptado posturas explícitamente anti-representacionistas. Tomaremos el enfoque ecológico de Ingold (2000, 2007, 2010 y 2012) y la teoría de la agencia material de Malafouris (2004, 2008a, 2008b, 2008c, 2010, 2012, 2013, 2015a y 2015b) como dos casos ejemplares. A pesar de las diferencias entre sus perspectivas, ambos autores destacan el rol constitutivo de factores externos (tales como las características físicas e informacionales de objetos, materiales, y entornos) en nuestras interacciones con el mundo. Ingold y Malafouris cuestionan fuertemente la idea de que representaciones estáticas puedan dirigir la acción del agente y determinar las características físicas del artefacto terminado.

Para Ingold, la “visión estándar” presentada en la mayoría de los estudios sobre la cultura material pasa por alto las propiedades de los materiales al tiempo que subraya “cuestiones de significado y la forma; es decir, la cultura... opuesta a la materialidad” (2000: 340). La visión estándar supone que la forma final del artefacto es “totalmente explicable en términos del diseño que da origen a ella” (2000: 344) y que existe un modelo mental que contiene “una especificación completa que sólo tiene que ser ‘escrita’ en el material” (2000: 343). Ingold sostiene que las formas artefactuales, en estrecha analogía con las de los organismos, son “infradeterminadas de manera significativa por sus planes subyacentes” (2000: 344). La forma final surge del trabajo mismo y las “propiedades de los materiales están implicadas directamente en el proceso de generación de la forma” (2000: 345). Cuerpos y materiales se involucran en una retroalimentación mutua, lo que Ingold denomina un “campo de fuerza” (2000:

342). Tanto el crecimiento y la producción son procesos autopoiéticos que implican “la auto-transformación en el tiempo del sistema de relaciones dentro de la cual un organismo o artefacto se crea” (2000: 345). En el caso de la artesanía tradicional, el productor es parte de un sistema dinámico que es impulsado principalmente por los principios generativos presentes en las condiciones materiales de la producción. La actitud del artesano es de un “atento compromiso” (2000: 354). El artesano, escribe Ingold, “funciona desde dentro del mundo, no sobre él” (2000: 347). La contribución de contenidos mentales tiene un papel menor en el desarrollo de la forma del artefacto. El artesano puede aplicar “patrones, medidas y reglas empíricas”, pero ellas y ellos “no constituyen un diseño para los artefactos que produce, del mismo modo que los genes no constituyen un plano del organismo” (2000: 345). Este punto de vista contrasta con modelos de la acción humana que ven al artesano esencialmente como un operador que ejecuta las instrucciones codificadas en representaciones internas: “La intencionalidad y la funcionalidad (...) no son propiedades preexistentes del usuario y el útil, sino que son immanentes a la propia actividad, en la sinergia gestual del ser humano, herramienta y materia prima” (2000: 352).

Si los artefactos emergen integralmente de las condiciones proximales (próximas o inmediatas) de la producción, la permanencia histórica de los artefactos también debe ser explicada en referencia a la estabilidad subyacente de estas condiciones: “Si las formas son el resultado de procesos dinámicos, morfogenéticos, se sigue que su estabilidad puede ser entendida en términos de los principios generativos incrustados en las condiciones materiales de su producción” (Ingold, 2000: 346). En otras palabras, las formas son diacrónicamente estables debido a que las condiciones de su producción también se mantienen constantes. No es necesario postular la inscripción y transmisión cultural de conocimiento dado que la mera convergencia de materia, entorno y habilidad artesanal es suficiente para la generación de artefactos estables, exitosos y reproducibles.

267

Por su parte, tomando la actividad de la alfarería como su propio estudio de caso, Malafouris (2008) sostiene que los aspectos fundamentales de la producción de artefactos se llevan a cabo a niveles por debajo de la conciencia del artesano y del alcance de las representaciones mentales. Las acciones del alfarero requieren una estrecha retroalimentación entre la percepción y la acción en la que las presiones infinitesimales y los movimientos de los dedos se producen “con una necesidad mínima de almacenamiento y procesamiento interno” (2008: 22). La acción comienza con una manipulación de la arcilla en la que la mano se adapta a las *affordances* del material, en un “acoplamiento dinámico” entre “socios iguales” (2008: 24-25). Para Malafouris, la intencionalidad es una propiedad emergente de un involucramiento (*engagement*) que tiene lugar entre cerebros, cuerpos y artefactos. Estos componentes distribuidos actúan como “atractores dinámicos” que moldean el “campo de acción” y conforman, hasta cierto punto, las intenciones del artesano (2008: 28). En el curso de este trabajo, los “recursos físicos están totalmente integrados en el funcionamiento y el movimiento del agente” (2008: 32). Malafouris apela a la teoría de la cognición extendida, propuesta inicialmente por Clark y Chalmers (1998), en la que recursos cognitivos externos (inscripciones, objetos, características del entorno) son componentes legítimos de los procesos mentales, de modo que la mente se extiende más allá de los límites del cuerpo.

Ingold y Malafouris les restan importancia a los aspectos representacionistas y emplean la metáfora de la “danza” para caracterizar la interacción entre el trabajo del agente y las condiciones materiales de producción. Esta danza se caracteriza por ser sinérgica y armónica; sus interrupciones y reorientaciones, sus instancias de prueba y error, emergen del entramado de la práctica material. Otro punto en común es que ambos autores emplean el modelo del artesano (Houkes y Vermaas, 2009) como marco de análisis. El modelo del artesano toma a la producción en lugar del uso como el paradigma ejemplar de la acción técnica: un despliegue temporal que comienza con la materia prima y finaliza con el artefacto terminado. Al limitar la escala física y temporal del análisis, el modelo del artesano excluye la historia previa del artefacto, así como el proceso de adquisición de habilidades del artesano, restándoles relevancia causal para el acto de producción.

El blanco del ataque de Ingold y Malafouris es la noción computacionista de la representación que concibe a los fenómenos mentales como el procesamiento de símbolos. Ingold y Malafouris toman partido contra una noción de representación que quizá sea demasiado estrecha o incluso obsoleta. Malafouris expresa cierta ambigüedad al respecto. Por un lado, rechaza cualquier alusión a las representaciones mentales con el fin de argumentar que la materialidad tiene suficiente capacidad explicativa. Declaraciones programáticas fuertes como la siguiente son comunes:

“Las únicas representaciones con implicaciones sustanciales o reales para la cognición humana se encuentran fuera de la cabeza. Las representaciones internas son simplemente un intento engañoso de explicar el funcionamiento intrincado y desconocido de la mente y el cerebro humanos a través de un modelo más familiar: el del símbolo material externo” (Malafouris, 2013: 31).

268

En otros lugares, Malafouris reconoce que las “representaciones acopladas” son compatibles con la agencia material. Las neuronas, argumenta Malafouris, “no representan nada; las neuronas simplemente forman redes plásticas, que producen patrones de activación que están estructuralmente acoplados con el resto del cuerpo humano y el mundo material” (2013: 28). Sin embargo, en otras ocasiones, Malafouris cede terreno y respalda una teoría específica de la representación mental, la del constructivismo neuronal: “la noción de representaciones ‘internas’ puede retenerse solo si se usa en el sentido del constructivismo neuronal” (2013: 31). Sin embargo, el neuroconstructivismo no es anti-representacionista; simplemente avanza una forma alternativa de concebir la representación de acuerdo con recientes corrientes teóricas en la biología del desarrollo y las ciencias de la evolución. Su premisa central es que “las características representacionales de la corteza cerebral se construyen a partir de la interacción dinámica entre los mecanismos de crecimiento neuronal y la actividad neuronal derivada del medio ambiente” (Quartz y Sejnowski, 1997: 537). En un cierto nivel de explicación, el término “patrones de activación neural” viene a desempeñar la misma función que la representación en su acepción computacional. Aunque estos problemas exceden el alcance de este artículo, las observaciones de Malafouris nos sugieren que el verdadero *quid* de la cuestión no es tanto la representación en sí, sino cuál teoría de la representación deberíamos adoptar.

1.3. Breve comparación entre ambos enfoques

Mientras que el intencionalista no puede escapar un cierto platonismo en el que las representaciones mentales se conciben como patrones informacionales descarnados, inmutables y rígidos, el teórico anti-representacionista enfrenta una serie de problemas relacionados con la teleología de la acción técnica: el hecho que patrones de producción y uso están claramente estructurados en vistas de un propósito o fin. Esta teleología, a su vez, tiene un carácter profundamente normativo: se basa en esquemas que guían la acción y establecen sus condiciones de éxito. En la producción, la acción se dirige hacia la instanciación de una forma de algún modo preexistente, en la medida en que el artefacto pertenece a una clase con instancias históricas previas. Esta forma surge de la aplicación iterativa de procedimientos y acciones correctivas, según lo dispuesto por normas sobre lo que constituye la práctica adecuada y la estructura correcta del artefacto terminado. Cuesta pensar que estas normas, así como la direccionalidad del proceso, estén contenidas exclusivamente en las condiciones inmediatas de producción.

Los aspectos normativos y teleológicos del proceso de producción de artefactos, a su vez, se relacionan con el problema más general de la etiología de las formas artefactuales: las causas por las que, en una cultura y tiempo dado, los artefactos tienden a estabilizarse en linajes que se reproducen de generación en generación. Las culturas humanas seleccionan y reproducen fiablemente ciertos tipos de artefactos que constituyen linajes o familias. Estos tipos, a su vez, ejercen una presión normativa en el acto individual de producción. Las teorías intencionalistas se orientan hacia estos aspectos, los cuales explican en función de la intencionalidad y la representación. Como sostiene Thomasson, “la reproducción de artefactos (a diferencia de los organismos) debe ser mediada por seres humanos que creen que los artefactos ancestrales han realizado alguna función útil y tienen la intención de que los nuevos artefactos hagan lo mismo” (2009: 204). Los enfoques anti-representacionistas, por el contrario, destacan la productividad inmanente a la materia y las condiciones inmediatas de producción, sin hacer referencia al rol causal de aspectos intencionales-funcionales. El artefacto emerge desde el interior de la *performance* en tiempo real. Sin embargo, la estructura de este tipo de acción exhibe una clara orientación que remite a ciertos esquemas de orden superior. Estos esquemas organizan los ajustes discretos en función de un objetivo general. A veces, Ingold hace referencia a la existencia de ciertas normas: aunque el artesano “sabe lo que está haciendo y trabaja de acuerdo con claros estándares de perfección”, muchas veces no es capaz de verbalizar o formalizar sus métodos (2000: 295). Aunque, de acuerdo con Ingold, esto implicaría la ausencia de representaciones, no queda claro el modo en que estos estándares ejercen su fuerza normativa durante el curso de la acción.

Del mismo modo, el modelo artesanal es claramente insuficiente a la hora de teorizar otros tipos de producción y tecnologías. En particular, los modos de producción en las eras industrial y digital parecen demandar un alto grado de abstracción y coordinación entre varios individuos. Las actividades y formas de organización características de la alta tecnología parecen ser “hambrientas de representación” (*representation-hungry*), para usar el término de Clark; es decir, problemas “para los cuales el enfoque representacional parece ser el más apropiado” (1997: 166).

Por otro lado, un problema central del representacionalismo en la filosofía de la técnica es el modo en que soslaya la materialidad. El hecho de que no cualquier estructura material pueda realizar una función dada apunta a un hecho que es tan obvio como opaco: la materia (la estructura, las cualidades, el aspecto objetivo del artefacto como sistema físico) tiene una injerencia causal en la acción técnica. Es difícil precisar en qué consiste esta fuerza, tan habilitante como restrictiva. El punto fuerte de teorías anti-representacionistas como las de Ingold y Malafouris es que contabilizan el aporte causal de la materia (o “materiales”, de acuerdo con Ingold, 2007 y 2012) en la acción humana en general, y en la producción en particular.

1.4. Identificando las *explananda*

A pesar de sus divergencias, los diferentes enfoques sobre artefactos e intenciones comparten un fondo común definido, constituido por una serie de fenómenos o *explananda* cuyas causas se disputa. En otras palabras, ¿qué debería explicar una exitosa filosofía de la técnica?

1) *Teleología*. La acción técnica es un proceso estructurado hacia un cierto fin. Tiene un para qué. Del mismo modo, los artefactos tienen una finalidad que coincide con su función. El acto de producción entonces tiene como objetivo no solo la realización de una estructura, sino la realización de una estructura apta para llevar a cabo una función específica.

2) *Normatividad y contingencia*. Como hemos visto, la normatividad es un aspecto inseparable de la teleología. El uso y la producción se rigen por normas que reducen la contingencia y tratan de imponer una dirección sólida al curso de la acción. Las normas permiten identificar desviaciones en el curso de la acción e imperar por sobre las circunstancias variables que se presentan.

3) *Materialidad*. Por otro lado, los aspectos materiales de la acción juegan un rol causal importante. Por ejemplo, en cualquier instancia de uso de un artefacto, las normas son tanto “mentales” como aspectos immanentes a la estructura material del artefacto, manifestándose como *affordances* y restricciones habilitantes. En el caso de la acción técnica, el modelo intencionalista manifiesta insuficiencias claras a la hora de tomar en cuenta estos aspectos. En las palabras de McGrail (2008), el agente humano no impone formas sobre un sustrato indeterminado, sino que responde al “peso modal” de los materiales. En las palabras de Kirchhoff, “las cosas hacen mucho más que simplemente concretar lo que hacen los agentes humanos; las cosas transforman e impactan en la forma específica en que la realidad se revela a los seres humanos” (2009: 207).

4) *Etiología de los artefactos*. Como hemos visto, la acción individual se sitúa en un campo cultural e histórico más vasto en el que entra en relieve la relativa estabilidad cultural de ciertos tipos artefactuales. Se sigue que podemos dividir la controversia en dos grandes campos que corresponden a temporalidades distintas. Por un lado, el modelo artesanal alude al tiempo sincrónico y real, mientras que los aspectos etiológicos nos remiten a un tiempo histórico-cultural, o diacrónico. Está claro que hay una relación recíproca y causal entre estas dos dimensiones; el problema reside en la caracterización de dicha relación.

2. La imagen en Simondon

La fuente principal de la concepción simondoniana es la filosofía de Henri Bergson, para quien la imagen tiene “una cierta existencia que es más que lo que el idealismo llama representación, pero menos que lo que el realismo llama una cosa, una existencia situada a medio camino entre la ‘cosa’ y la ‘representación’” (Bergson, 2006: 25-26). Tanto para Bergson como para Simondon, la imagen no es algo meramente visual o pictórico, ni tampoco un evento puramente psíquico.

Ni concepto ni percepción, la imagen es mediadora entre concreto y abstracto, individuo y medio, sujeto y objeto, e individual y transindividual. Para Simondon, la imagen es un cuasi-organismo con su propio dinamismo genético y ciclo de desarrollo. Simondon identifica cuatro “fases” o aspectos de la imagen. Estas fases no deben ser concebidas como una sucesión histórica o dialéctica, sino como modos simultáneos de la imagen.

El grado primordial de la imagen y germen estructural de sus desarrollos sucesivos concierne el aspecto motriz del organismo. De acuerdo con las ciencias de la evolución, la función primordial del sistema nervioso es la locomoción; más generalmente, el movimiento. En las palabras de Simondon, “la motricidad precede a la sensorialidad” (2013: 27). La realidad primaria de las imágenes es perceptivo-motriz y está inscrita al nivel biológico. Las imágenes motrices son portadoras de esquemas de acción que se articulan y modifican en función de las interacciones con el medio. Estas imágenes estructuran las conductas instintivas que no surgen del aprendizaje o de procesos de relación con el medio: son “esquemas de conductas... todavía contenidas en el sistema nervioso” (2013: 39). Estos gérmenes se refinan y extienden en la práctica. Un ejemplo es el instinto del bebé humano de succionar con los labios, conducta que lleva a cabo espontáneamente antes de cualquier contacto con el pecho materno.

La segunda fase de la imagen es la fase *cognitiva*. Aquí, las imágenes desempeñan un rol funcional en el contexto de la relación sujeto-objeto, y representan un “punto de inserción de la actividad mental en el medio” (2013: 28). Los esquemas motrices adquieren un carácter potencial que se activa en contacto con estructuras exógenas. El encuentro con el objeto produce un análogo mental en el que se articula la recepción de “las informaciones provenientes del medio” y que se constituye en una “fuente de esquemas de respuestas” (2013: 26). Este es el nivel que Simondon (a regañadientes) denomina “psicológico” (2013: 29), dado que el encuentro con el objeto moviliza una variedad de modalidades de reacción (anticipación, motivación, recuerdo) que son propias del nivel psíquico de la individuación. Durante el curso de la acción, la imaginación predictiva a corto plazo es “perpetuamente apropiada y readaptada a la situación, ajustada a la estructura de los objetos bajo formas de esquema pre-perceptivo o intra-perceptivo” (2013: 27). En este proceso, la imagen es el marco que contribuye al “reconocimiento y análisis del objeto, a la percepción de su estado presente, a la estimación de las variaciones y de las diferencias, a la captación diferencial fina de las señales incidentes” (2013: 29). La imagen cognitiva habita un lugar intermedio entre percepción y acción, estableciendo las bases para el acoplamiento entre el viviente y su medio.

En esta fase cognitiva, la dimensión afectiva y emotiva de las imágenes adquiere una importancia central.³ La experiencia informa (en el sentido simondoniano de información como re-estructuración de un campo) las imágenes, las cuales se organizan y correlacionan en agrupamientos internos (2013: 26). De este modo, la percepción y la acción simultáneamente informan y son informadas por redes de imágenes. A su vez, estos grupos de imágenes se cargan de sentido y activan el universo afectivo-emotivo del sujeto, introduciendo el aspecto de deseo, motivación y anticipación.⁴

En su rol mediador, la imagen adquiere propiedades protésicas que la acercan a lo artefactual; es decir, una estructura material, instrumental y complementaria al organismo. Simondon argumenta que todo “intermediario entre sujeto y objeto puede adquirir valor de imagen y jugar un rol de prótesis a la vez adaptadora y restrictiva” (2013: 19). Se sigue de esto que la imagen cognitiva no es un fenómeno interno al individuo, sino que puede ser exteriorizada en instrumentos y representaciones. La imagen cognitiva puede devenir estructura externa preñada de sentido y de posibilidades instrumentales. Este aspecto es clave para entender la socialización de las imágenes, su exterioridad y su incorporación en la red de sentido de sujetos y grupos. La imagen no es un fenómeno puramente “orgánico” o natural, sino que articula lo transindividual en el proceso de percepción-acción. El sentido de una imagen, entonces, estaría informado tanto por los imperativos de lo viviente como por los sistemas de interpretación de una cultura. Aquí, Simondon hace frente al modelo mecanicista del organismo en el que la percepción consiste en la decodificación interna de información en analogía con la inscripción y lectura de signos. Para Simondon, la imagen en sí ya es un fenómeno cargado de sentido y de afectividad.

272

La tercera fase de la imagen consiste en la sistematización y formalización de las imágenes en ausencia de los objetos correspondientes: lo que Simondon llama “imágenes a posteriori” (2013: 30). Esta fase comienza con la introyección de las imágenes, sea de objetos o de personas con las cuales se ha establecido un vínculo afectivo en la experiencia. En esta fase las imágenes son agentes de la subjetivación y articulan una red de significación que relaciona sujeto y mundo. Un objeto puede evocar imágenes que producen variados efectos: tendencias motrices, recuerdos, tintes afectivos, anticipaciones, etc. Las imágenes cargan de afectividad ciertas áreas de la realidad, actuando como atractores que marcan puntos clave del entorno y trazan

3. Simondon establece una diferencia entre afectividad y emocionalidad como dos fases de la individuación. La afectividad es un fenómeno más primario que la emoción. Se organiza alrededor de la polaridad placer-dolor, aunque no se reduce a ella. El mundo se orienta y se polariza de acuerdo a las afecciones (Simondon, 2015: 281), las cuales orientan al ser viviente en relación consigo mismo (2015: 385). Las afecciones, por lo tanto, no son estados emocionales definidos sino “relaciones definidas por tensiones constitutivas” (Read, 2016: 110). Las emociones son integraciones de los estados afectivos. “La emoción es contradicción afectiva superada, así como la percepción es contradicción sensorial superada” (Simondon, 2009: 386). Las emociones pueden ser definidas y nombradas; en las palabras de Massumi: “Una emoción es un contenido subjetivo, la fijación socio-lingüística de la cualidad de una experiencia que es, desde ese momento en adelante, definida como personal” (1995: 88).

4. A diferencia del individuo, el sujeto es individuación en curso: el individuo más su carga pre-individual. El sujeto es agente de su propio devenir. Aquí usaremos “sujeto” también en el sentido de un individuo con dimensiones psíquicas y transindividuales, un individuo que actúa en una red social y en un mundo, individuándose.

una historia personal a través del mundo. La manera en que las imágenes se aúnan entre sí no se debe a algo inmanente a las imágenes mismas, sino al modo en que se interrelacionan dentro de una estructura psíquica y se conectan con la realidad del medio. Simondon identifica varias fases y tipos de imagen que resultan de operaciones sobre las imágenes cognitivas: imagen consecutiva, inmediata, eidética, imagen-recuerdo, genérica, etc. Al formar una red de sentido, estas imágenes constituyen focos de la individualización psíquica. La dimensión psíquica de la imagen no solo remite a un universo (relativamente) subjetivo, sino que también engloba la formación de la identidad grupal cristalizada alrededor de imágenes cargadas de significación en la organización afecto-emotiva de varios individuos. “A través de las imágenes, la vida mental contiene algo de social, puesto que existen agrupamientos, estables o movientes, de imágenes en devenir” (2013: 15). Éste es el caso de las imágenes que caracterizan una cultura específica o un tiempo histórico; por ejemplo, las imágenes contenidas en los mitos.

Simondon permanece fiel a uno de los principios de su teoría de la individuación: no es posible separar lo psíquico de lo transindividual. Así como lo psíquico es un resultado de la individuación biológica, la transindividuación es inextricable de la fase psíquica de la individuación. Psiquismo y transindividualidad son fases simultáneas a lo preindividual. La transindividualidad es una realidad intermedia y relacional que nace de la reciprocidad entre individuación psíquica e individuación colectiva. Como argumenta Heredia (2015: 458), las técnicas caen dentro de lo transindividual porque su génesis es psicosocial y “acondicionan el medio de existencia donde se desenvuelven y constituyen los sujetos psíquico-colectivos” (2015: 458). Como “soporte y símbolo” de la relación transindividual (Simondon, 2008: 263), las técnicas constituyen un “factor individuante de los sujetos” (Heredia, 2015: 458).

273

En esta tercera fase encontramos de nuevo la “exterioridad primitiva” de la imagen con respecto al sujeto (Simondon, 2013: 13). Las imágenes, incluso las más innatas y primordiales, están dotadas de cierta autonomía y ejercen sobre el individuo una fuerza de origen externo. Simondon caracteriza el modo de existencia de la imagen como parasitario y la describe como un “cuasi-organismo” que contiene “en cierta medida voluntad, apetito y movimiento” (2013: 15). Esta exterioridad es tangible cuando la imagen es físicamente externa al organismo (artefacto, representación material) o se presenta en su aspecto colectivo (mito, ícono religioso o nacional, creencia compartida). La noción de que las imágenes son un fenómeno “subjetivo” es reciente, asegura Simondon; surge por primera vez en el siglo XIX. Sin embargo, Simondon no recurre al panpsiquismo ni un animismo de lo mental. La imagen excede las barreras de lo interno-externo y lo natural-artificial simplemente porque, para Simondon, la unidad de análisis no es el organismo sino el organismo-medio. La existencia del medio circundante implica la operación del organismo sobre éste; su modificación, inscripción e impregnación de sentido. Se sigue que la imagen, dada su función primigenia de articular la relación individuo-mundo, es parcialmente un fenómeno externo. Entre los fenómenos que caracterizan la tercera fase de la imagen, encontramos al símbolo, el cual recupera su significación antigua de *symbolon*: la mitad remanente en el sujeto de una unidad original que conecta al signo con una realidad acontecida. El símbolo remite al punto de contacto en el que la imagen actuó de puente entre sujeto y mundo.

De esta manera, la noción simondoniana de imagen, como fase en el ciclo de percepción-acción, es conmensurable con el fenómeno de las *affordances*, un concepto de la teoría ecológica de la cognición-acción. Una *affordance* es la percepción de cualidades de un objeto que enmarcan posibilidades de acción. Para Gibson, creador del término, las *affordances* revelan la íntima “complementaridad entre el animal y el medio”?(1979: 127). Como propiedades accionables de los objetos y el entorno, los *affordances* no son puramente mentales ni físicos; entendidos como imágenes, los *affordances* abarcan y vinculan aspectos materiales de los objetos con aspectos cognitivos de la acción: “la imagen símbolo puede solicitar el auxilio de la materialidad de los objetos” (Simondon, 2013: 12).

Finalmente, la cuarta fase de la imagen se desarrolla en el contexto de la invención. Aquí, la invención técnica es un aspecto de un fenómeno más universal. El grado germinal de la invención coincide con el surgimiento de una nueva estrategia comportamental que viene a resolver algún problema surgido en la interacción entre individuo y medio. No hay un límite claro entre estrategias de comportamiento y técnicas (tales como las “técnicas del cuerpo” identificadas por Mauss, 1973). Simondon argumenta que la generación de un nuevo comportamiento no procede mediante la aplicación de un esquema cognitivo ya presente, sino que emerge de una contradicción, una inestabilidad que propulsa un cambio. La invención procede a partir de un problema, un obstáculo o discontinuidad (Simondon 2013: 157). Al verse interrumpida la anticipación, se desencadena “un retorno estructurante del contenido de la anticipación sobre la fórmula de la acción presente” (2013: 158). La acción se modifica y se adapta a los contornos de la situación, creando una disposición novedosa que se solidifica en una nueva imagen.

274

En el caso de la producción industrial, la invención técnica también surge de incompatibilidades, esta vez inmanentes al “objeto técnico”. A su vez, el objeto técnico no es un artefacto específico sino una progresión histórica que abarca sucesivos individuos técnicos en un proceso tendiente a la concretización, o la eliminación de redundancias e incompatibilidades internas. A medida que los artefactos (o “individuos técnicos”, en el vocabulario simondoniano) se van complejizando y cerrándose en sí mismos, surgen relaciones causales, internas a las estructuras que lo componen. Aquí encontramos el punto preciso de articulación entre la “imagen” y el “esquema”, un término central en *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Mientras que el término “imagen” no aparece en *El modo de existencia de los objetos técnicos*, excepto en su sentido corriente de representación visual, el concepto de “esquema” cumple un rol importante en este trabajo. Más precisamente, en *El modo de existencia de los objetos técnicos* Simondon se refiere a “esquemas dinámicos de funcionamiento” de los objetos técnicos. Estos esquemas no son estructuras estáticas, sino gérmenes metaestables, con aspectos energéticos y temporales, que constituyen el motor de desarrollo de un linaje u “objeto técnico”. Tanto en el contexto técnico como en el biológico, el esquema representa una acción o “funcionamiento”, y no meramente una estructura. La estructura es un factor causal subordinado al dinamismo del funcionamiento. Este es el principio de la “alagmática”, o ciencia de las operaciones: los “dinamismos transformadores” mediante los cuales aparece o se modifica una estructura (Simondon, 2015: 470). El esquema posee una realidad objetiva preñada de potenciales desarrollos futuros.

A su vez, el esquema operatorio es un esquema de acción establecido alrededor del uso de una herramienta, instrumento, o máquina. Está claro que cualquier esquema de acción puede implicar imágenes, así como otros contenidos cognitivos. Los esquemas operatorios no se reducen al uso de artefactos, sino que se aplican también en la producción, tanto en su modo industrial (de esquemas estandarizados y abstractos) como en sus aspectos más inventivos y exploratorios. Podríamos definir al esquema operatorio como un esquema de acción que coordina y sistematiza la actividad de las imágenes en el marco de una tarea que involucra la mediación técnica. De hecho, al hablar de la invención en *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Simondon se refiere a la actividad de ciertos “esquemas mentales” que parecen ser otro nombre para las imágenes:

“El dinamismo del pensamiento es el mismo que el de los objetos técnicos; los esquemas mentales actúan unos sobre otros durante la invención como los diversos dinamismos del objeto técnico actuarán unos sobre otros en el funcionamiento material. La unidad del medio asociado del objeto técnico tiene su análogo en la unidad de lo viviente; durante la invención, esta unidad de lo viviente es la coherencia de los esquemas mentales obtenida por el hecho de que existen y se despliegan en el mismo ser; aquellos que son contradictorios se enfrentan y se reducen. Lo viviente puede inventar porque es un ser individual que lleva consigo su medio asociado; esta capacidad de condicionarse a sí mismo está en el principio de la capacidad de producir objetos que se condicionan ellos mismos” (Simondon, 2008: 79).

275

Un esquema operatorio no “representa” un esquema de funcionamiento, sino que existe una relación transductiva entre ambos. Hoel y van der Tuin describen a la relación entre los dos tipos esquema como una “correspondencia performativa” (2013: 199). Hay una coincidencia parcial entre imagen y esquema de funcionamiento, en tanto la imagen contiene una carga de realidad y abre una zona de comunicación entre dos órdenes de magnitud. Simondon considera inconcebible la distinción entre representación mental y contenido material, la cual sería una expresión del hilomorfismo. No existen, para Simondon, las “representaciones” como contenidos ideales localizados en estructuras cerebrales y “desacoplados” de sus referentes. Por el contrario, el organismo se halla perfectamente acoplado al mundo. Asimismo, la invención no es la imposición de una forma cognitiva desde el exterior, sino una especie de descubrimiento de las posibilidades contenidas en lo real. Como la describe Massumi, la invención no es una causa, sino una “emergencia auto-condicionante” (2009: 40).

Las imágenes que componen los esquemas operatorios, entonces, son un aspecto de la realidad humana en la técnica y de la realidad técnica en lo humano. En este ámbito las imágenes se adjudican la doble función de producción y reproducción. Las imágenes se cristalizan en la acción y se sistematizan en esquemas de acción, pero también sirven para preservar y propagar dichos esquemas. Sin la comunicación y la propagación de los esquemas, la invención sería un acto aislado e infecundo.

Aquí, la imagen cumple un rol fundamental (pero no exclusivo) en la transmisión y estabilización de las fórmulas técnicas.

La categoría de “objeto-imagen” (estético, protésico o técnico) es significativa en el contexto de la transmisión del conocimiento técnico. “Casi todos los objetos producidos por el hombre son en cierta medida objetos-imágenes; son portadores de significaciones latentes, no solo cognitivas, sino también conativas y afectivo-emotivas” (Simondon, 2013: 20). La imagen se materializa; se multiplica y reproduce; su carácter “de conciencia pero también de objeto, le da una intensa capacidad de propagación” (2013: 19). La imagen es un producto de la actividad del organismo-medio, pero también puede convertirse “en un esbozo de conceptos y doctrinas” (2013: 20). Un artefacto puede ejercer la función de imagen en tanto adquiere una función mnemotécnica. Por medio de los objetos-imágenes, la cultura material cumple el rol de memoria colectiva: depósito de formas, saberes y esquemas operatorios. Los artefactos mismos, *qua* objetos, aseguran la permanencia de información, incluso si no tienen imágenes asociadas. Al respecto, Sterelny señala que la materialidad tecnológica tiene un carácter epistémico en la medida en que los artefactos “sirven tanto para reelaborar nuestras circunstancias físicas y biológicas, y como patrones, soportes y disparadores de su propia reproducción” (2004: 241). El objeto-imagen captura esta última función auto-reproductora de los linajes técnicos y nos posibilita pensar en las “formas” artefactuales como immanentes a los objetos, en lugar de postular un repositorio mnemotécnico puramente informacional o ideal. Las formas no son ideas, sino objetos mediante los cuales el artesano desarrolla sus esquemas en diálogo con el patrimonio de su cultura. Al proveer modelos y normas para su propia reproducción, los artefactos actúan como prótesis para el desarrollo de esquemas de acción íntimamente acoplados a la estructura material de dichos artefactos.

276

3. Simondon frente al debate actual

3.1. Enfrentando la *explananda*

Ciertos aspectos de la imagen la emparentan con la noción canónica de representación mental. Simondon observa que, en ciertos contextos, la imagen consiste en “una representación concreta de contenido sensorial construida en ausencia de estimulaciones sensoriales —o que aparece en ausencia de dichas estimulaciones” (2013: 116). De acuerdo con esta definición, la imagen sería sinónimo de representación: una estructura portadora de información, interior al individuo. Simondon también se refiere ocasionalmente a una “representación esquemática” o “imagen mental” (2013: 49 y 169).

Sin embargo, la imagen rebasa los límites de la noción clásica de representación, al punto de ser inconmensurable con ella en una serie de aspectos:

- 1) Simondon impugna un pilar fundamental del modelo representacionista: el hilomorfismo, según el cual la representación “contiene” una cantidad de información, expresable proposicionalmente y separable de su sustrato material

(la estructura portadora). La imagen, por el contrario, es proceso más que forma o estructura, y es indivisible en contenido y materia. Las imágenes no albergan contenido proposicional, no son sustancias ni individuos. La vida mental puede ser considerada una cascada de imágenes entrelazadas entre sí, imágenes sin una existencia discreta ni bordes definidos, con diferentes duraciones e intensidades.

2) La imagen no se halla necesariamente restringida a la actividad cerebral o nerviosa de un organismo; no es un fenómeno exclusivamente subjetivo e interno, sino que se extiende al mundo y su “contenido” es tanto mental como material. La imagen vincula percepción y acción, sujeto y mundo, y establece una comunicación entre el individuo y los fenómenos transindividuales. “En ninguno de los tres estadios de su génesis, la imagen mental es limitada por el sujeto individual que la porta” (Simondon, 2013: 210). En la fase de la invención, la imagen “no permanece en el ser viviente, como una parte del equipamiento mental, sino que atraviesa los límites espacio-temporales del viviente para empalmarse con el medio que ella organiza” (2013: 210). Esta misma tendencia a “sobrepasar al individuo” se halla contenida virtualmente en los otros estadios de la imagen. Mediante la imagen, el individuo se “propaga” fuera de sí, se anticipa, se proyecta y se amplifica (2013: 210).

3) La imagen no es un fenómeno exclusivamente cognitivo, sino que cruza y comunica varias facetas de la actividad psíquica; en particular, como hemos visto, Simondon asocia a la imagen con la afectividad y las emociones. Asimismo, una importante función de la imagen es la de integrar estados de ánimo; en particular, los estados de espera y de anticipación, a los que Simondon dedica parte de su análisis (2013: 51-72). Dado que no hay una distinción de hecho entre la individuación psíquica y la transindividuación, la imagen también aporta contenidos colectivos, o culturales, a la vida del individuo.

4) La imagen contiene un irreducible aspecto material que, como hemos visto, desborda los límites del cuerpo individual. En este sentido, Simondon está plenamente de acuerdo con los ecologistas-materialistas: la materia es portadora de potencialidades y ya posee propiedades que son la condición de la adquisición de forma (2015: 67). El análisis de la fabricación de ladrillos al principio de *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información* (2015: 47-57) nos ofrece un complemento perfecto a las reflexiones de Malafouris sobre el trabajo del alfarero. Durante el trabajo de manipulación, la materia informa la acción y puede ocasionar la invención, la creación de nuevas imágenes. El productor (sea de objetos artesanales o máquinas complejas) se mueve en un campo “prefigurado y prefabricado” en el que “debe cooperar con estas materia-formas y forma-materias si desea llegar a concretar un nuevo objeto técnico” (Schmidgen, 2012: 24). En este proceso, las imágenes no son figuras estáticas, sino un “sistema de composibilidad” (Simondon, 2013: 83) en el que varias imágenes se superponen y se activan en función de las percepciones. Entre otras cosas, este aspecto material, bajo ciertas condiciones, le confiere a la imagen un poder mnemotécnico. La imagen es un instrumento esencial de la preservación y transmisión del saber técnico, obrando en el contexto de la cultura material para la propagación de esquemas, significados, y los frutos de la invención individual. Estos “contenidos” no se restringen a lo técnico, e incluyen connotaciones culturales y simbólicas que pertenecen al campo

transindividual. En este sentido, los artefactos son agentes de enculturación del sujeto, en tanto el mundo “objetivo” es también mundo social:

“Un objeto creado no es una imagen materializada y colocada de manera arbitraria en el mundo como un objeto entre objetos, para recargar la naturaleza de un suplemento de artificio; es, por su origen, y sigue siendo, por su función, un sistema de acoplamiento entre el viviente y su medio, un punto doble en el cual comunican el mundo subjetivo y el mundo objetivo. En las especies sociales, este punto es un punto triple, pues deviene una vía de relaciones entre los individuos, organizando sus funciones recíprocas. En este caso, el punto triple es a su vez organizador social” (2013: 210).

5) La imagen es tanto fenómeno individual como colectivo, un aspecto de lo transindividual. La individuación interior (psíquica) y exterior (colectiva) son recíprocas entre sí y constituyen una unidad sistemática (Simondon, 2015: 33). La relación entre ellas pasa por dos procesos transductivos: la interiorización de lo exterior y la exteriorización de lo interior (2015: 418). A veces las imágenes se hallan “concretizadas en objetos” (2015: 20) que comunican al individuo con un pasado colectivo, a la vez que constituyen el cimiento de la anticipación. De este modo, las imágenes constituyen al individuo como sujeto (es decir, como agente de su propia individuación), con una historia e identidad suplementaria a su individuación biológica. Esta función mnemotécnica, debidamente sostenida en su apoyo material, vincula a la imagen con las “retenciones terciarias” o “dispositivos retencionales” que postula Stiegler, un filósofo parcialmente inspirado por Simondon (Stiegler, 2002a, 2002b y 2004). Stiegler hace hincapié en el carácter técnico de las retenciones terciarias, reduciendo la imagen (y la técnica en general) a su función de inscripción. Si bien hay importantes diferencias entre estos dos filósofos (tanto en sus premisas como en sus metodologías y conclusiones respectivas), Stiegler captura vívidamente esta dimensión histórico-existencial de la técnica, el modo en que la técnica envuelve y constituye lo humano al punto de producir un nuevo tipo de memoria:

“Esta sedimentación epigenética, memorización de lo que ha sucedido, es lo que denominamos el pasado, que es lo que nosotros llamaremos epifilogénesis del hombre en el sentido de conservación, de acumulación, de sedimentación de las epigénesis sucesivas y articuladas entre sí, ruptura con la vida pura en el sentido en que en la vida pura la epigénesis es justamente lo que no se conserva (...) La epifilogénesis concede su identidad al individuo humano: su acento, su estilo de caminar, la fuerza de sus gestos, la unicidad de su mundo” (Stiegler, 2004: 211-212).

6) Finalmente, la imagen es un fenómeno pre-individual que informa la actividad psíquica a niveles inconscientes y microestructurales. En este punto, la filosofía de la imagen en Simondon entabla un diálogo con las propuestas de filósofos y teóricos como Verbeek (2005 y 2008) y Hansen (2004, 2011 y 2012), interesados

en estudiar cómo las tecnologías reconfiguran la percepción a un nivel precognitivo. Según Hansen: “Lo requerido para conceptualizar la imagen en nuestra era de computación microtemporal y revelación neurocientífica es una teorización que posicione a lo humano—la imaginación humana—como una bisagra entre el procesamiento mental y las redes técnicas” (2011: 106). La teoría de la imagen de Simondon es un elemento prometedor en este proyecto de teorización. De acuerdo con Hansen, la diferencia fundamental que caracteriza las tecnologías mediáticas del siglo XXI es el modo en que interpela la experiencia:

“(…) los medios de hoy en día ya no se dirigen a la subjetividad humana como tal (conciencia perceptual) sino que se dirigen directamente a la subjetividad no subjetiva, que es el factor en juego en la microsensibilidad mundana. Este cambio en la dirección de la focalización de los medios es precisamente la razón por la cual la determinación de los medios del dominio preindividual es un tema político tan crucial para nosotros en la actualidad. Porque si lo preindividual no es un dominio abstracto de la naturaleza, sino que es una fuente de ‘potencialidad real’ (...) entonces la cuestión de su determinación por los medios es nada menos que la cuestión de la determinación del futuro” (Hansen, 2012: 57).

3.2. Despejando la *explananda*

Disponemos ahora de las herramientas suficientes para volver a examinar las *explananda* listadas anteriormente. Podemos comprobar que la imagen abarca y articula todos los aspectos de la técnica mencionados. En primer lugar, la imagen da cuenta de la dimensión teleológica en cuanto es un fenómeno anticipatorio, orientado al futuro. En su función más primordial, la imagen es germen comportamental e informa “programas parciales de los comportamientos” que anticipan acciones posibles (Simondon, 2013: 40). Una vez establecidos, estos esquemas de conducta se organizan en grupos y se van enriqueciendo a través de aprendizajes que “engendran imágenes móviles, separables, que obedecen a las líneas de fuerza de un campo de finalidad” (2013: 172). En esta segunda fase, el rol de las imágenes es el de formalizar la acción y catalizar la invención como “acto de amplificación que saca provecho en algunos instantes de largos aprendizajes anteriores” (2013: 172). El esquema de acción siempre retiene un margen de indeterminación que lo habilita a adecuarse a las contingencias de la situación. El esquema es metaestable en el sentido de que contiene imágenes compositibles, en tensión; la percepción aporta el germen de información que catapulta al esquema a otro nivel de organización, actualizando uno de sus estados posibles. Salvo en ciertos casos, como la reacción de huida, la función de la imagen no es la de disparar una secuencia completa de acción, o lo que Simondon llama “actividad de ejecución o consumación” (2013: 83).

Se sigue de esto que la normatividad es un aspecto intrínseco de la imagen. Simondon argumenta que la acción técnica requiere “la representación actual de la meta concreta a alcanzar” (2013: 170). Las imágenes no constituyen un plan o esquema rígido, sino que se insertan en esquemas de acción abiertos, adaptables a las circunstancias cambiantes del mundo. Se establece una interacción entre dos campos:

el de la experiencia y el de la finalidad (o “gradiente de meta de la acción anticipada” [2013: 171]). El proceso es análogo al de la amplificación producida por la interacción de campos. En el curso de la acción técnica, se modula “una población de imágenes mentales que transportan el resultado de exploraciones y de manipulaciones” (2013: 171). El campo de finalidad es más poderoso que el de la experiencia; está más polarizado y su gradiente es más fuerte, por lo que puede arrastrar en su cauce a las imágenes de la experiencia.

De este modo, los esquemas de acción pueden ser específicos (propiedad de un solo individuo o grupo reducido) o abstractos, extendidos a varios cuerpos y entornos. El trabajo del artesano implica “un tejido continuo de reorganizaciones implícitas, intrincadas en el trabajo, que no son generalizadas, que no se propagan fuera del campo de aplicación para el que fueron hechas” (2013: 215). Estas reorganizaciones pueden ser consideradas invenciones, distribuidas en el curso de una tarea. En el trabajo artesanal, el acto de invención no se formaliza más allá de un campo limitado mientras que, en el trabajo industrial, la invención desborda la ejecución y abarca varias tareas separadas (2013: 215). Los esquemas de operación típicos de la producción industrial son descorporizados y objetivos, en tanto no refieren a un sujeto. Aquí, las formalizaciones devienen “una simbólica universal y homogénea que sirve de base a las operaciones abstractas” (2013: 176). El régimen industrial de la imagen es extractivo, basado en la exteriorización y estandarización de esquemas de acción. Entre otros aspectos, la imagen industrial organiza no solo secuencias motrices, cada vez más descorporizadas y extendidas, sino también la dimensión social del trabajo y de la producción, permitiendo la coordinación y comunicación grupal. Así, el modo industrial de formalización desarrolla “una representación del mundo en la que el saber y el poder son mutuamente convertibles entre sí” (2013: 176).

280

En lo que respecta a la etiología de las formas artefactuales, Simondon no considera que haya una causa única o preponderante en la reproducción de los individuos técnicos. La estabilidad de los linajes tiene sus causas cognitivas distribuidas a través de entornos, cuerpos, cerebros y artefactos. En términos simondonianos, esta estabilidad debe entenderse como meta-estabilidad: un equilibrio precario que alberga la simiente de desarrollos posteriores. En el caso del objeto técnico industrial, es el mismo objeto el que contiene la causa formal de su desarrollo, mientras que la causa eficiente es la acción humana debidamente suplementada en la técnica. En todo caso, un aspecto valioso del aporte de Simondon es la manera en que resalta el aspecto polisémico de los artefactos. La naturaleza de un artefacto no se limita a sus características funcionales y técnicas, sino que abarca aspectos culturales, simbólicos, sociales, afectivos y religiosos.

Conclusiones

Hemos visto que la teoría de la imagen engloba una serie de problemas clave en la filosofía de la técnica. No ha sido mi propósito argumentar que Simondon explica mejor estos fenómenos, sino demostrar que su teoría no presenta dificultades internas a la hora de dar cuenta de ellos.

Una posible dificultad a la hora de adoptar una explicación simondoniana de los fenómenos que hemos examinado es la inconmensurabilidad entre los supuestos de Simondon y los que subyacen al debate actual. El enfoque simondoniano requiere la asimilación de un vocabulario filosófico específico elaborado en el contexto de la problemática del individuo. A pesar de la radicalidad de sus propuestas, tanto Ingold como Malafouris toman como punto de partida enfoques bien establecidos y “respetables” en las ciencias cognitivas (la psicología ecológica y la mente extendida, respectivamente). Simondon requiere un salto más drástico; o quizás una elaboración previa que alinee sus ideas con los paradigmas dominantes en la filosofía de la mente.

Una posible vía de articulación consiste en identificar una medida común o punto de contacto entre Simondon y enfoques establecidos en las ciencias cognitivas. Algunos autores han resaltado ciertas convergencias entre la filosofía de Simondon y el enfoque enactivista (Santacana, 2013; Poulsgaard, 2017). Entre estas convergencias podemos mencionar el carácter integrador de ambas propuestas, las cuales buscan abarcar fenómenos dispares (biológicos, cognitivos, fenomenológicos, axiológicos, etc.) También podemos mencionar la estrecha vinculación entre vida y cognición establecida tanto en el enactivismo como en la filosofía de Simondon, y la importancia de la corporeidad en los procesos cognitivos y en la acción. Como bien observa Santacana, una diferencia importante es que Simondon hace explícita su adhesión a ciertos supuestos ontológicos fundamentales, mientras que el enactivismo toma cierta distancia de estos supuestos (Santacana, 2013: 288). Sin embargo, en este contexto las analogías son, también, fuertes. Tanto Simondon como el enactivismo toman una visión procesual del organismo y cuestionan la distinción entre cuerpo y mente. Por su parte, Poulsgaard (2017) combina la teoría de agencia material de Malafouris con la perspectiva simondoniana, acuñando el término “individuación enactiva” para caracterizar el proceso de diseño digital. Un aspecto valioso del estudio de caso de Poulsgaard es que concierne una actividad hambrienta de representación y tradicionalmente entendida en términos representacionistas. Según Poulsgaard, el diseño digital “no surge de la manipulación de planes mentales y representaciones, pero desde adentro de la compleja interacción de fuerzas en una ecología dada que abarca dominios materiales e informacionales” (Poulsgaard, 2017: 8).

281

En conclusión, de acuerdo con lo expuesto aquí, la teoría de la imagen provee el germen de una teoría unificada de la acción técnica en la que las diferentes dimensiones del uso y producción de artefactos se hallan orgánicamente integradas en un solo marco teórico. Sin embargo, la cuestión no es simplemente aplicar esta teoría a las *explananda* de un modo mecánico, sino introducir en el seno del debate elementos polémicos y transformativos que produzcan mutaciones en el pensamiento. Tal como Simondon lo hubiese querido.

Bibliografía

BAKER, L. R. (2004): "The ontology of artifacts", *Philosophical Explorations*, vol. 7, pp. 99–111.

BERGSON H. (2006): *Materia y memoria. Ensayo sobre la relación del cuerpo con el espíritu*, Buenos Aires, Editorial Cactus.

CLARK, A. (1997): *Being there: Putting brain, body, and world together again*, Cambridge, MIT Press.

CLARK, A. y CHALMERS; D. (1998): "The extended mind", *Analysis*, vol. 58, n° 1, pp. 7-19.

DIPERT, R. (1995): "Some issues in the theory of artifacts: defining 'artifact' and related notions", *The Monist*, vol. 78, n° 2, pp. 119–136.

HANSEN, M. B. N. (2011): "From fixed to fluid: material-mental images between neural synchronization and computational mediation," en J. Khalip y R. Mitchell (eds.): *Releasing the image: From literature to new media*, California, Stanford University Press.

HANSEN, M. B. N. (2012): "Engineering pre-individual potentiality: Technics, transindividuation, and 21st century media", *Substance #129*, vol. 41, n° 3, pp. 32-57.

HEREDIA, J. M. (2015): "Lo psicosocial y lo transindividual en Gilbert Simondon", *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 77, n° 3, pp. 437-465.

HILPINEN, R. (2004): "Artifact". *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponible en: <http://plato.stanford.edu/entries/artifact/>. Consultado el 23/07/2009.

HOEL, A. S. y VAN DER TUIN, I. (2013): "The ontological force of technicity: Reading Cassirer and Simondon diffractively", *Philosophy and Technology*, vol. 26, n° 2, pp. 187-202.

HOUKES, W. y VERMAAS, P. (2009): "Contemporary engineering and the metaphysics of artifacts: beyond the artisan model", *The Monist*, vol. 92, n° 3, pp. 403-419.

INGOLD, T. (2000): *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill*, Londres, Routledge.

INGOLD, T. (2007): "Materials against materiality", *Archaeological Dialogues*, vol. 14, n° 1, pp. 1-16.

INGOLD, T. (2010): "The textility of making", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 91-102.

INGOLD, T. (2012): "Towards an ecology of materials", *Annual Review of Anthropology*, vol. 41, pp. 427-442.

KIRCHHOFF, M. D. (2009): "Material agency: a theoretical framework for ascribing agency to material culture", *Techné*, vol. 13, n° 3, pp. 206-220.

LIVINGSTON, P. (2005): *Art and intention: A philosophical study*, Nueva York, Oxford University Press.

MALAFOURIS, L. (2004): "The cognitive basis of material engagement: where brain, body and culture conflate", en E. DeMarrais, C. Gosden y C. Renfrew (eds.): *Rethinking Materiality: the Engagement of Mind with the Material World*, Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research.

MALAFOURIS, L. (2008a): "Between brains, bodies and things: tectonoetic awareness and the extended self", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, n° 363, 1993–2002.

MALAFOURIS, L. (2008b): "Material and non-human agency: an introduction", en C. Knappett & L. Malafouris (eds.): *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*, Nueva York, Springer.

MALAFOURIS, L. (2008c): "At the potter's wheel: an argument for material agency", en C. Knappett & L. Malafouris (eds.): *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*, Nueva York, Springer.

283

MALAFOURIS, L. (2010): "The cognitive life of things: Archaeology, material engagement and the extended mind", en L. Malafouris y C. Renfrew (eds.): *The Cognitive Life of Things: Recasting the boundaries of the mind*, Cambridge, McDonald Institute Monographs.

MALAFOURIS, L. (2012): "Prosthetic gestures: How the tool shapes the mind", *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 35, n° 4, pp. 28-29.

MALAFOURIS, L. (2013): *How things shape the mind: A theory of material engagement*, Cambridge, The MIT Press.

MALAFOURIS, L. (2015a): "Metaplasticity and the Primacy of Material Engagement", *Time and Mind*, vol. 8, n° 4, pp. 351-371.

MALAFOURIS, L. (2015b): "Creative thinging: The feeling of and for clay", *Pragmatics and Cognition*, vol. 22, n° 1, pp. 140–158.

MASSUMI, B. (1995): "The autonomy of affect", *Cultural Critique*, vol. 31, pp. 83-109.

MASSUMI, B. (2009): "'Technical mentality' revisited: Brian Massumi on Gilbert Simondon", *Parrhesia*, vol. 7, pp. 36-45.

MAUSS, M. (1973): "Techniques of the body", *Economy and Society*, vol. 2, nº 1, pp. 70-88.

MCGRAIL, R. (2008): "Working with Substance: Actor—Network Theory and the Modal Weight of the Material," *Techné*, vol. 12, nº 1, pp. 65-84.

MCLAUGHLIN, P. (2003): *What functions explain*, Nueva York, Cambridge University Press.

POULSGAARD, K. S. (2017): "Enactive individuation: Technics, temporality and affect in digital design and fabrication", *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. D.O.I 0.1007/s11097-017-9539-6.

PRESTON, B. (2013): *A philosophy of material culture: Action, function and mind*, Nueva York y Londres, Routledge.

SANTACANA, A. B. (2013): "Simondon, ¿enactivista? Individuación y generación de sentido", *Astrolabio*, nº 10, pp. 271-297.

SIMONDON, G. (2008): *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Buenos Aires, Prometeo.

SIMONDON, G. (2013): *Imaginación e invención*, Buenos Aires, Editorial Cactus.

284

SIMONDON, G. (2015): *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información*, Buenos Aires, Editorial Cactus.

SCHMIDGEN, S. (2012): "Inside the black box: Simondon's politics of technology", *Substance #129*, vol. 41, nº 3.

STERELNY, K. (2004): "Externalism, epistemic artefacts and the Extended mind", en R. Schantz (ed.): *The externalist challenge*, Berlín, Walter de Gruyter, pp. 239-254.

STIEGLER, B. (2002): *La técnica y el tiempo 1: El pecado de Epimeteo*, Hondarribia, Hiru.

STIEGLER, B. (2002): *La técnica y el tiempo 2: La desorientación*, Hondarribia, Hiru.

STIEGLER, B. (2004): *La técnica y el tiempo 3: El tiempo del cine y la cuestión del malestar*, Hondarribia, Hiru.

VACCARI, A. y PARENTE, D. (2017): "Materialidad e intencionalidad. Algunas dificultades de la teoría de la agencia material y el enfoque ecológico", *Estudios de Filosofía*, vol. 56, pp. 152-178.

THOMASSON, A. (2007): "Artifacts and human concepts", en E. Margolis y S. Laurence (eds.): *Creations of the mind: Essays on artifacts and their representation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 52–73.

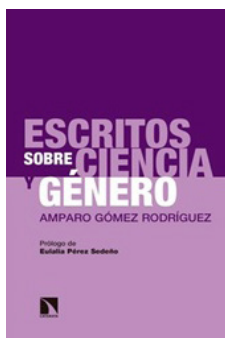
VERBEEK, P. P. (2005): *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*, Penn State, Penn State University Press,

VERBEEK, P. P. (2008): “Cyborg intentionality: Rethinking the phenomenology of human–technology relations”, *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, vol. 7, n° 3, pp. 387-395.

Cómo citar este artículo

VACCARI, A. (2020): “La teoría de la imagen de Gilbert Simondon: dimensiones y planteos para la filosofía de la técnica”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, vol. 15, n° 43, pp. 261-285.

RESEÑAS *C/S*



Escritos sobre ciencia y género

Amparo Gómez Rodríguez
OEI/Catarata, Madrid, 2019, 206 págs.

Por **Konstantinos Argyriou** *

Estamos atravesando una era digital en la que el conocimiento científico está cada vez más asequible (tanto a nivel de búsqueda como de comprensión), ligado a la dinamización que ofrecen las redes sociales y cargado de connotaciones más positivas que escépticas. El conocimiento situado y contextualizado, con sus respectivas limitaciones a nivel empírico y epistemológico, ha ganado suficiente territorio en ciencias sociales como para desafiar la supuesta objetividad de la ciencia pura, que se olvida fácilmente de los factores socioculturales que están perpetuamente presentes en el desarrollo científico. Amparo Gómez Rodríguez, catedrática de lógica y filosofía de la ciencia que falleció en 2018, fue pionera en reivindicar un empirismo feminista-contextual que debatiese el empirismo tradicional, arraigado en estereotipos sobre la supremacía de lo masculino y la subordinación de lo femenino. Dichos estereotipos no han sido siempre intencionadamente reproducidos: como insiste la profesora (pp. 71-72, p. 115), la mayoría de las veces el interés por una ciencia realmente objetiva ha sido ingenuo. El problema no está simplemente ligado a los malos usos de la ciencia y su contagio por la ideología androcéntrica, sino a la constitución misma de la ciencia en base a valores inexorablemente androcéntricos: los sesgos tienen motivos conscientes, pero también inconscientes, estructurales, de trasfondo.

289

Siguiendo siete escritos pioneros de la autora, producidos entre 1993 y 2009, evidenciamos no sólo las distintas preocupaciones que se han ido deslizando en

* Investigador contratado predoctoral en el Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) del Instituto de Filosofía del CSIC, Madrid, España. Correo electrónico: konstantinos.argyriou@cchs.csic.es.

materia de género durante las tres últimas décadas, sino las estrategias y los métodos usados por parte de las epistemologías feministas para la revelación de las injusticias y el enfrentamiento correspondiente. Evidentemente, no se trata de un proceso lineal ni unilateral: varias cuestiones se repiten, otras se matizan desde distintas perspectivas. Es interesante también observar los cambios en la terminología y la aproximación teórica con el paso de los años: la insistencia en consolidar e incorporar el enfoque de género como noción hasta la llegada del nuevo milenio, se convierte en necesidad de revelación de los sesgos de género en la ciencia y su transmisión en principios de la década del 2000. Aunque el fundamento es el mismo, es interesante entender cómo el uso del lenguaje afecta las maneras de hacer ciencia y las políticas públicas y repercute a nivel sociocultural.

La autora se basa en un legado de textos críticos sobre epistemología e historia de la ciencia para apoyar sus tesis. Aportaciones interdisciplinarias como las de Evelyn Fox Keller, Sandra Harding, Helen Longino, Ruth Bleier, Jane Flax, P. M. Brown, Thomas Laqueur y Donna Haraway, por mencionar unos pocos ejemplos, atraviesan sus reflexiones, engendrando no solo una cadena sólida de argumentos y herramientas contra la ciencia androcéntrica y contaminada de estereotipos, sino un bagaje bibliográfico fundamental para quienes están involucradas e involucrados en los estudios de ciencia, tecnología y género (CTG) y ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Simultáneamente, por su parte, deja un legado propio: como declara Eulalia Pérez Sedeño en la introducción de la colección, ese legado genera una especie de genealogía dentro del pensamiento feminista de la ciencia español e iberoamericano, que quedará disponible para las siguientes generaciones de pensadoras y pensadores en materia de género.

290

Los temas tratados, algunos de los cuales se habían introducido en *La estirpe maldita: La construcción científica de lo femenino* unos quince años antes, versan alrededor de los valores epistémicos y los parámetros conjeturales que afectan la objetividad de la ciencia, las vertientes feministas respecto a las múltiples formas de percibir y acercarse a la ciencia, las manifestaciones argumentativas del biologicismo supremacista masculino —que ha intentado menospreciar la mera existencia orgánica y funcional de las mujeres—, la transmisión de conocimiento sesgada por género y las actitudes del profesorado en secundaria y enseñanza superior, así como también el silenciamiento histórico de las mujeres científicas.¹

Respecto a las cuestiones meramente epistémicas, el enfoque de género, tal y como lo despliega la autora, se legitima en un punto intermedio, pero no aleatorio, entre ideales positivistas y relativismo, donde el conocimiento científico se valora con criterios establecidos y sigue un trayecto de formulación de hipótesis, experimentación, obtención de datos y elaboración de resultados. La concienciación respecto a la reproducción de juicios y valores sexualmente sesgados es la que puede permitir la delimitación y progresiva desaparición de falsas universalidades y generalizaciones, por un lado, y de inferioridades incontestables —sólo para el caso de las mujeres y

1. Este libro de Gómez Rodríguez fue publicado en 2004 por Minerva Ediciones.

minorías sociales—, por otro. Las tradiciones marxistas, psicoanalíticas y meramente posmodernas han aportado instrumentos críticos para dicha concienciación.

Enfocándose en las denominadas “ciencias del cuerpo”, la autora examina tres tradiciones epistemológicas: el empirismo clásico, el empirismo feminista y el radicalismo apoyado por una ciencia meramente feminista. Aunque no deniega la estructuración y los márgenes del primero, lo que intenta el segundo es aplicar perspectivas múltiples y reivindicaciones negociables a la construcción del conocimiento, abriéndose a interpretaciones divergentes y parcializando la noción de “verdad científica”. Radicalizando esta idea, en la tercera de las vertientes la pluralidad epistémica difumina las dicotomías entre sujeto conocedor y objeto de estudio, para formular una crítica holística e ideológica de las relaciones de poder que operan en toda ciencia. La ruptura entre empirismo feminista y proyecto feminista de la ciencia concierne el replanteamiento de la ciencia tal y como se ha ido desarrollando: mientras que las empiristas consideran dicho proyecto plausible, las segundas lo rechazan, apostando por crear desde cero una ciencia feminista alternativa, prescindiéndose de todo fundamento masculinista.

¿Qué motivos han llevado a los feminismos a tal patente cisma? Fundamentalmente, el tratamiento de lo masculino como biológicamente genérico, que ha conducido a extrapolaciones problemáticas y argumentos (nuevamente reforzados en esta última década) sobre la inferioridad natural de las mujeres. La encadenación determinista masculinidad-andrógenos-agresividad-dominancia, importada del mundo animal, ha consolidado la diferenciación biológica y la consecutiva atribución de la pasividad a lo femenino. Con la premisa de que las hormonas son difíciles de estudiar, la agresividad se ha ido midiendo por comportamientos descontextualizados. Dejando fuera variables como el contexto social, los niveles de estrés o las funciones cerebrales superiores, altamente pendientes de influencias ambientales, la dominación del macho se ha ido aceptando como natural e inevitable. La idea de contraponer una superioridad diferente a este paradigma, una superioridad que vaya más allá de las clasificaciones jerárquicas, ha sido propia del posmaterialismo feminista. Lo que reivindican teóricas de esta corriente es la enunciación desde el privilegio paradójico de haberse quedado históricamente fuera de los intereses dominantes, una enunciación que rompa con la objetividad hipócrita y ajena, realmente, al objeto. Lecturas posmodernas como las de Haraway y Flax, sin embargo, recuerdan que proyectos tan unitarios no son factibles, y subrayan que, para debatir las visiones biologicistas, hay que resaltar la enorme diversificación y fracturación de las experiencias de las mujeres. De todos modos, aunque parezcan antagónicas, las dos corrientes tienen convergencias destacables, como la mirada crítica y el situacionismo.

No han sido la neurobiología y la sociobiología evolucionista las únicas disciplinas implicadas en traducir la diversidad en inferioridad. A lo largo de siglo XIX la frenología y la antropología física, con estudios fisiológicos y anatómicos, hacían especial hincapié en las excepciones para justificar y legitimar las normas. En el siglo XX, el evolucionismo y la concentración de las diferencias en el cerebro se reflejaron en la medición de la inteligencia por pruebas psicométricas. Inevitablemente, el ámbito de la educación no se quedó inafectado de creencias divisorias. La instrumentalidad como rasgo masculino contra la habilidad verbal y social como aspecto femenino polarizaron

las formas de enseñanza. Especialmente el profesorado más joven y con menos experiencia práctica ha sido más susceptible a tales creencias, como demuestra el estudio realizado en 2008 (pp. 161-186) por la autora y un equipo interdisciplinar con muestra canaria.

Del pensamiento griego clásico al pensamiento moderno sobre la diferencia sexual, se invirtieron progresivamente los condicionantes: mientras que en la Antigüedad habían sido los dictámenes sociales los responsables de los atributos corporales respecto a la sexuación, sin ningún apoyo a la experiencia propia, en la modernidad fue la solidificación de la biología como ciencia la que definió los roles sociales. Las mujeres habían sido consideradas el mal ineludible durante siglos, y su función reproductiva la única que justificaba su existencia; el cristianismo verificó la complementariedad reproductiva, hasta que la modernidad decidió generar un lenguaje propio para los cuerpos femeninos. Junto a ese cambio, se introdujo la concepción de lo femenino como desviación o gradación del tipo básico, prototípico, masculino.

De ahí parte otro tema emergente del libro, que por ser último en esta síntesis no deja de ser primordial: la exclusión sistemática de la autoría femenina de la historia de la ciencia. Las mujeres pioneras no se entendieron a lo largo de los siglos como partes de una genealogía, sino como excepciones en un mundo completamente gobernado por varones, de nuevo en el sentido de desviaciones de la norma que dicta que las mujeres no son capaces de producir conocimiento. Encima, justamente por ser producto de mujeres, su conocimiento ha estado sobreexpuesto a críticas y sobrevigilado, juzgado como inferior. Esas intrusas en la maquinaria científica tradicional lucharon por un reconocimiento íntegro desde dentro, con todos los inconvenientes que esto conllevaba para la paranoia patriarcal. Gómez Rodríguez se plantea la elaboración de una historia de la ciencia con la normalización e inclusión de las mujeres científicas.

Quizá, antes de rellenar esos agujeros históricos, fuera necesario rodearlos o reflexionar sobre su reclamación paradójica, sobre la apropiación del silencio como arma; al fin y al cabo, introduciendo a mujeres científicas dentro de un sistema opresor sin cuestionarlo simultáneamente por sus injusticias, es aceptarlo sin romper el engranaje. No obstante, Gómez Rodríguez enfatiza en la fuerza de las aportaciones históricas de mujeres investigadoras como amenaza a la supuesta neutralidad y pretenciosa objetividad. Evidentemente no todas las ciencias se afectan en el mismo grado de la confluencia de factores externos, con lo cual la ciencia no se puede tratar como global. Además, es tarea de la filosofía de la ciencia establecer los niveles de esa influencia externa para cada ciencia: con este argumento Amparo Gómez Rodríguez homenajea a Helen Longino, optando, sutil pero a la vez definitivamente, por el empirismo contextual:

“[...] hemos de aceptar que la ciencia es lo que es, compleja y resultado de procesos internos e influencias contextuales. La única alternativa factible es hacer explícitos los valores desde los que se está investigando para reconocerlos y saber en cada caso dónde

estamos, haciéndonos conscientes de su existencia. La objetividad tiene que ver con esta estrategia, no con el objetivismo de signo positivista que implica la *descontaminación* valorativa de la ciencia” (p. 135).

La apropiación de la objetividad bajo estatutos críticos y el acercamiento al carácter hipotético de las propuestas científicas, estrategias del feminismo del “punto de vista”, son técnicas que demuestran que el feminismo sugerido por Gómez Rodríguez está estrecha e incluso inseparablemente ligado a las premisas científicas, pero no es dogmático, sino plural, abierto a perspectivas divergentes que pueden tener diferentes grados de validez. Y es este rechazo del solipsismo científico, transversalmente presente en estos textos, el que merece verdaderamente la pena abordar.

Se terminó de editar en
Buenos Aires, Argentina
en Febrero de 2020



REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Artículos

Cooperación ciencia-industria: ¿puede aprender también la parte pública?

Vladimiro Verre, Dario Milesi y Natalia Petelski

Desde Paraguay: hacia una redefinición de “apropiación” a partir de la aplicación de TIC en educación

Sascha Rosenberger

A história das ciências com enfoque CTS na formação continuada de professores de química

Rosângela Rodrigues de Oliveira e Márcia Helena Alvim

Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos

Marcelo José García Farjat y Sergio Walter Salguero

Riesgo, tecnología nuclear y resistencia en Formosa, Argentina: la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2

Agustín Gabriel Piaz

El caso de la munición expansiva: análisis de una controversia desde la filosofía de la técnica

Leandro Giri y Federico Bernabé Blach

Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015)

Martín Peano

Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques

Jorge Núñez Jover, Hilarión Rodobaldo Ortiz Pérez, Tamara Proenza Díaz y Aramis Rivas Diéguez

Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular

Lais Silveira Fraga, Celso Alexandre Alvear e Cristiano Cordeiro Cruz

Panorama esquemático del marxismo en biología: el caso en México de Enrique Beltrán y la necesidad de una biología plural

José Francisco Bravo Moreno, Jorge Alberto Álvarez Díaz y Víctor Enrique Solís Sosa

La teoría de la imagen de Gilbert Simondon: dimensiones y planteos para la filosofía de la técnica

Andrés Vaccari



Instituto Universitario de
Estudios de la Ciencia y la Tecnología,
Universidad de Salamanca



redes

Centro de Estudios sobre Ciencia,
Desarrollo y Educación Superior

