

C/S

REVISTA
IBERO
AMERICANA
DE CIENCIA,
TECNOLOGIA
Y SOCIEDAD

47

volumen 16

julio 2021

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



Dirección Editorial

Ana Cuevas Badallo (España)

Consejo Editorial

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

Comité Asesor

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

Secretario Editorial

Manuel Crespo

Diseño y diagramación

Jorge Abot y Florencia Abot Glenz

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS

Edición cuatrimestral

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

Volumen 16 - Número 47

Julio de 2021

Secretaría Editorial

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

Paraguay 1510

(C1061ABD) – Buenos Aires, Argentina

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

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

2

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

CTS está incluida en:

Dialnet

EBSCO (Fuente Académica Plus)

International Bibliography of the Social Sciences (IBSS)

Latindex

Latindex Catálogo 2.0

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

SciELO

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB)

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

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



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



Índice

Editorial 5

Artículos

3

**Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre
educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE**
Tatiana Galieta e Irlan von Linsingen 11

**El enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México:
facetas y contrastes de su inclusión**
Liliana Valladares 43

**Culturas de participação em práticas educativas brasileiras
fundamentadas pela educação CTS**
Suiane Ewerling da Rosa e Roseline Beatriz Strieder 71

**Sociología de la ciencia y sociología de los problemas sociales.
Discusiones y perspectivas**
Ezequiel Sosiuk 95

**Reciclaje inclusivo y modelos de transferencia tecnológica
en Argentina. Análisis sociotécnico de iniciativas de reemplazo
de carros cartoneros**
Sebastián Carengo y Pablo J. Schamber 119

Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos
Antonio Luis Terrones Rodríguez 153

Representação social e educativa das comissões de ética no uso de animais	
Marta Luciane Fischer, Marina Kobai Farias e Lilian Gauto Quintana Jankoski	177
Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento. El caso del desarrollo de radares en Argentina (2003-2015)	
Juan Martín Quiroga	195
Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina	
Mathieu Hubert y Ana Spivak L'Hoste	223
El par ciencia-tecnología en el devenir hipermoderno de la estetización de la vida	
Claudia Janneth Jaramillo Sánchez	251
Traducciones	
<i>Homo faber</i> revisitado: posfenomenología y teoría del compromiso material	
Don Ihde y Lambros Malafouris	279

En la continuación de su decimosexto volumen, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS* incluye artículos académicos de investigadores brasileros, mexicanos, argentinos, ecuatorianos y colombianos.

El primero de ellos, “Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre Educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE”, de Tatiana Galieta e Irlan von Linsingen, describe la investigación académica sobre educación y medioambiente presentada en el evento CTS de mayores dimensiones en América Latina: las Jornadas ESOCITE. Las autoras indican que los temas más discutidos fueron la capacitación de docentes e ingenieros, la gestión ambiental y la sostenibilidad; que la mayoría de los trabajos sobre educación y medioambiente fueron producidos por investigadores brasileños y argentinos; y que se destaca, entre ellos, una prevalencia de temas socioambientales de alcance local.

5

En “El enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México: facetas y contrastes de su inclusión”, Liliana Valladares realiza un análisis curricular del diseño de la asignatura Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (CTSyV) en el bachillerato tecnológico mexicano entre 2004 y 2020. Con el fin de valorar las formas en que se incorporó el enfoque CTS, Valladares describe las facetas de cada programa de estudio, así como la presencia o ausencia y el grado de penetración de dicho enfoque a lo largo de los cambios curriculares. En última instancia, la autora denuncia una ausencia total del enfoque CTS en el programa 2020, tanto en términos de elementos curriculares como en el propósito de la asignatura, los contenidos conceptuales abordados y las técnicas didácticas utilizadas.

A través de un análisis de la producción académica en el área de la enseñanza de las ciencias, “Culturas de participação em práticas educativas brasileiras fundamentadas pela educação CTS”, trabajo firmado por Suiane Ewerling da Rosa y Roseline Beatriz Strieder, se propone caracterizar cómo se ha desarrollado el concepto de participación en las prácticas educativas brasileñas. La investigación se basa en ideas de Paulo Freire y del Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y

Sociedad (PLACTS), y se apoya en el principio rector que guía ambas escuelas: la constitución de una cultura de la participación. Ewerling da Rosa y Strieder concluyen que existen culturas cercanas a los procesos tecnocráticos de toma de decisiones, así como también limitaciones para alcanzar procesos democráticos participativos en las acciones educativas con un enfoque CTS.

Ezequiel Sosiuk, autor de “Sociología de la ciencia y sociología de los problemas sociales. Discusiones y perspectivas”, hace un repaso de los aportes de la sociología a la solución de problemas sociales y la producción de conocimientos científicos a partir de la obra de Robert Merton y la crítica a la que fue sometido desde la perspectiva constructivista. Bajo ciertos matices, dice Sosiuk, surgieron dos corrientes que abordaron, por un lado, el carácter socialmente construido de la ciencia y, por otro, el de los problemas sociales. Si bien ambas corrientes abordaron algunos problemas en común, la imbricación entre ambas ha sido poco abordada. Según el autor, indagar esta vacancia no tiene solo un valor teórico, sino también político, en tanto la ciencia se ha convertido, en las últimas décadas, en parte fundamental de la toma de decisiones para desarrollar soluciones a problemas públicos. Sosiuk ofrece el concepto de “objeto problemático” para pensar cómo las investigaciones enmarcadas en problemas sociales agencian dinámicas de intervención pública.

6

“Reciclaje inclusivo y modelos de transferencia tecnológica en Argentina. Análisis sociotécnico de iniciativas de reemplazo de carros cartoneros”, de Sebastián Careno y Pablo J. Schamber, contrasta dos experiencias de investigación y transferencia universitaria que tuvieron como objeto mejorar el carro que utilizan los “cartoneros” argentinos para recolectar residuos reciclables. Se trata de una muestra en pequeña escala de una variedad de iniciativas que han buscado reemplazar dicho elemento por modelos que incorporaran optimizaciones en su diseño estético y funcionalidad. De acuerdo con Careno y Schamber, en experiencias de este tipo, encaradas en general por profesionales provenientes del diseño industrial, no suele considerarse necesario analizar a fondo las características esenciales y particularidades de la actividad en la cual se emplea la herramienta mencionada. Los dos proyectos rescatados por los autores tienen en común la interacción con los grupos y sujetos habitualmente identificados como usuarios o beneficiarios de la herramienta a diseñar.

El propósito de “Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos”, de Antonio Luis Terrones Rodríguez, consiste en abordar el cambio cultural que suscitan los coches autotripulados, un cambio que viene acompañado de ventajas, oportunidades, riesgos y amenazas que deben ser sometidas a un juicio valorativo. Por ello, argumenta Terrones Rodríguez, resulta fundamental aproximarse a estos nuevos vehículos como una novedad tecnológica que condicionará la vida del futuro en materia de movilidad y gestión del tiempo.

Marta Luciane Fischer, Marina Kobai Farias y Lilian Gauto Quintana Jankoski son las autoras de “Representação social e educativa das comissões de ética no uso de animais”, trabajo que desentraña la regulación de la bioética institucional al explorar cómo los comités de ética en experimentación animal (CEEA) orientan la relación de la academia con los animales. Fischer, Farias y Quintana Jankoski cuestionan la

representación social de los CEEA para identificar la concepción de su papel social en el entorno científico y lego. Los resultados de su investigación demuestran que, si bien es verificable una discusión de las vulnerabilidades éticas en el uso de animales, hay un marcado desinterés desde el ámbito académico por forjar un diálogo con la sociedad sobre estos temas.

En “Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento. El caso del desarrollo de radares en Argentina (2003-2015)”, Juan Martín Quiroga analiza el rol que las capacidades dinámicas de la empresa INVAP y su conjunción con aquellas de la Fuerza Aérea Argentina tuvieron en el desarrollo y la fabricación de radares en Argentina entre 2003 y 2015. El caso analizado permite ilustrar cómo una empresa tecnológica de un país semiperiférico pudo generar capacidades dinámicas que, al ser recombinadas entre sí, permitieron diversificar su cartera de productos del área nuclear a la satelital, y luego a la de defensa. Sin embargo, dado que este tipo de capacidades no se explica cabalmente a partir de esta diversificación, Quiroga introduce el concepto de “metacapacidad dinámica”, que refiere a aquellas capacidades que brindan un marco para que pueda orquestar recursos, lo cual implica disponer del conjunto de las capacidades operativas y gerenciales, así como las relativas a posiciones de activos, para desarrollar, producir y comercializar nuevos bienes tecnológicos.

“Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina”, de Matthieu Hubert y Ana Spivak L’Hoste, pasa revista a las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina en las últimas dos décadas a partir del rastreo de los argumentos expertos utilizados para describir, evaluar, justificar o criticar esas políticas. El análisis distingue tres imaginarios que modelaron las decisiones tecnológicas tomadas en este rubro: el imaginario mercantil, el imaginario desarrollista y el imaginario de la justicia socioambiental. Hubert y Spivak L’Hoste profundizan el análisis comparativo sobre la base de tres criterios —los actores involucrados, las misiones que ellos atribuyen a la política pública y la identificación y gestión de los riesgos— y discuten dos resultados que condensan las principales diferencias y tensiones que atraviesan los tres imaginarios: la escala territorial considerada pertinente para definir el interés común y los parámetros de evaluación comparativa de las tecnologías.

Claudia Janneth Jaramillo Sánchez, autora de “El par ciencia-tecnología en el devenir hipermoderno de la estetización de la vida”, visibiliza las relaciones entre la ciencia y la tecnología a partir de un presente hipermoderno caracterizado por la optimización del rendimiento, la mejora personal y el aprendizaje permanente. A través del *sci-art*, dice Jaramillo Sánchez, se estimulan las experiencias significativas del público y la interdisciplinariedad en favor de la divulgación, el capital creativo y la innovación como nodos centrales de la productividad. Las nociones metodológicas de gobierno y la “noo-política” permiten problematizar no solo el funcionamiento de la ciencia y la tecnología, sino además el giro actual de la humanidad hacia una estetización que atañe tanto a la belleza como al desarrollo de una individualidad que no cesa de producir experiencias creativas, decisiones responsables, autónomas y consensuadas sobre un futuro fraguado en la promesa de más y mejor vida.

Por último, presentamos una nueva sección dedicada a traducciones de artículos de calidad publicados recientemente en idiomas no iberoamericanos. En esta ocasión, ofrecemos una versión en español de “*Homo faber* revisitado: posfenomenología y teoría del compromiso material”, artículo académico firmado por Don Ihde y Lambros Malafouris. La traducción estuvo a cargo de Luciano Mascaró, investigador del CONICET argentino y docente en la Universidad de Buenos Aires (UBA).

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

ARTÍCULOS *C/S*

**Caracterização da produção acadêmica latino-americana
sobre educação CTS e temáticas socioambientais
nas Jornadas ESOCITE ***

**Caracterización de la producción académica latinoamericana
sobre educación CTS y temas socioambientales en Jornadas ESOCITE**

***Characterization of Latin American Academic Production
on STS Education and Socio-Environmental Issues
at the ESOCITE Congress***

Tatiana Galieta e Irlan von Linsingen **

O Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) surge na década de 1960 como um movimento cujo foco estava nas políticas sobre ciência e tecnologia, com forte engajamento ativista. A partir dos anos 1980, passa a constituir um campo de pesquisa com diversas áreas disciplinares e objetos de estudo. O campo CTS consolida através da realização de eventos e da publicação de revistas especializadas. Neste artigo apresentamos uma investigação que teve como objetivo mapear e caracterizar pesquisas acadêmicas sobre educação e ambiente apresentadas no maior evento latino-americano, as Jornadas ESOCITE. Os temas mais abordados foram formação de professores e engenheiros, gestão ambiental e sustentabilidade. Os trabalhos de interface educação/ambiente são de autoria de brasileiros e argentinos. Destacam-se pesquisas empíricas que analisam textos de diferentes naturezas a partir de referenciais teóricos da Educação Ambiental e da Educação CTS. Há prevalência de temáticas socioambientais de abrangência local. Sugere-se a realização de futuros estudos que entrevistem dirigentes da associação, bem como os organizadores do evento, de modo que a história da ESOCITE seja documentada e aprofundada.

11

Palavras-chave: CTS latino-americano; educação CTS; temáticas socioambientais; PLACTS; Jornadas ESOCITE

* Recebimento do artigo: 13/05/2020. Entrega da avaliação final: 28/07/2020.

** *Tatiana Galieta*: professora associada da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Bolsista pós-doutorado Sênior do CNPq. Correio eletrônico: tatigalieta@gmail.com. *Irlan von Linsingen*: professora titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Correio eletrônico: irlan.vonlinsingen@gmail.com.

El Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS) surgió en la década de 1960 como un movimiento centrado en las políticas de ciencia y tecnología con un fuerte compromiso activista. A partir de la década de 1980, comenzó a constituir un campo de investigación con varias áreas disciplinarias y objetos de estudio. El campo CTS se consolida a través de la organización de eventos y la publicación de revistas especializadas. En este artículo presentamos un estudio que mapea y caracteriza la investigación académica sobre educación y medioambiente presentada en el evento más grande de América Latina: las Jornadas ESOCITE. Los temas más discutidos fueron la capacitación de docentes e ingenieros, la gestión ambiental y la sostenibilidad. Los trabajos de interfaz educación/medioambiente son escritos por investigadores brasileños y argentinos. Se resalta la investigación empírica que analiza textos de diferentes naturalezas, con marcos teóricos de educación ambiental y educación CTS. Hay una prevalencia de temas socioambientales de alcance local. Se sugiere realizar estudios futuros que entrevisten a los directores de la asociación, así como a los organizadores del evento, para documentar y profundizar la historia de ESOCITE.

Palabras clave: CTS latinoamericano; educación CTS; temas socioambientales; PLACTS; Jornadas ESOCITE

Latin-American Thought on Science, Technology and Society (PLACTS, due to the initials in Spanish) emerged in the 1960s as a movement that focused on science and technology policies and was strongly engaged with activism. In the 1980s, it became a research field with several disciplinary areas and objects of study. The STS field fully established itself through the organization of events and the publication of specialized journals. This article aims at mapping the academic research on education and the environment presented at the largest Latin American event: the ESOCITE Congress. The most discussed topics were: the training of teachers and engineers, environmental management, and sustainability. The papers on education/environment articulation are authored by Brazilian and Argentine researchers. Empirical research that analyzes texts of different natures is highlighted, with theoretical frameworks for environmental education and STS education. There is a prevalence of socio-environmental subjects, local in scope. Future studies are suggested, where the association's directors and the event organizers are interviewed, so that ESOCITE's history is documented and deepened.

Keywords: Latin-American STS; STS education; socioenvironmental issues; PLACTS; ESOCITE Congress

1. De movimento a campo CTS latino-americano e surgimento dos estudos sobre educação e ambiente

O movimento CTS (ciência, tecnologia e sociedade) teve origens simultâneas na América Latina, Europa e América do Norte na segunda metade do século XX. Nos diferentes países, as articulações, os interesses e os objetivos foram específicos dados os contextos econômicos e políticos, bem como os atores sociais diretamente envolvidos (López Cerezo, 1998; Vaccarezza, 1998; von Linsingen, 2007).

A história do CTS na América Latina¹ foi analisada por diversos autores em detalhados estudos (Dagnino, Thomas e Davyt, 1996, 1998; Vaccarezza, 1998, 2004; Kreimer e Thomas, 2004; von Linsingen, 2007; Arellano e Kreimer, 2009; Dagnino, 2009, 2015; Thomas, 2010; Kreimer *et al.*, 2014; Silva, 2015). A partir de alguns desses trabalhos resgatamos marcos na trajetória do movimento CTS que nos ajudam a situar os temas que particularmente nos interessam (a educação CTS e as temáticas socioambientais).

Inicialmente pautamo-nos na distinção feita por Vaccarezza (1998) com relação aos termos “movimento” e “campo” CTS.

“Reservamos el concepto de campo a las funciones estrictamente cognitivas que llevan a cabo los distintos cultores de la reflexión sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y lo social. El concepto de movimiento hace referencia a la conformación de un sujeto político (o a un conjunto más o menos integrado o contradictorio de sujetos políticos) que pretende intervenir en situaciones de poder social global sobre la base de reivindicaciones u objetivos de cambio específicos (sean sectoriales o globales)” (Vaccarezza, 1998, p. 56).

13

O autor argumenta que houve na América Latina uma derivação do status de movimento para o de campo, uma vez que inicialmente os atores envolvidos preocupavam-se mais com proposições intervencionistas nas políticas sobre ciência e tecnologia do que com elaborações teóricas. O desenvolvimento contemporâneo do CTS latino-americano fez com que ele se restringisse ao nível de campo, diferentemente do que ocorreu nos Estados Unidos, por exemplo (Vaccarezza, 1998).

A evolução histórica do CTS na América Latina pode ser desdobrada em análises que detalham os objetos, os atores sociais, as dinâmicas dos contextos (internos e externos), as perspectivas teóricas de fundo, entre outros elementos. Tais estudos geralmente são feitos a partir da organização em períodos de décadas e aqui, por nos basearmos em alguns deles, adotamos tal demarcação.

1. Neste artigo, assim como apontam Kreimer e colaboradores (2014), utilizamos de forma indistinta as noções de CTS e ESCyT (estudios sociales de la ciencia y la tecnología).

A maior parte dos autores (Dagnino, Thomas e Davyt, 1996; Vaccarezza, 1998; von Linsingen, 2007; Thomas, 2010; Kreimer *et al.*, 2014) situam o início do movimento CTS na América Latina na década de 1960, embora Arellano e Kreimer (2009) apontem que já no final dos anos 1950 havia registros de seus antecedentes. Apesar disso, há um consenso de que o Pensamiento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedad (PLACTS)² nasce e cria suas bases entre 1960 e 1970, se institucionaliza e profissionaliza do início dos anos 1980 a meados de 1990 e a partir daí se consolida com a organização de eventos e revistas especializadas. Kreimer *et al.* (2014) identificam entre 1960 até o final da primeira década dos anos 2000 a existência de quatro gerações: a primeira geração dos pioneiros; a segunda de pós-graduados no exterior, essencialmente nas ciências sociais; a terceira de pós-graduados em programas locais de CTS; e a quarta geração formada por equipes consolidadas de origens disciplinares variadas, mas ainda com predomínio das ciências sociais.

O PLACTS foi fundado por investigadores (cientistas e engenheiros, principalmente) que tinham baixo nível de institucionalização acadêmica, já que exerciam funções executivas em órgãos de ciência e tecnologia (nacionais e internacionais), de consultoria ou em instituições privadas de investigação. Estavam fortemente preocupados com dimensões de ordem política e defendiam o caráter social da ciência e da tecnologia, no sentido em que o “social” era visto como a instância que subordinava a política econômica e tecnológica. Assim, a origem do movimento CTS na América Latina se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como políticas públicas com uma forte crítica ao processo de transferência tecnológica como um fenômeno de dependência nos países periféricos (Vaccarezza, 1998; Arellano e Kreimer, 2009; Kreimer *et al.*, 2014).

14

Em seus posicionamentos, os autores fundadores do PLACTS, apesar de terem preocupações comuns, assumiam desde posturas mais radicais até aquelas consideradas moderadas. Argumentavam a favor de um desenvolvimento endógeno da ciência e da tecnologia, com ênfase no papel ativo dos governos nas trajetórias nacionais de investigação e desenvolvimento (Kreimer *et al.*, 2014) e defendiam uma proposta de alta política do Estado como produtor de conhecimentos e regulador de funções e financiamento de inovação e desenvolvimento (Vaccarezza, 1998). É importante, ainda, destacar que havia um compromisso militante que, ao longo da consolidação do campo CTS, foi se diluindo uma vez que, com o predomínio do ethos acadêmico (com a universidade tendo se convertido em locus privilegiado de produção de conhecimentos), assumiram-se níveis mais complexos de teorização e análises.

Nos anos 1990, a ausência da dimensão política estava associada a uma visão de que o Estado fica em segundo plano, como facilitador de vínculos, limitando-se à gestão da ciência e da tecnologia e à promoção de competitividade internacional das unidades produtivas, ficando o “social” subordinado à política assistencial ou de paliativo dos desajustes do sistema (Vaccarezza, 1998), algo que está imbricado à

2. Alguns autores, como Arellano e Kreimer (2009), utilizam a denominação de Sábado e Botana de “Pensamiento latino-americano en ciencia, tecnología, desarrollo, dependencia” para a sigla PLACTS.

implantação de políticas econômicas com princípios neoliberais pelos governos latino-americanos.

A profissionalização dos autores e a institucionalização acadêmica da produção CTS, incluindo os meios de comunicação e de interlocução foram acompanhadas pelo aumento da complexidade temática. Segundo Arellano e Kreimer (2009), do início dos anos 1980 até meados de 1990, os estudos CTS se desdobram em numerosas dimensões e disciplinas, conformando objetos de investigação cada vez mais diversificados. Entre os temas principais listados por esses autores, destacamos: a institucionalização da sociedade do conhecimento; as relações entre as disciplinas científicas e a indústria nos processos científico-técnicos; as relações entre a tecnologia, o ambiente e a sociedade; a regionalização e localização espaço-temporal do fenômeno técnico-científico; as políticas públicas de ciência e tecnologia; as redes heterogêneas de investigação; as relações entre cientistas, grupos sociais e instituições; e a dimensão social dos conteúdos científicos (Arellano e Kreimer, 2009). Nota-se, portanto, a ausência da educação entre os temas.

O campo CTS latino-americano parece ter se atentado apenas nas últimas duas décadas para a discussão de aspectos educacionais. De fato, Vaccarezza (ainda em 1998) chamava a atenção para o fato de que temas como a profissionalização, currículos universitários e a demanda profissional, próprios do âmbito da educação e do emprego, não estavam sistematicamente vinculados à problemática geral do movimento CTS. Mais recentemente, Kreimer *et al.* (2014) apontaram que é considerável a variedade de questões CTS investigadas no campo CTS, porém existem temas emergentes que demonstram uma defasagem de tempo com aqueles explorados já há algum tempo nas agendas da América do Norte e da Europa. Entre eles, os autores destacam os transgênicos, questões ambientais, mudança climática, recursos naturais e a comunicação pública da ciência e educação CTS.

15

No Brasil, a aproximação de autores do campo CTS das questões educacionais tem ocorrido desde o final da década de 1990, despontando como tema de destaque nas pesquisas com enfoque CTS. Crispino *et al.* (2013) revelam que as primeiras publicações citadas sobre educação CTS, no âmbito do ensino de ciências, datam do final dos anos 90. Eles identificaram os textos mais referenciados em artigos publicados em 22 periódicos brasileiros no período de 1996 a 2010. O primeiro deles é o texto de Amorim (1997) e o segundo o livro de Bazzo (1998), seguidos pelos artigos de Auler e Delizoicov (2001) e Auler e Bazzo (2001).

Nos demais países da América Latina, a educação CTS teve forte entrada na formação profissional no ensino técnico superior com foco, sobretudo, na educação tecnológica. Foram marcos os artigos do argentino Rodríguez Acevedo (1998) e da uruguaia Sutz (1998), ambos publicados no número monográfico “Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación” da *Revista Iberoamericana de Educación*. Outro marco consiste no livro do cubano Núñez Jover (1999), no qual aponta os estudos CTS como uma importante área de investigação acadêmica, de políticas públicas e de educação na América Latina.

No que diz respeito aos temas ambientais, von Linsingen (2007) reafirma a importância de coaduná-los à educação em ciências e tecnologia a partir dos interesses e necessidades de países latino-americanos. De acordo com o autor, deve-se “criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido” (von Linsingen, 2007, p. 14). Tal relação entre os estudos CTS relacionados à educação e as temáticas ambientais parece ter estado sempre presente no campo, ainda que de forma implícita. Santos (2011) defende essa ideia.

“Temos argumentado que, desde sua origem, a educação CTS incorpora implicitamente os objetivos da educação Ambiental (EA), pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social. Nesse sentido, consideramos que questões ambientais são inerentes à análise das complexas inter-relações CTS e estão presentes em diversos temas sociocientíficos diretamente relacionados ao ambiente, que sempre foram recomendados nos vários currículos CTS” (Santos, 2011, pp. 30-31).

16 Apesar dessa aparente relação implícita, não encontramos na literatura uma discussão sistematizada que aponte como tem se dado a relação entre as pesquisas sobre educação CTS e temáticas socioambientais. Nosso interesse por tais temas se materializou na execução de uma investigação do tipo estado da arte que teve como objetivo geral mapear e caracterizar as pesquisas acadêmicas sobre educação e ambiente do CTS latino-americano (Galieta, 2020). Neste artigo apresentamos parte dos resultados referentes ao levantamento bibliográfico em documentos do maior evento científico internacional do campo, abaixo descrito.

2. As Jornadas ESOCITE

Conforme destacado anteriormente, os eventos científicos auxiliaram na consolidação do PLACTS pelo fato de reunirem pesquisadores de diversas áreas disciplinares em torno da discussão sobre ciência e tecnologia em países latino-americanos. Arellano e Kreimer (2009) e Kreimer *et al.* (2014) abordam a importância dos congressos, assim como das revistas científicas, como espaços de interação do campo CTS. Entre esses, os autores destacam as Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (Jornadas ESOCITE).

“Desde mediados de los noventa se comenzaron a organizar en forma bianual los Congresos Latinoamericanos de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (Jornadas ESOCITE) y también tienen lugar seminarios permanentes, foros nacionales y latinoamericanos, que incluyen cada vez más investigadores y grupos con trayectorias en investigación y formación de posgrado. Desde el año 2001 se han comenzado a realizar, también en

forma bianual, escuelas doctorales latinoamericanas en CTS (en años alternados con los congresos esocite), con una participación creciente” (Kreimer *et al.*, 2014, p. 19).

As Jornadas ESOCITE aconteceram pela primeira vez em 1995, sendo organizadas por atores importantes vinculados aos estudos sociais da ciência e da tecnologia latino-americanos. Desde então foram realizadas 12 edições das jornadas em seis países (**Tabela 1**). As Jornadas são encontros bienais; somente a segunda edição ocorreu no espaço de um ano. Uma exceção aconteceu em 2002, quando o congresso que deveria ter sido realizado na Argentina não ocorreu. Em uma ocasião, X Jornadas (2014), o congresso foi realizado em conjunto com a reunião anual da 4S (*Society for Social Studies of Science*).³

Tabela 1. Edições das Jornadas ESOCITE, respectivos anos e locais em que foram realizadas e seus organizadores

Edição (ano)	Local (cidade, país)
I (1995)	Universidad Nacional de Quilmes (Buenos Aires, Argentina)
II (1996)	Hotel Eurobuilding (Caracas, Venezuela)
III (1998)	Universidad Autónoma de Querétaro (Querétano, México)
IV (2000)	Universidade de Campinas (Campinas, Brasil)
V (2004)	Universidad Autónoma del Estado de México (Toluca, México)
VI (2006)	Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colômbia)
VII (2008)	Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Brasil)
VIII (2010)	Universidad Tecnológica Nacional (Buenos Aires, Argentina)
IX (2012)	Universidad Nacional Autónoma de México (Cidade do México, México)
X (2014)	Intercontinental Hotel (Buenos Aires, Argentina)
XI (2016)	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Curitiba, Brasil)
XII (2018)	Universidad de Chile (Santiago, Chile)

Fonte: ESOCITE (2020)

Em 2015 houve a transformação da Red ESOCITE em Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (Casas e Pérez-Bustos, 2019) que passou a organizar as Jornadas ESOCITE. A criação da associação foi feita após um grupo de professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação latino-americanos, que estavam envolvidos com os estudos sociais de ciência e tecnologia, reconhecer uma trajetória de várias décadas de atividade nesse campo (ESOCITE,

3. A 4S consiste em uma associação internacional acadêmica composta por pesquisadores e profissionais que fomenta o conhecimento interdisciplinar em estudos sociais de ciência, tecnologia e medicina. Mais informações em: <http://www.4sonline.org/>.

2020). Entre as atividades da associação, destaca-se aquela que está diretamente relacionada à organização das jornadas.

O evento possui papel fundamental na expansão do CTS latino-americano, constituindo um espaço reconhecido pela comunidade acadêmica de trocas e diálogos entre os pesquisadores do campo. A produção derivada dos congressos (resumos e trabalhos completos), no entanto, não tem recebido tratamento analítico com a devida atenção da comunidade acadêmica, algo fundamental para a compreensão da dinâmica dos temas que vêm sendo contemplados e dos atores sociais envolvidos.

Um estudo que se debruçou sobre a identificação dos atores relevantes, a caracterização de seus atributos e a determinação das relações de poder dentro do processo de institucionalização tendo como objeto de estudo as Jornadas ESOCITE foi realizado por Flores-Zúñiga *et al.* (2015). A partir da análise dos programas das dez primeiras jornadas (1995 a 2014), os autores puderam identificar as quatro gerações de pesquisadores do campo CTS – corroborando a análise de Kreimer *et al.* (2014) – bem como os dez atores sociais mais relevantes e os países que têm maior presença no campo. Eles também discutem a origem disciplinar dos autores, as linhas de investigação, o lugar de formação e a incidência na resolução de problemas de estudo. Embora os autores não especifiquem os resultados neste texto, é possível perceber que o material derivado das Jornadas ESOCITE é extremamente profícuo para a caracterização do CTS latino-americano, seja na identificação dos pesquisadores protagonistas, seja para a análise da evolução de temas de pesquisa específicos.

18

3. Metodologia

3.1. Caracterização da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como sendo quanti-qualitativa por ter operado com dados numéricos que foram descritos e interpretados. De acordo Pereira e Ortigão (2016, p. 71), “pesquisas quantitativas e qualitativas não são polos opostos e antagônicos; são complementares e oferecem diferentes perspectivas”. Ao se investir em pesquisas mistas, os pesquisadores em educação contribuem para a compreensão de relações mais amplas (Pereira e Ortigão, 2016).

De acordo com Gatti (2004), há três tipos de dados quantitativos que podem ser tratados em pesquisas educacionais: categoriais, ordenados e métricos.

“Os dados *categoriais* são aqueles que apenas podemos colocar em classificações (classes) e verificar sua frequência nas classes. (...) Os dados são chamados de *ordenados* quando estão numa forma que mostra sua posição relativa segundo alguma característica, mas que não há associação de um valor numérico para essa característica, nem um intervalo regular entre uma posição e outra. (...) O terceiro tipo de dado — *métrico* — consiste de observações relativas a características que podem ser mensuradas e expressas numa escala numérica: os graus da temperatura; notas em uma escala definida” (Gatti, 2004, pp. 14-15, grifos da autora).

Assim sendo, operamos somente com dados categoriais e ordenados já que realizamos classificações, ordenações e não foram procedidos escalonamentos. Não foram adotados procedimentos estatísticos; os dados foram tratados em termos de números absolutos e porcentagens de forma a traçar um panorama da produção acadêmica mapeada.

O caráter qualitativo da pesquisa relaciona-se ao fato dela ser rica em dados descritivos, ter um plano aberto e flexível e focalizar a realidade de forma complexa e contextualizada (Lüdke e André, 1986). A pesquisa qualitativa segue a tradição “compreensiva” ou interpretativa cuja análise dos dados tende a seguir uma abordagem indutiva, na qual o pesquisador parte de observações mais livres, deixando que categorias de interesse emergam progressivamente durante os processos de coleta e análise de dados (Alves-Mazzotti, 1998).

O presente estudo consiste em uma pesquisa documental, já que os textos (trabalhos apresentados em eventos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado) constituem a fonte primária dos dados da pesquisa. A pesquisa documental, de acordo com Gil (1999), caracteriza-se pelo uso das chamadas fontes de “papel” (como livros, documentos oficiais, reportagens de jornais, fotografias, etc.), de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, como recursos de onde os dados da pesquisa são coletados.

As fontes de dados consistiram nos documentos disponíveis das Jornadas ESOCITE. O ano de início do levantamento foi determinado a partir da primeira edição das Jornadas ESOCITE, realizada em Quilmes, Argentina (1995) e o ano final referente à edição mais recente do evento, realizada em Santiago do Chile (2018).

19

3.2. Coleta de dados

Os dados foram coletados no site da ESOCITE Latino-americana e, quando disponível, nos sites dos eventos. Apenas as edições das VII, X, XI e XII Jornadas tinham sites ativos.

Das 12 edições do evento, oito apresentavam os programas (com as sessões, títulos de trabalhos e respectivos autores): I (1995), II (1996), III (1998), IV (2000), V (2004), VIII (2010), IX (2012) e XII (2018). Três edições tinham os programas, resumos e trabalhos completos: VII (2008), X (2014) e XI (2016). As VI Jornadas (2006) não tinham qualquer um desses materiais, apenas uma lista de seus eixos temáticos.

A caracterização geral do evento foi feita a partir da identificação do número de sessões⁴ e de trabalhos apresentados em cada edição das Jornadas ESOCITE.

4. As Jornadas são organizadas em sessões, sendo que os trabalhos são vinculados a eixos temáticos (painéis temáticos ou mesas temáticas) que são propostos pelo comitê organizador ou isoladamente por pesquisadores associados à ESOCITE anteriormente à abertura das inscrições no evento. Ao realizar a inscrição, o autor indica o eixo temático para o qual está submetendo seu resumo. Os proponentes dos eixos fazem a avaliação das submissões dos resumos.

3.3. Organização e análise dos dados

Inicialmente fizemos a seleção dos trabalhos relacionados à educação e ao ambiente para, em um segundo momento, identificar aqueles que abordavam simultaneamente esses dois assuntos; estes trabalhos foram tidos como situados em uma interface educação/ambiente.

A seleção inicial foi feita a partir da busca dos seguintes descritores nos títulos dos trabalhos: educação (*educación*, *education*), ensino (*enseñanza*, *teaching*),⁵ ambiente/ambiental (medioambiente/ambiental, *environment/environmental*) e natureza (naturaleza, *nature*).⁶

Para cada edição do evento foi confeccionada uma planilha no Excel, com os trabalhos de cada área marcados com cores distintas. Além dos títulos, foram identificadas as instituições e os países de origem dos autores desses trabalhos.

Foram excluídos os trabalhos que não se situavam no campo da educação CTS e os trabalhos nos quais o ambiente não era abordado como meio ambiente e/ou ambiente natural (como, por exemplo, “ambiente virtual” e “ambiente de trabalho”), além dos que não tinham temas ambientais como objetos de estudo. Nos casos em que houve dúvidas, sobretudo quando não havia resumos ou textos completos disponíveis, optou-se por incluir os trabalhos.

20

Após a seleção, deu-se início ao processo analítico a partir da categorização e descrição dos dados, buscando diálogo com a literatura do campo. Realizamos a identificação dos temas abordados os quais foram definidos somente *a posteriori* por meio da leitura dos títulos (e resumos, quando disponíveis). Foram identificados 19 temas na área de educação e 20 temas em trabalhos sobre temáticas socioambientais.

Os países de origem dos autores dos trabalhos também foram mapeados.

Os trabalhos que se situavam na interface educação/ambiente foram identificados pela presença de algum dos descritores de ambas as áreas. A análise deu-se pela classificação em: autoria e instituições, temas (com detalhamento dos níveis de ensino), referenciais teóricos (pressupostos, campos de pesquisa e autores referenciados), desenhos metodológicos (tipo da pesquisa e de análise de dados), e abrangência das temáticas socioambientais abordadas (local ou global).

5. Eventualmente foram considerados trabalhos cujos títulos tinham as palavras: professor(es)/maestros, docente(s), estudante/*student*, aprendizagem, didático(a), currículo e escola(s) quando apresentados em mesas temáticas sobre educação CTS.

6. Eventualmente foram considerados trabalhos cujos títulos tinham as palavras: recurso hídrico, biodiesel, clima, climático, bioclimatización, biodiversidade/*biodiversity*, desenvolvimento/desarrollo, *sustainability*, poluição/*pollution*, extractivismo, quando apresentados em mesas relacionadas a temáticas socioambientais.

4. Resultados e discussão

4.1. Caracterização geral das Jornadas ESOCITE

Na **Tabela 2** são apresentados os números de sessões e a respectiva quantidade de trabalhos apresentados em cada uma das Jornadas ESOCITE.

Tabela 2. Número de seções de apresentação de trabalhos nas edições das Jornadas ESOCITE

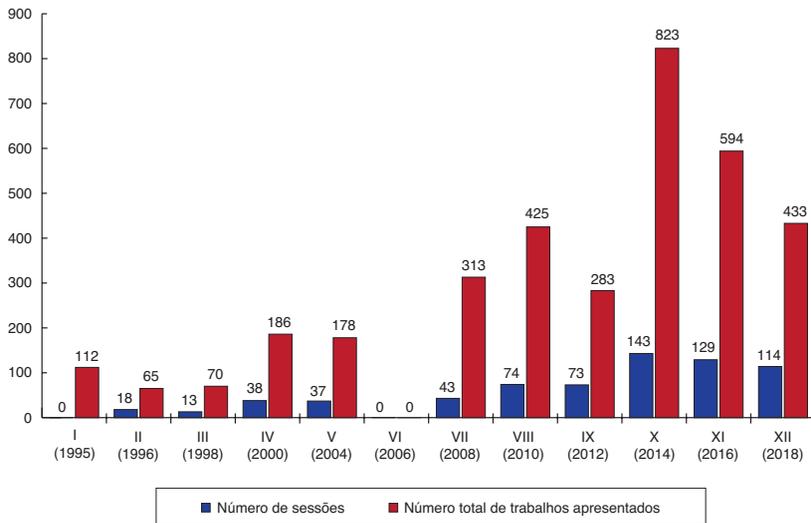
Edição (ano)	Número de sessões	Número total de trabalhos apresentados
I (1995)	(não havia sessões)	112
II (1996)	18	65
III (1998)	13	70
IV (2000)	38	186
V (2004)	37	178
VI (2006)	(n/d)	(n/d)
VII (2008)	43	313
VIII (2010)	74	425
IX (2012)	73	283
X (2014)	143	823
XI (2016)	129	594
XII (2018)	114	433
Total	682	3482

21

Fonte: Galieta (2020)

No **Gráfico 1** são apresentados os resultados expostos acima, sendo possível visualizar uma tendência crescente no número de sessões e de trabalhos até a oitava edição (2010).

Gráfico 1. Número de sessões e de trabalhos apresentados em cada edição das Jornadas ESOCITE



Fonte: Galieta (2020)

22

As IX jornadas (2012) apesar de praticamente manter o número de sessões, contou com menor quantidade de trabalhos apresentados. A décima edição (2014), que foi realizada em conjunto com a reunião da 4S e que contou com a participação de países da América do Norte, Europa e Ásia, foi o maior evento: dobrou o número de sessões e quase triplicou o número de trabalhos. Após essa edição, os quantitativos totais de seções (121,5 em média) e trabalhos (513,5 em média) ainda são superiores às edições anteriores (considerando os eventos de 2008, 2010 e 2012 com média de 63,3 seções e 340,3 trabalhos). Isso demonstra a consolidação do evento e o reconhecimento por parte da comunidade de pesquisadores desse espaço de divulgação de resultados de seus estudos.

4.2. Análise dos trabalhos sobre educação e ambiente

Na primeira etapa de seleção, em que foram buscados os descritores, encontramos os quantitativos expostos na **Tabela 3**. Ao total foram localizados 206 trabalhos sobre educação, 119 trabalhos sobre ambiente e 28 trabalhos na interface educação/ ambiente, somando 353 trabalhos (o que corresponde a aproximadamente 10% do número total de trabalhos apresentados nas Jornadas ESOCITE).

Tabela 3. Trabalhos relacionados somente à educação, ao ambiente ou situados na interface educação/ambiente localizados nas Jornadas ESOCITE

Edição (ano)	Número total de trabalhos	Trabalhos sobre educação	Trabalhos sobre ambiente	Trabalhos Interface educação/ Ambiente	Total
I (1995)	112	5	1	0	6
II (1996)	65	0	1	0	1
III (1998)	70	1	1	0	2
IV (2000)	186	2	5	0	7
V (2004)	178	4	4	0	8
VI (2006)	(n/d)	-	-	-	-
VII (2008)	313	6	3	1	10
VIII (2010)	425	40	12	4	56
IX (2012)	283	7	8	2	17
X (2014)	823	23	42	1	66
XI (2016)	594	83	24	11	118
XII (2018)	433	35	18	9	62
Total	3482	206	119	28	353
%	100%	5,92%	3,41%	0,80%	10,14%

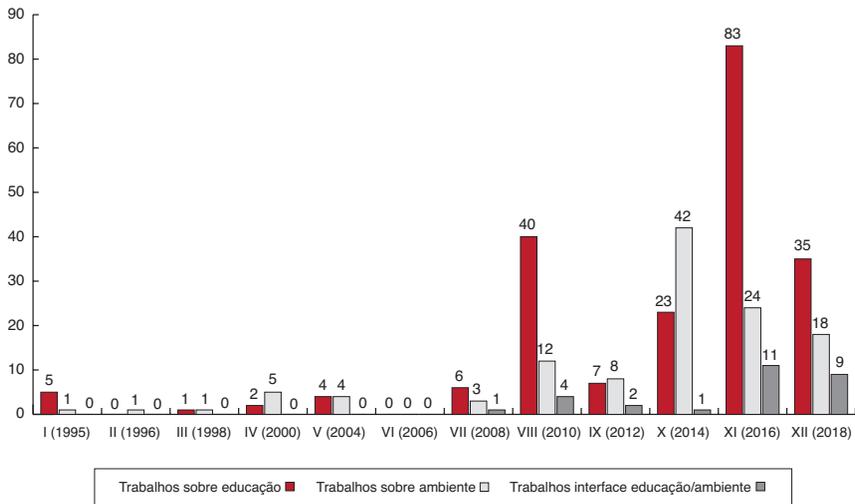
Fonte: Galieta (2020)

23

Os dados percentuais revelam que quase 6% de todos os trabalhos apresentados nas 11 edições mapeadas enquadravam-se na área de educação. É importante ressaltar que vários trabalhos apresentados em sessões temáticas de educação CTS não foram computados em nosso levantamento devido à ausência dos descritores em seus títulos. Desta forma, compreendemos que nossos dados são subestimados. Com relação aos trabalhos sobre ambiente, encontramos uma porcentagem menor, embora tenha havido edições nas quais as temáticas ambientais apareceram em maior número. Finalmente, os trabalhos na interface educação/ambiente não totalizaram sequer 1% do total apresentado nos eventos, sinalizando sua pouca expressividade no evento.

No **Gráfico 2** são apresentados os números de trabalhos localizados nas duas áreas e na interface educação/ambiente por edição do evento.

Gráfico 2. Trabalhos selecionados nas Jornadas ESOCITE (educação, ambiente e interface educação/ambiente)



Fonte: Galieta (2020)

24

Os dados apresentados acima nos mostram alguns marcos importantes: i) o primeiro trabalho na interface educação/ambiente somente foi apresentado na sétima edição (2008); ii) a oitava edição (2010) realizada no Rio de Janeiro foi um marco para a educação CTS (o número passou de 6 trabalhos para 40), com diversificação dos temas abordados, tendo destaque o tema formação de professores (licenciaturas em física, química e matemática) e de engenheiros; iii) as jornadas de 2014 foram a única edição em que o número de trabalhos sobre ambiente superou em grande proporção os de educação; atribuímos esse resultado ao fato deste congresso ter contado com a participação de pesquisadores de fora da América Latina, associados à 4S; e iv) a edição de 2016, realizada em Curitiba, foi marcada por novo aumento expressivo de trabalhos sobre educação e pela atuação do Brasil nesta área; dos 83 trabalhos localizados, 70 eram de pesquisadores brasileiros e seis de argentinos. Entre os trabalhos sobre ambiente, o predomínio também foi de autores brasileiros (15 dos 24 trabalhos). Somente 1 (um) dos 11 trabalhos situados na interface não era de autoria brasileira.

De uma forma geral, notamos que não é possível indicar qualquer tendência (de aumento ou estabilidade) no total de trabalhos localizados em cada uma das duas áreas ou na interface devido ao fato de que, dada à rotatividade do evento, existe a participação de um público flutuante nas Jornadas ESOCITE, com maior participação de pesquisadores locais. Esse aspecto foi abordado por Dagnino *et al.* (1998) os quais o denominaram de “efecto de país sede de los eventos” e por Flores-Zuñiga *et al.* (2015) que enfatizaram o aspecto de aumento de participantes locais de acordo com o país sede.

Assim, destaca-se a influência de pesquisadores brasileiros sobre os números de trabalhos sobre educação CTS no evento, especialmente quando as jornadas foram sediadas em universidades brasileiras.

Em seguida, foram identificados os temas dos 206 trabalhos relacionados à educação (**Tabela 4**).

Tabela 4. Distribuição por temas dos trabalhos sobre educação apresentados nas Jornadas ESOCITE

Temas educação	Edição das Jornadas ESOCITE												Total
	I	II	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Formação de professores/profissionais						2	11	2	6	16	6	43	
Políticas públicas/ sistemas de avaliação					1		6		1	12	1	21	
TIC					2			1	1	10	4	18	
Ensaio teórico			1			1	4	1	1	2	6	16	
Práticas e metodologias de ensino							2		1	8	2	13	
Espaços não formais de educação/ divulgação científica	1						5	2	2	3		13	
Currículos (escolares e universitários)							1		4	6	1	12	
Recursos didáticos/midiáticos				1			2		1	6	1	11	
Questões de gênero e sexualidade							3		1	6	1	11	
História e natureza da ciência e da tecnologia/ epistemologia	2					1	2		3	1		8	
Ensino-aprendizagem	1					1			1	3		6	
Educação a distância										5	1	6	
Revisão de literatura/estado da arte							3			1	1	5	
Educação especial/inclusão									1		3	4	
Controvérsias/questões (sócio) científicas										2	1	3	
Educação em saúde/nutrição										1	2	3	
Gestão educacional/gestão CT				1			1					2	
Educação industrial										1		1	
Educação do campo											1	1	
Não identificado	1				1	1		1			4	8	
Total	5	0	1	2	4	6	40	7	23	83	35	206	

Fonte: Galieta (2020)

Dos 206 trabalhos sobre educação localizados no levantamento, 144 são de autores brasileiros (aproximadamente 70%). Tendo como base esse resultado, buscamos em revisões de literatura anteriores restritas à produção no Brasil alguns dados para comparações. Notamos no **Quadro 4** que ocorre um *boom* de trabalhos de educação em 2010 (VIII Jornadas). Movimento similar aconteceu no Brasil a partir do ano de 2009 e foi identificado por Freitas e Ghedin (2015). Assim, pode-se inferir que pesquisadores brasileiros ao mesmo tempo em que acompanham uma tendência latino-americana de investimento em pesquisas na área educacional, influenciam e auxiliam a consolidação da tradição da educação CTS na América Latina.

O tema mais frequente na área de educação CTS é o da formação de professores (de física, química, matemática e biologia) e demais profissionais (sobretudo, engenheiros), o qual somente foi localizado a partir da VII edição. O levantamento realizado por Abreu, Fernandes e Martins (2013), em periódicos brasileiros da área de ensino de ciências (de 1980 a 2008), mostrou resultado semelhante ao identificar que um terço dos artigos (do tipo relato de pesquisa empírica) abordava a temática formação de professores (inicial ou continuada). Mais recentemente, Freitas e Ghedin (2015) observaram que, no período de 2009 a 2013, mais da metade dos artigos

publicados em revistas brasileiras tinham como foco temático a implementação da abordagem CTS na sala de aula, incluindo aí aquelas desenvolvidas na formação de professores.

O estudo de Melo *et al.* (2016) utilizou a metodologia de redes sociais com o intuito de identificar os temas afins à área CTS na produção brasileira. Em quarto lugar aparece o tema formação de professores que somente está atrás de temas que identificam a área (educação científica e tecnológica, ensino de ciências, e alfabetização científica e tecnológica). Logo, o resultado aqui encontrado está em consonância com a tendência observada em revisões brasileiras.

Trabalhos sobre políticas públicas e sistemas de avaliação aparecem como o segundo tema mais abordado, embora 12 de 21 deles tenham sido apresentados na mesma edição sediada no Brasil. Esperava-se que esse tema tivesse destaque já que o campo CTS latino-americano surge enfatizando o debate acerca das políticas sobre ciência e tecnologia (Vaccarezza, 1998; Arellano e Kreimer, 2009; Kreimer *et al.*, 2014). No entanto, a discussão voltada a questões educacionais, se inicia somente em 2004 e encontra-se atrelada a debates que envolvem reformas curriculares e exames nacionais de avaliação.

Em terceiro, aparecem os trabalhos sobre TIC, sendo que dos 18 localizados dez foram apresentados em uma mesma edição (2016). Esse resultado dá pistas sobre a influência das reflexões sobre tecnologias da informação no âmbito do ensino de ciências realizadas por pesquisadores brasileiros, embora tenham sido encontrados trabalhos de autores da Argentina, Cuba, Colômbia e México, os quais predominantemente focavam a questão da informatização na educação superior.

Os ensaios teóricos foram apresentados a partir da terceira edição do evento e apresentam um significativo aumento na última. Esse tipo de trabalho aparece na quarta posição, o que demonstra que pesquisadores envolvidos com a educação CTS preocupam-se com a elaboração de bases teóricas, e não apenas realizam pesquisas “aplicadas”; algo que poderia incorrer em um “ativismo vazio” no campo restrito ao desenvolvimento de práticas. Além disso, ao olharmos para os seis trabalhos apresentados em 2018, notamos a inserção de novas discussões relacionadas, por exemplo, à colonialidade e à meritocracia e justiça escolar.

Alguns temas apareceram somente em edições recentes (controvérsias sociocientíficas, educação especial/inclusão, saúde/nutrição, educação a distância e educação do campo), embora já sejam tradicionalmente abordados em pesquisas educacionais. Consideramos, ainda, devido ao histórico na área de pesquisa em educação em ciências, pouco expressivo o número de trabalhos sobre ensino-aprendizagem na educação básica. Isso reflete que a educação CTS tem sido essencialmente pensada no ensino superior, estando ainda distante das aulas de ciências na educação básica. A principal ausência notada entre os temas dos trabalhos na área da educação foi o tratamento de questões étnico-raciais. Não foram encontradas pesquisas com discussões sobre racismo, educação indígena e educação quilombola. A seguir apresentamos os resultados referentes aos temas dos 119 trabalhos relacionados ao ambiente (**Tabela 5**).

Tabela 5. Distribuição por temas dos trabalhos sobre ambiente apresentados nas Jornadas ESOCITE

Temas ambiente	Edição das Jornadas ESOCITE											
	I	II	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
Gestão ambiental				1			3	1	10	4	2	21
Sustentabilidade/ desenvolvimento sustentável					1			3	4	4	2	14
Políticas públicas					1			1	4	3	2	11
Mudanças climáticas								2	5	2	1	10
Controvérsias						1			3	4	1	9
Relação tecnologia/ambiente			1				1		3	1		6
Agricultura/ agroquímicos				2			1		1		2	6
Ensaio teórico	1	1			1		1			1	1	6
Saúde socioambiental/ nutrição									2	1	1	4
Participação pública							2		1	1		4
Conservação ambiental									2		1	3
Saberes tradicionais									3			3
Biotecnologia e ambiente					1						2	3
Biodiversidade									1	1	1	3
Percepção ambiental/ representações				1			1					2
Ecoturismo				1								1
Questões de gênero										1		1
Indicadores energéticos/ questões energéticas											1	1
Movimentos sociais/ ativismo ambiental										1		1
Desenvolvimento socioeconômico/economia						1						1
Não identificado						1	3	1	3		1	9
Total	1	1	1	5	4	3	12	8	42	24	18	119

27

Fonte: Galieta (2020)

Os trabalhos relacionados à gestão ambiental foram encontrados em maior número, sendo que quase metade foi apresentada nas X Jornadas. Nessa edição, realizada em conjunto com a reunião da 4S, havia trabalhos de pesquisadores dos EUA e da França (cinco ao total). Os demais 16 eram de autores do Brasil (12 trabalhos), da Argentina (3) e do México (1). Eles abordavam conflitos ambientais, avaliação de riscos, monitoramento e análises de impacto ambiental.

Em segundo lugar aparecem os trabalhos sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade que somente surgem na V edição (2004) com a apresentação de um pesquisador da Venezuela. A partir de 2012, o tema passa a ser frequente estando relacionado à discussão de fontes energéticas, inclusão social, extrativismo (mineração), convenções internacionais e desenvolvimento de tecnologias sociais. Também foram localizados trabalhos de autores do Brasil (6), da Colômbia (2), do Chile (1), da Argentina (1) e da Venezuela (1); os demais não tiveram os países de origem identificados (2) ou não eram da América Latina (1).

Assim como na educação CTS, o tema “Políticas públicas” tem destaque entre os trabalhos sobre o ambiente, figurando na terceira posição, algo que guarda relação com a própria constituição do PLACTS, objeto de estudo e das reflexões de sua primeira geração (Kreimer *et al.*, 2014). Dentro desses trabalhos destacam-se aqueles

que discutem as políticas de ciência e tecnologia relacionadas ao neoextrativismo e à preservação/conservação da biodiversidade.

Os trabalhos sobre mudanças climáticas e controvérsias, que aparecem em seguida são relativamente recentes e foram considerados em separado devido ao fato de que nem sempre os primeiros exploravam a controvérsia científica do tema (somente um deles). As mudanças climáticas foram abordadas sob o prisma da tomada de decisões, da sua epistemologia, da mídia e da colaboração entre cientistas e comunidades locais. Já os trabalhos sobre controvérsias focaram na questão dos transgênicos (2 trabalhos), do biodiesel (2), da ação antropogênica na crise ambiental (1), além de temáticas socioambientais locais (4) como, por exemplo, uma catástrofe ambiental no Chile e um loteamento para esqui na Patagônia argentina.

Temas que podem ser explorados na interface com a educação (questões de gênero, energia, percepção e conservação ambiental na educação não formal) têm sido estudados por poucos pesquisadores do campo CTS.

Destacamos, por fim, que somente 1 (um) trabalho sobre movimentos sociais foi apresentado nas 11 edições investigadas, o que indica uma lacuna de pesquisas que reconheçam as importantes ações de resistência de ativistas ambientais e comunidades tradicionais da América Latina. Da mesma forma, sinalizamos a inexistência de trabalhos que abordam a justiça ambiental, sob a perspectiva do racismo ambiental.

28

Um panorama geral sobre os países de origem dos pesquisadores autores dos trabalhos selecionados são apresentados no **Tabela 6**.

Tabela 6. Países de origem dos pesquisadores autores dos trabalhos selecionados na pesquisa

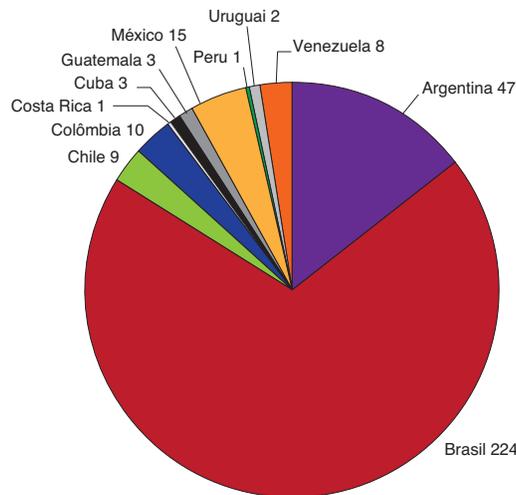
País	Edição das Jornadas ESOCITE											Total
	I	II	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Argentina	1					2	17		8	13	6	47
Brasil				6		8	33	9	27	95	46	224
Canadá									1			1
Chile							1		1	1	6	9
China									1			1
Colômbia							1	2	3	3	1	10
Costa Rica					1							1
Cuba	1				1			1				3
EUA							1		12			13
França									4			4
Guatemala	2								1			3
Japão									1			1
México			2		3			3	3	2	2	15
Peru										1		1
Reino Unido							1		3			4
Uruguai	1									1		2
Venezuela		1		1	3		2			1		8
Não identificado	1							2	1	1	1	6
Total	6	1	2	7	8	10	56	17	66	118	62	353

Fonte: Galieta (2020)

Apesar dos pesquisadores brasileiros somente terem começado a figurar entre os autores dos trabalhos selecionados a partir da quarta edição das Jornadas ESOCITE, ainda assim eles são predominantes correspondendo a 63,5% das autorias. Os pesquisadores argentinos aparecem em segundo (13,3%), seguidos pelos mexicanos (4,2%). Entendemos que este resultado está diretamente relacionado ao fato de que esses três países sediaram maior número de edições do evento (três cada um) certificando o “efeito de país sede” descrito por Dagnino *et al.* (1998).

Notamos, ainda, que nos eventos sediados no Brasil a maioria dos trabalhos apresentados, nas áreas investigadas, era de autoria de pesquisadores deste país e da Argentina, enquanto que nos eventos sediados em outros países, como México e Argentina, há trabalhos de pesquisadores de diversas nacionalidades. Dentre os países latino-americanos menos presentes nas autorias dos trabalhos selecionados estão Costa Rica, Peru e Uruguai. No **Gráfico 3** são apresentados os resultados somente dos países latino-americanos. Eles equivalem a 323 trabalhos.

Gráfico 3. Países de origem dos pesquisadores latino-americanos dos trabalhos selecionados na pesquisa



29

Fonte: Galieta (2020)

Os resultados encontrados corroboram a tradição já sinalizada por Kreimer *et al.* (2014) do Brasil, da Argentina e do México como os centros prolíficos em investigação em CTS, com aumento recente da participação de pesquisadores da Colômbia e do Chile nas áreas investigadas.

4.3. Análise dos trabalhos na interface educação/ambiente

No total foram localizados 28 trabalhos que abordavam simultaneamente temáticas socioambientais e educação em todas as edições das Jornadas ESOCITE. A listagem contendo os títulos, seus autores e respectivas instituições consta no **Tabela 7**.

Tabela 7. Trabalhos selecionados situados na interface educação/ambiente

Edição (ano)	Título do trabalho	Autores (instituição)	Temas
VII (2008)	Biodiesel o óleo filosófal: desafios para a educação ambiental no caldeirão do desenvolvimento sustentável	Jozimar Paes de Almeida (UEL)	Políticas públicas, desenvolvimento sustentável
VIII (2010)	Vozes reacentuadas e responsabilidade no posicionamento mediante a controvérsia em sala de aula: análise de um episódio sobre o aquecimento global	Luiz Gustavo D'Carlos Barbosa, Maria Emilia C.C. Lima, Andréa Horta Machado (UFMG)	Controvérsias sociocientíficas
	Meio ambiente, construção de sentidos e a perspectiva CTS: discutindo a utilização de propostas de ensino na formação de professores de ciências	Patricia Barbosa Pereira, Suzani Cassiani, Irlan von Linsingen (UFSC)	Formação de professores
	Educação para a conservação da biodiversidade: a experiência dos jardins botânicos brasileiros	Tania Maria Cerati (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de SP)	Conservação ambiental, Biodiversidade, Educação não formal
	A percepção ambiental e educação como ferramentas para a gestão do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil	Tania Maria Cerati, Aline Queiroz de Souza (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de SP)	Percepção ambiental, gestão ambiental, educação não formal
IX (2012)	A ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino fundamental: um trabalho interdisciplinar para a construção de conhecimentos escolares regionalizados	Vanessa Lessio Diniz (Unicamp)	Ensino-aprendizagem
	Educação CTS em uma perspectiva discursiva: análises de discursos ambientais	Patricia Montanari Giraldi (UFSC)	n/i
X (2014)	Enfoque CTS: uma proposta educativa para os futuros professores de química	Denise L. de Castro; Sheila Pressentin Cardoso (IFRJ)	Formação de professores, Práticas e metodologias
XI (2016)	A educação ambiental como estratégia pedagógica para a inserção da sustentabilidade nos cursos de graduação em odontologia no Brasil	Flávio Hildemberg da Silva Gameleira, Carla Giovana Cabral (UFRN)	Formação de profissionais, Sustentabilidade, Percepção ambiental
	Enfoque CTS no ensino Técnico em Química Integrado: possibilidades do uso da temática Impacto Ambiental da Atividade Industrial na disciplina de Análise Ambiental	Glauco Trindade-Calzado, Orliney Maciel Guimarães (UFPR)	Formação de profissionais, Práticas e metodologias, Gestão ambiental
	O tema degradação dos recursos naturais no manual do aluno de Biologia do ESG em Timor-Leste: silêncios e possibilidades	Alessandro Tomaz Barbosa (UFSC)	Currículo

Edição (ano)	Título do trabalho	Autores (instituição)	Temas
	Ensino-aprendizagem em Meio Ambiente, Sociedade e Economia: o caso de uma disciplina no contexto do Projeto Inter-Ams da Universidade Estadual de Campinas	Rosana I. Corazza (Unicamp)	Formação de profissionais, desenvolvimento sustentável, ensino-aprendizagem
	Perspectivas CTS e temáticas ambientais: análise dos aportes teóricos presentes em artigos de educação em ciências	Vanessa M. da Silva, Tatiana Galieta (UERJ)	Revisão de literatura
	A sustentabilidade no banco escolar: alternativas de práticas econômicas sustentáveis para instituições de ensino	Clécio R. Zeithamer, Décio Estevão do Nascimento (UTFPR, Curitiba)	Sustentabilidade, Economia solidária
	A ecoformação e o pensamento complexo no ensino de ciência e tecnologia (ECT)	Virgínia O. Salles, Eloiza Aparecida S. A. de Matos (UTFPR, Ponta Grossa)	Ensaio teórico
	Os conteúdos sociocientíficos e o conhecimento do meio ambiente na abordagem CTSA: a ludicidade como eixo de aprendizagem na educação infantil	Cacilene M. Tavares (UFPA)	Ensino-aprendizagem
	O rompimento da barragem da mineradora Samarco: um tema sociocientífico na formação inicial de professores de Química	Graziela P. Richetti (UFSC)	Formação de professores
	TDA y educación. Um acercamiento a la televisión para pensarla como agente para el desarrollo sustentable	Soledad Analía Ayala (UNQ)	TIC, Desenvolvimento sustentável, ensaio teórico
	A formação do Engenheiro Ambiental numa perspectiva CTS por meio de Projeto de Modelagem Estatística	Dilson Henrique R. Evangelista, Cristiane Johann	Evangelista (UNIR) Formação de profissionais, Práticas e metodologias
XII (2018)	Controvérsias entre a política de educação ambiental e participação social: o processo de transição na gestão de resíduos sólidos do Distrito Federal, Brasil	Lucas A. C. Muniz (UnB)	Educação ambiental, Políticas públicas, Controvérsias
	Mudanças microclimáticas do município de Paranaguá: uma prática docente	Ellen Joana N. S. Cunha, Francisco X. da S. de Souza, Marcel Cunha, Luiz Everson da Silva (IFPR)	Práticas e metodologias, Mudanças climáticas
	Território escolar: proposta de práticas educativas culturais ambientais, trilhando caminhos para a sustentabilidade	Nívea G. N. de Oliveira Nívea Gomes, Márcia Zago, Maclóvia Silva (UTFPR, Curitiba)	Práticas e metodologias, Sustentabilidade
	Proposta de práticas de educação ambiental em escolas tempo integral	Marcia Regina R. da S. Zago, Lídia Lima de Curitiba-Paraná	Práticas e metodologias (UTFPR, Curitiba)
	Que espaço ocupa a Sociología (ambiental) nos programas de pós-graduação multidisciplinares em ciências ambientais no Brasil?	Gabriel B. Coelho (UFRGS)	Currículo
	El enfoque teórico de tecnologías para el desarrollo inclusivo sustentable. Pertinencia de estos contenidos para la formación de ingenieros	Karina Cecilia Ferrando, Olga Paez, Jorge Forno (UTN-FRA)	Formação de profissionais, Desenvolvimento sustentável

Edição (ano)	Título do trabalho	Autores (instituição)	Temas
	Educación CTS y aprendizaje significativo. Formación de ingenieros orientados al desarrollo sustentable	Karina Cecilia Ferrando, Olga Paez (UTN-FRA)	Formação de profissionais, Desenvolvimento sustentável
	O discurso pedagógico e ambiental na formação de professores de ciências: efeitos de um trabalho com a interpretação	Bethania M. Geremias, Suzani Cassiani (UFSC)	Formação de professores
	Práticas de educação ambiental: a vermicompostagem em escolas de tempo integral em Curitiba-Paraná	Ana Paula da S. Rodrigues, Marcia Regina R. da S. Zago, Eloy F. Casagrande Junior, Maclóvia Corrêa Silva (UTFPR, Curitiba)	Práticas e metodologias

Fonte: Galieta (2020)

É importante ressaltar que nem todos os trabalhos selecionados como sendo da interface educação/ambiente fazem parte do campo CTS. Apesar de esses trabalhos terem sido apresentados em um evento sobre CTS, notamos que alguns deles situam-se no campo da educação ambiental e, em algumas ocasiões, sequer utilizam referenciais de educação CTS. Optamos por manter todos selecionados pelos critérios metodológicos da pesquisa, porém consideramos importante atentar para o fato de que as Jornadas ESOCITE não necessariamente congregam pesquisadores do campo.

32

4.3.1. Autoria e instituições

Notamos, entre os trabalhos situados na interface educação/ambiente, a ampla predominância de autores brasileiros (25 trabalhos) e a presença de três trabalhos de pesquisadores argentinos.

As instituições brasileiras identificadas são: 12 universidades, dois IF (institutos federais de educação, ciência e tecnologia) e uma secretaria estadual de meio ambiente. A região Sul apresenta maior número dos trabalhos, ao total 14, seguida pela região Sudeste (7 trabalhos). Este resultado reflete a concentração de programas de pós-graduação nessas duas regiões do país. Há ainda dois trabalhos da região Norte e somente 1 (um) trabalho do Nordeste e outro do Centro-Oeste. Duas instituições brasileiras se destacam: a UTFPR e a UFSC, com cinco trabalhos cada uma. Nelas existem programas de pós-graduação específicos de educação científica e tecnológica.

Os três trabalhos de autoria argentina estavam vinculados a duas universidades: a UNQ e a UTN-FRA, ambas de Buenos Aires. Na UNQ destaca-se o Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (IESCT), ao qual está vinculado o Programa de Investigaciones “Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología”.

7. Fonte: <http://www.cts.fra.utn.edu.ar/>. Acesso em 05 maio de 2020.

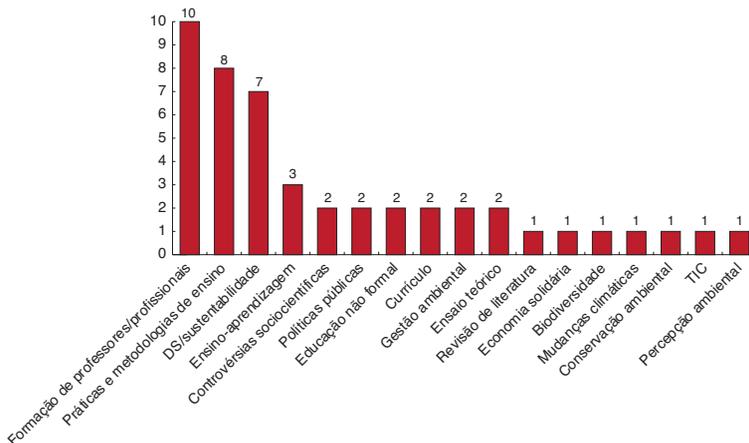
Nesta universidade são oferecidos os cursos de mestrado e doutorado em ciência, tecnologia e sociedade que possui em seu quadro docente referências do campo como Leonardo Vaccarezza, Pablo Kreimer e Hernán Thomas. A UNQ também edita a revista REDES, importante espaço de interação e de consolidação do CTS latino-americano, publicada desde 1995 (Kreimer *et al.*, 2014). Os editores associados da REDES, inclusive, organizaram algumas edições das Jornadas ESOCITE.

Os dois trabalhos de autores da UTN-FRA estão relacionados à forte tradição da instituição na formação de engenheiros na Argentina, sendo pioneira nesta área e contando com mais de 30 faculdades em todo o país (Ferrando *et al.*, 2019). Nesta universidade são oferecidos cursos de especialização e mestrado em Engenharia Ambiental. À UTN-FRA também se vincula o Centro Tecnológico para la Sustentabilidad, cuja proposta consiste em facilitar o desenvolvimento e a transferência de tecnologia, em busca de melhoria de competitividade das empresas, proteção do ambiente e promoção de equidade social.⁷

4.3.2. Temas e níveis de ensino

Os temas dos trabalhos selecionados na interface educação/ambiente foram mapeados (**Gráfico 4**). Ressaltamos que para um mesmo trabalho pode ter sido identificado mais de um tema.

Gráfico 4. Temas dos trabalhos selecionados nas Jornadas ESOCITE situados na interface educação/ambiente



Fonte: Galieta (2020)

Dez dos 28 trabalhos da interface educação/ambiente abordaram o tema formação de professores/profissionais, acompanhando a tendência geral dos trabalhos sobre educação (identificados no Quadro 4). As áreas desses trabalhos eram: engenharia (3 trabalhos), química (2), biologia (1), odontologia (1), ciências (sem especificar

a licenciatura; 2 trabalhos) e um (1) abordava o caso de uma disciplina oferecida para cursos de engenharia, economia e enfermagem. Por vezes outros temas eram explorados em concomitância, como: desenvolvimento sustentável (4), práticas e metodologias de ensino (3) e ensino-aprendizagem (1).

Buscamos identificar os trabalhos que abordaram a educação CTS na educação básica: dos 28, apenas sete focaram o ensino de ciências na escola, sendo somente 1 (um) deles na educação infantil. Os temas desses trabalhos eram: ensino-aprendizagem (2), práticas e metodologias (4) e currículo (1). Este resultado, somado ao que foi exposto acima, sinaliza especial atenção dos pesquisadores ao ensino superior (graduação) em detrimento da investigação dos demais níveis de ensino. Além disso, sinaliza a ausência de estudos que invistam na relação entre escola-universidade na promoção da educação CTS.

Foram oito trabalhos sobre desenvolvimento sustentável, tema que aparece em segundo lugar. A maioria desses estudos não se pautava em discussões do campo da educação ambiental que, particularmente dentro da vertente crítica, desenvolvem análises relacionadas ao questionamento do modelo econômico capitalista neoliberal e ao próprio conceito de sustentabilidade; somente em 1 (um) trabalho isso está explícito. Outros autores abordavam o tema por meio do viés da economia (2 trabalhos), de redes sociotécnicas (1 trabalho) ou do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis (1 trabalho). Nos demais trabalhos não foi possível identificar a base teórica de fundo.

34

O tema “Práticas e Metodologias de Ensino” ocupa o terceiro lugar, com sete trabalhos. Quatro deles foram desenvolvidos em escolas de educação básica, sendo três sobre práticas de educação ambiental e 1 (um) sobre análise de impacto ambiental no ensino médio técnico. Os outros três abordavam práticas e metodologias no ensino superior, em cursos de química e engenharia.

Outros 14 temas aparecem com menor frequência indicando uma grande diversificação de objetos de estudo nos trabalhos de interface educação/ambiente.

4.3.3. Referenciais teóricos

Os referenciais teóricos que foram identificados por seus autores nos resumos disponíveis das VII, IX e X Jornadas ESOCITE, foram: educação ambiental (4); educação/enfoque CTS (4); análise de discurso (3); alfabetização científica e tecnológica (2); perspectiva sócio-técnica (1); interdisciplinaridade (1); ludicidade (1); e pensamento complexo (1).

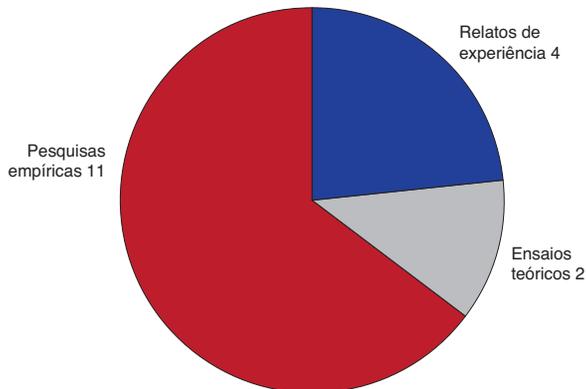
Entre os principais autores citados estão: Paulo Freire (em um trabalho cujo referencial era a educação ambiental), Wildson Santos e Décio Auler (educação CTS), Otávio Bocheço (alfabetização científica e tecnológica), Hernán Thomas (perspectiva sócio-técnica) e Edgar Morin (pensamento complexo). Os três trabalhos que utilizaram a Análise de Discurso são de autores do grupo de pesquisa DICITE da UFSC, que se referenciam nos escritos de Michel Pêcheux e Eni Orlandi.

Os resultados corroboram e complementam aqueles encontrados por Chrispino *et al.* (2013) em um estudo sobre a área CTS no Brasil: Santos e Auler aparecem como autores de cinco dos 13 trabalhos mais citados entre os artigos selecionados. Ambos os autores utilizam Paulo Freire como referencial para a abordagem (temática) CTS na educação em ciências, reforçando o potencial identificado por von Linsingen (2007). A filosofia de Freire, como vimos, também é referência em um trabalho do campo da educação ambiental alinhado com a vertente crítica que, justamente, baseia-se nos conceitos de transformação e conscientização deste autor (Loureiro, 2004).

4.3.4. Metodologias das pesquisas

Dos 28 trabalhos analisados nesta etapa, 17 tiveram seus procedimentos metodológicos identificados (**Gráfico 5**).

Gráfico 5. Procedimentos metodológicos de 17 dos 28 trabalhos situados na interface educação/ambiente selecionados nas Jornadas ESOCITE



35

Fonte: Galieta (2020)

Quatro trabalhos apresentaram relatos de experiência: dois deles sobre práticas e metodologias desenvolvidas na educação básica (um deles em ensino técnico de química) e dois no ensino superior (formação de professores de química e de engenheiros ambientais).

Dois ensaios teóricos foram localizados: ambos apresentados na XI edição (2016), sendo um de autoria brasileira e outro de autoria mexicana com temas que inicialmente não eram discutidos no PLACTS, a saber: a ecoformação para a análise de elementos não tradicionalmente considerados como essenciais à ciência e à tecnologia (como a sensibilidade e a subjetividade) e o uso de tecnologias digitais (TV aberta) para a inclusão social e como agente do desenvolvimento sustentável.

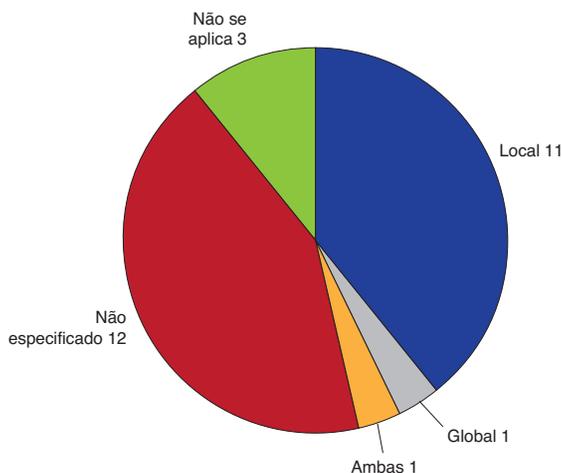
Os demais 11 trabalhos eram pesquisas empíricas. Em nove delas realizou-se análise de textos de diferentes naturezas: análise de discurso de manuais didáticos,

reportagens e material audiovisual (3 trabalhos); revisão de literatura/levantamento bibliográfico (2 trabalhos); análise do programa brasileiro de produção e uso de biodiesel (1 trabalho); análise de matrizes curriculares e projetos pedagógicos de um curso de graduação (1); análise de materiais produzidos por estudantes de um curso técnico (1); e análise de produções textuais e pictóricas de alunos da educação infantil (1). Nas outras duas pesquisas não foi possível identificar o objeto de análise.

4.3.5. *Temáticas socioambientais: enfoque local ou global*

A análise da abrangência das temáticas socioambientais abordadas nos trabalhos situados na interface com a educação CTS ficou comprometida por conta da impossibilidade de acesso a uma parte dos resumos. Logo, os resultados podem ser revistos, já que 12 dos 28 trabalhos foram classificados como não tendo tido o enfoque especificado (**Gráfico 6**). Por outro lado, o número expressivo de trabalhos sem delimitação do enfoque da temática socioambiental pode indicar que o ambiente não tem sido elemento central em análises sociais da ciência e da tecnologia, estando restrito à problematização inicial de alguns aspectos sem ser de fato o objeto de análise em pesquisas de educação CTS.

Gráfico 6. Abrangência das temáticas socioambientais nos trabalhos na interface educação/ambiente nas Jornadas ESOCITE



Fonte: Galieta (2020)

Nos 16 trabalhos em que pudemos identificar a abrangência da temática socioambiental encontramos a prevalência de temáticas locais (11 trabalhos), ou seja, de aspectos ambientais regionais e/ou situações enfrentadas pela comunidade local. Foram localizados estudos sobre espaços não formais de educação (jardins botânicos e parques); desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares, de sustentabilidade e de educação ambiental em escolas; avaliação de impactos ambientais em disciplinas do ensino técnico e superior; gestão de resíduos sólidos; e mudanças microclimáticas.

Apenas dois trabalhos com temáticas globais foram encontrados: um exclusivo e outro que envolvia uma temática tanto local, quanto global. Neles abordaram-se aspectos relacionados ao aquecimento global e à emergência planetária.

Em três trabalhos considerou-se que o critério abrangência não se aplicava pelo fato de tratar-se de ensaios teóricos ou pesquisas do tipo revisão de literatura.

Entendemos que os resultados sinalizam a preocupação dos autores em abordagens educacionais que são localmente contextualizadas o que propicia ao estudante a possibilidade da compreensão de relações CTS em seu cotidiano. Por outro lado, perde-se a oportunidade de articulação com temas que poderiam ser simultaneamente vinculados à realidade local e ao cenário nacional e internacional, sobretudo os aspectos políticos e econômicos.

Conclusões

A partir das análises apresentadas pudemos caracterizar a produção acadêmica das Jornadas ESOCITE latino-americanas, de 1995 a 2018, referente à educação e ao ambiente, ampliando a discussão sobre tais vertentes no campo CTS. Destacamos abaixo algumas conclusões que sintetizam os resultados.

As Jornadas ESOCITE caracterizam-se pela heterogeneidade de temas e pesquisadores. Pelo fato do evento circular por diversos países isso garante a oportunidade de participação de pesquisadores de várias instituições, sendo que parte deste público permanece fiel ao evento e parte tem um caráter mais flutuante. Assim, dentro das duas vertentes analisadas (educação e ambiente), de acordo com o país sede do evento um maior número de trabalhos foi apresentado por pesquisadores locais. Essa tendência é bem observada nas (três) primeiras edições do evento, sendo que os pesquisadores brasileiros passam a ser cativos e a assumir maior protagonismo em edições mais recentes.

Dentre os trabalhos sobre educação, identificamos o tema “Formação de professores/profissionais” como sendo aquele com maior número. Já na área ambiental, o tema “Gestão ambiental”, que englobou trabalhos sobre manejo, impacto, mapeamento ambiental, poluição, riscos e conflitos ambientais, foi o que se destacou. Ausências importantes foram observadas: não foram localizados trabalhos sobre questões étnico-raciais e sobre justiça e racismo ambiental nas Jornadas ESOCITE.

Com relação aos trabalhos situados na interface educação/ambiente, notamos que os temas mais explorados foram “Formação de professores/profissionais” e “Desenvolvimento sustentável” e que os referenciais teóricos do campo da educação ambiental e dos estudos CTS se destacaram. A maior parte dos trabalhos era de pesquisas empíricas e temáticas socioambientais de abrangência local prevaleceram. A autoria desses trabalhos foi predominantemente de pesquisadores brasileiros, com destaque de instituições das regiões Sul e Sudeste, tendo somente três trabalhos de autoria de argentinos.

Os dados produzidos permitem que outros estudos sejam desdobrados, a partir de análises de temas específicos que obtiveram destaque como, por exemplo, a formação de professores e de engenheiros e gestão ambiental. Podem-se explorar também as redes (nacionais e internacionais) de colaboração entre pesquisadores e instituições, além de aprofundar como tem se dado a articulação entre as teorias do campo da educação ambiental e da educação/ensino CTS nos trabalhos de interface educação/ambiente.

Finalmente, sinalizamos que o evento Jornadas ESOCITE carece de registros referentes aos trabalhos apresentados por pesquisadores e às palestras, conferências e mesas de convidados. Este foi, portanto, um fator limitante para a investigação. Seria fundamental para a preservação da memória do evento, e da própria associação, que os materiais disponibilizados em seu site fossem os mais completos possíveis, incluindo os cadernos de resumos. Além disso, sugerimos que futuros estudos realizem entrevistas com os dirigentes da associação, bem como com os organizadores dos eventos para que a história da ESOCITE latino-americana seja documentada e aprofundada.

Referências bibliográficas

Abreu, T. B., Fernandes, J. P. e Martins, I. (2013). Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 6(2), 3-32.

Alves-Mazzotti, A. J. (1998). O planejamento de pesquisas qualitativas. Em A. J. Alves-Mazzotti e F. Gewandszadner (Eds.), O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira.

Amorim, A. C. R. (1997). O ensino de biologia e as relações entre ciência/tecnologia/sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Anais do VI Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo, 74-77.

Araújo, R. F. (2009). Os grupos de pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 1(1), 81-97.

Arellano, A. e Kreimer, P. (2009). Introducción general. Em A. A. Hernández e P. Kreimer (Eds.), Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina (3-11). Bogotá: Siglo del Hombre.

Auler, D. e Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, 7(1), 1-13.

Auler, D. e Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 3(1), 105-115.

Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Casas, R. e Pérez-Bustos, T. C. (2019). *Introducción*. Em R. Casas e T. C. Pérez-Bustos (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad en América Latina: la mirada de las nuevas generaciones (9-17)*. Buenos Aires: Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnologías-ESOCITE.

Chripino, A., Lima, L. S. de, Albuquerque, M. B. de, Freitas, A. C. C. de e Silva, M. A. F. B. da (2013). *A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?* *Ciência & Educação*, 19(2), 455-479.

Dagnino, R. (2009). *A construção do Espaço Ibero-americano do conhecimento, os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e a política científica e tecnológica*. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 12(4), 93-114.

Dagnino, R. (2015). *O que é o PRACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)?* *Ângulo*, 140, 47-61.

Dagnino, R., Thomas, H. E e Davyt, A. (1996). *El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria*. *REDES*, III(7), 13-51.

Dagnino, R., Thomas, H. e Gomes, E. (1998). *Elementos para un 'estado del arte' de los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina*. *REDES*, V(11), 231-255.

Esocite (2020). *Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*. Disponível em: <https://www.esocite.la/>.

Ferrando, K. C., Páez, O. H. e Forno, J. E. (2019). *Formación en ingeniería y sociedad en la Universidad Tecnológica Nacional*. I Encontro Latino-Americano de Engenharia e Sociedade, São Paulo, 1-8.

Flores-Zúñiga, J. A., Calvo-Solano, O. D., Camacho, D. C. e Cano, W. (2015). *Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en latinoamérica: Modos de producción, redes de investigación, formación e incorporación de recursos*. XXX Congreso Latinoamericano de Sociología – ALAS, Costa Rica, 1-11.

Freitas, L. M. e Ghedin, E. (2015). *Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais*. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(3), 3-25.

Galieta, T. (2020). *Temáticas socioambientais em pesquisas acadêmicas latino-americanas: diálogos entre estudos CTS e educação científica e tecnológica*. São Gonçalo: Editora FFP UERJ.

Gatti, B. A. (2004). Estudos quantitativos em educação. *Educação e Pesquisa*, 30(1), 11-30.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.

Kreimer, P. e Thomas, H. (2004). Un poco de reflexibilidad o ¿de dónde venimos? *Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina*. Em P. Kreimer, H. Thomas, P. Rossini e A. Laluof (Eds.), *Producción y uso social de conocimientos: Estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina* (9-89). Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

Kreimer, P., Vessuri, H., Velho, L. e Arellano, A. (2014). Introducción. Em P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho e A. Arellano (Eds.), *El estudio social de la ciencia y la tecnología en América Latina: miradas, logros y desafíos* (7-27). Mexico: Siglo XXI.

López Cerezo, J. A. (1998). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 41-68.

Loureiro, C. F. B. (2004). *Trajetória e fundamentos da educação ambiental*. São Paulo: Cortez.

Lüdke, M. e André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

40

Melo, T. B., Pontes, F. C. Da C. de., Albuquerque, M. B. de., Silva, M. A. F. B. e Chrispino, A. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 587-606.

Núñez Jover, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

Pereira, G. e Ortigão, M. I. R. (2016). Pesquisa quantitativa em Educação: algumas considerações. *Periferia – Educação, Cultura & Comunicação*, 8(1), 66-79.

Rodríguez Acevedo, G. D. (1998). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 107-143.

Santos, W. L. P. dos (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. Em W. L. P. dos Santos e D. Auler (Eds.), *CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (21-47). Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Silva, P. B. C. da. (2015). *Ciência, tecnologia e sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70: análise de obras do período* (Dissertação de mestrado em ciência, tecnologia e educação). Rio de Janeiro: CEFET.

Sutz, J. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 149-169.

Thomas, H. (2010). Los estudios sociales de la tecnología en América Latina. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 37, 35-53.

Vaccarezza, L. S. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 42-64.

Vaccarezza, L. S. (2004). El campo CTS en América Latina y el uso social de su producción. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 2(1), 211-218.

Von Linsingen, I. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, 1(especial), 1-19.

Como citar este artigo

Galieta, T. e von Linsingen, I. (2021). Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre Educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(47), 11-41.

**El enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México:
facetas y contrastes de su inclusión ***

**A abordagem CTS no bacharelado tecnológico no México:
facetas e contrastes de sua inclusão**

***The STS Approach in Mexican Technological High Schools:
Facets and Comparisons of its Inclusion***

Liliana Valladares **

En el presente artículo se realiza un análisis curricular del diseño de los programas de estudio de la asignatura Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (CTSyV) del bachillerato tecnológico mexicano en el periodo 2004-2020, con el fin de valorar las formas en que se incorporó el enfoque CTS. Se describen las facetas con las que este enfoque se encuentra mayormente expresado en cada programa de estudio, así como la presencia o ausencia y el grado de penetración de dicho enfoque a lo largo de los cambios curriculares. Se argumenta una ausencia del enfoque CTS en el programa 2020, evidenciada en elementos curriculares como el propósito de la asignatura, los contenidos conceptuales abordados y las técnicas didácticas utilizadas.

43

Palabras clave: educación CTS; bachillerato tecnológico; diseño curricular

* Recepción del artículo: 27/03/2020. Entrega de la evaluación final: 20/07/2020.

** Profesora de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo electrónico: lvalladares@comunidad.unam.mx.

Neste artigo é realizada uma análise curricular do desenho dos programas de estudo da disciplina CTSeV (ciência, tecnologia, sociedade e valores) nas escolas de ensino médio de tecnologia mexicanas no período 2004-2020, a fim de avaliar as formas pelas quais a abordagem CTS foi incorporada. São descritas as facetas com as quais essa abordagem é mais expressa em cada programa de estudo, bem como a presença/ausência e o grau de penetração dessa abordagem ao longo das mudanças curriculares. A ausência dessa abordagem é discutida no programa 2020, evidenciada em elementos curriculares, como a finalidade da disciplina, o conteúdo conceitual abordado e as técnicas didáticas utilizadas.

Palavras-chave: educação CTS; ensino médio de tecnologia; desenho curricular

This article analyzes the design of the Science, Technology, Society and Values syllabus for Mexican technological high schools between 2004 and 2020, with the objective of assessing the ways in which an STS approach was included. The ways this approach is mostly expressed in each study program are described, as well as the presence or absence and degree of inclusion of this approach throughout the changes in the syllabus. An argument is made towards the absence of a STS focus in the 2020 program, seen in elements like the course's aim, the conceptual contents addressed and the teaching techniques used.

Keywords: STS education; Mexican technological high schools; curricular design

Introducción

Los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS) son un campo interdisciplinario que explora cómo la ciencia y la tecnología conforman el mundo, los objetos, los valores, las instituciones, la sociedad y la cultura (Mansour, 2009), que en las últimas décadas se ha consolidado como un enfoque para el desarrollo de los currículos de ciencias de muchos países (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014). CTS es una forma de rediseñar la enseñanza de las ciencias para lograr que los conceptos tradicionales abordados en los programas de estudio sean más apropiados y relevantes para la vida de los estudiantes.

Yager (1990, 1992) lo define como un enfoque integrado para la enseñanza de las ciencias que parte de las preguntas de los estudiantes y que usa sus marcos de referencia y los recursos disponibles en el contexto, para actuar y resolver situaciones y problemas actuales. Mansour (2009) retoma referentes clásicos en los orígenes de este enfoque educativo que lo definen como un tópico curricular para abordar un amplio espectro de problemas ambientales, industriales, tecnológicos y sociopolíticos (Wraga y Hlebowitsh, 1991); una enseñanza de las ciencias en su contexto tecnológico y social, para entender científicamente lo que ocurre en el entorno y reflexionar en sus dimensiones tecnológicas y sociales (Aikenhead, 1997); una enseñanza y un aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana (NSTA, 1990), con un anclaje en problemas de la vida real desde la perspectiva de los estudiantes y no desde los conceptos o procesos básicos de la ciencia (Ozgur, Akcay y Yager, 2017).

Para Pedretti y Nazir (2011), la educación CTS representa un cambio en el estatus quo educativo que examina la interfase entre la ciencia y lo social y promueve una visión pospositivista, y que coloca a las ciencias en sus contextos políticos, sociales, tecnológicos, culturales, éticos y económicos. El enfoque CTS en la educación se basa en el cuestionamiento crítico del conocimiento científico y tecnológico y suele contrastarse con otros enfoques tradicionales de la enseñanza de las ciencias que involucran mayormente la memorización de grandes cantidades de conocimiento, consideradas la herencia cognitiva imprescindible para la humanidad, y que se concentran en una visión cognitiva y conductista del aprendizaje y en un papel pasivo de los educandos (Mansour, 2009).

En contraste, el enfoque CTS se basa en una perspectiva constructivista y sociocultural que considera el conocimiento previo de los estudiantes, sus preguntas e intereses, y que requiere de un ambiente centrado en el estudiante y sus interacciones, y de profesores considerados guías y coaprendices (Ozgur, Akcay y Yager, 2017). Mientras que en la enseñanza tradicional de la ciencia predomina la imagen de una ciencia pura, básica y descontextualizada (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014), donde el maestro no conecta los temas con la vida de los estudiantes, ni estos sienten la responsabilidad de involucrarse y resolver con problemas de la sociedad actual (Ozgur, Akcay y Yager, 2017), en la enseñanza de la ciencia basada en CTS se promueve el aprendizaje de una ciencia relevante para los estudiantes y para el bien común. La enseñanza CTS se centra en temas polémicos, de importancia social y que develan las ventajas, riesgos y limitaciones de la ciencia y la tecnología (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014; Ozgur, Akcay y Yager, 2017).

Este enfoque educativo encuentra sus raíces en los estudios CTS, caracterizados por el abordaje interdisciplinario (sociológico, antropológico, histórico y filosófico) de la ciencia y la tecnología. Este enfoque es posterior a la Segunda Guerra Mundial, cuando múltiples organizaciones de la sociedad civil empezaron a alarmarse por los riesgos científico-tecnológicos. Estos estudios advirtieron la responsabilidad social y los efectos de las actividades científico-tecnológicas en las sociedades. Con sus aportaciones se “humanizó” la definición de ciencia (Mansour, 2009, p. 289), de modo tal que, en la década de los 80, la National Science Teachers Association (NSTA) incorporó el enfoque CTS en la educación científica, para que quedara inserta en un contexto específico y se reorientara a promover la formación de ciudadanos competentes y socialmente responsables, capaces de decidir y actuar sobre problemas actuales.

La educación CTS promueve un espacio de encuentro entre las culturas científica y humanística y su orientación curricular, contenidos y métodos educativos buscan superar las fronteras disciplinarias que “frecuentemente cuartejan los currículos y favorecen las interacciones y colaboraciones entre los distintos campos” (Gordillo, 2017, p. 27). Es una educación que se dirige a la formación de ciudadanos capaces de comprender y manejarse el mundo en el que viven, y de participar activamente en su mejora, con una mirada socialmente contextualizada e informada de la actividad científico-tecnológica (Gordillo, 2017).

Si bien, como se verá más adelante, no hay una visión única y homogénea sobre la educación CTS (Pedretti y Nazir, 2011), trabajos como los de Fernandes, Pires y Villamañán (2014) y Gordillo (2017) han sintetizado algunas de las características curriculares que, tomadas en forma de rúbricas o listas de cotejo, sirven como indicadores de los rasgos más relevantes del enfoque CTS y permiten valorar la presencia o ausencia de este enfoque en un documento curricular. En función de las características concentradas en estas tipologías (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014, p. 28; Gordillo, 2017, p. 28), la presencia o ausencia del enfoque CTS puede examinarse dentro de un programa de estudios en cuatro niveles curriculares: en las finalidades de la enseñanza de las ciencias; los contenidos abordados; las metodologías didácticas; y los procesos de evaluación de los aprendizajes.

Aunque el enfoque CTS en la educación responde a un conjunto de características curriculares más o menos estandarizadas, su inserción en los planes y programas de estudio tiene lugar de maneras diversas, siempre mediadas por factores contextuales. Gordillo (2017) analizó numerosas experiencias de concreción de este enfoque educativo en diferentes países. Tomando como criterio el modo de implantación en el currículo y el grado de transformación que implican en la enseñanza de las ciencias y tecnologías, clasificó las experiencias internacionales examinadas en tres categorías, cada una con alcance e implicancia en el contexto iberoamericano:

i. Injertos de contenidos CTS en materias científicas y tecnológicas. Es el modo más asequible de implantación de contenidos CTS. Se mantiene la estructura general de los currículos y la mayor parte de los contenidos habituales de ciencias y tecnologías, incorporándose algunos temas o unidades cortas CTS para ser

abordadas como apartados que complementan, con una perspectiva social, el resto de los contenidos tecnocientíficos de una disciplina.

ii. Replanteamiento de los contenidos de algunas materias en clave CTS. Se reestructuran los contenidos habituales —con énfasis en lo conceptual— de las disciplinas tecnocientíficas para que dejen de ser el centro de gravedad y los hilos conductores de la organización didáctica. En su lugar se propone la enseñanza de contenidos a través de temas, casos o problemas de relevancia social o ambiental.

iii. Inclusión en el currículo de materias o contenidos de CTS pura con ese u otro nombre. Se incluyen experiencias dedicadas explícitamente a las cuestiones CTS y que trascienden lo disciplinario. Esto implica, por ejemplo, el desarrollo de materiales didácticos específicos o de módulos CTS puros.

Por su parte, Pedretti y Nazir (2011) sostienen la idea de que la educación CTS (ECTS) es un vasto conjunto de principios y prácticas que se superponen e imbrican entre sí, y hacen coexistir distintas corrientes o facetas que no se excluyen mutuamente y que configuran “rutas potenciales disponibles para que profesores y académicos naveguen en las aguas de la ECTS” (Pedretti y Nazir, 2011, p. 603). Estas autoras proponen agrupar los diferentes discursos y prácticas en seis categorías o corrientes que llamaremos también “énfasis” o “facetas”, y que constituyen el *continuum* de la educación CTS: i) diseño/aplicación; ii) histórica; iii) razonamiento lógico; iv) centrada en el valor; v) sociocultural; y vi) socio-ecojusticia. Contar con esta clasificación reduce la confusión alrededor de lo que se entiende por educación CTS y evidencia los matices con que se expresa e implementa esta educación en experiencias concretas. Cada categoría comprende los siguientes descriptores: a) foco o caracterización esencial de la faceta o corriente ECTS en cuestión; b) objetivos de la educación científica, o conjunto de metas particulares que se desprenden implícita o explícitamente de cada corriente; c) aproximaciones pedagógicas dominantes que apuntan al énfasis educativo particular de cada faceta; d) estrategias que aluden a los modelos pedagógicos y las prácticas más comunes que se ponen en marcha en cada corriente; y e) ventajas, limitaciones y críticas.

47

i. Faceta de diseño/aplicación. Énfasis en la relación entre ciencia y tecnología mediante el diseño de artefactos. Las estrategias para implementarla consisten en plantear problemas y proyectos de diseño tecnológico para que los estudiantes intervengan mediante el diseño de una pieza tecnológica para demostrar que dominan ciertos principios científicos, ejecutar alguna tarea acorde con especificaciones concretas, de modo que el estudiante desarrolle sus habilidades de invención y creación, y responder a un problema social o ambiental específico, de modo que las habilidades científico-tecnológicas se desarrollen insertas en contextos particulares.

ii. Faceta histórica. Énfasis en la definición de la ciencia como una actividad humana única que se transforma en el eje del tiempo. Las estrategias para implementarla evocan emociones, creatividad y una valoración del quehacer de la ciencia, y utilizan la historia como una herramienta para la enseñanza del dinámico campo de la epistemología y naturaleza de la ciencia, mostrando que su cambio está en relación con las sociedades en que se desarrollan y que la triada CTS se influye y determina mutuamente. Se recurre al uso de incidentes en las vidas

de los científicos, mostrándolos como personas comunes, falibles, embebidas en un contexto sociocultural; se interrogan los métodos usados por los científicos y tecnólogos, mostrando los sesgos y las complejidades que configuran a la ciencia y la tecnología; y se examinan casos de estudio de asuntos sociocientíficos para reflexionar sobre su desarrollo, resolución, resultados y consecuencias deseadas y no deseadas.

iii. Faceta del razonamiento lógico. Esta faceta, una de las que mayor fuerza ha tomado, se basa en el principio fundamental de que cualquier asunto socio-científico (*socioscientific issues*, SSI), no importa qué tan complejo sea, puede ser gestionado efectivamente considerando los aspectos científicos y tecnológicos en dicha situación y mediante un razonamiento lógico (de tipo positivista) sobre sus consecuencias. La famosa enseñanza basada en SSI es un refinamiento del enfoque CTS que considera el desarrollo moral, emocional y epistemológico de los estudiantes (Zeidler, Sadler y Simmons, 2005). Se reconoce que las interacciones CTS dan lugar a muchas situaciones sociocientíficas controversiales que pueden ser objeto educativo; esto es, recursos en el aula de ciencias que permiten que los estudiantes desarrollen competencias en tareas de complejidad cognitiva como el entendimiento de múltiples puntos de vista, el pensamiento crítico y la toma de decisiones. Sus estrategias incluyen la implementación de modelos específicos para la promoción del razonamiento lógico. Por ejemplo: análisis de costo/beneficio, análisis de agentes en juego, uso de argumentación, negociación y toma de decisiones.

iv. Faceta centrada en el valor. Se caracteriza por abordar la ciencia como actividad cargada de valores y con implicaciones éticas; responde al vacío generado por las corrientes hegemónicas en la enseñanza de las ciencias, que partían de una visión de la ciencia como actividad neutral, sin detenerse en el estudio de sus aspectos éticos e impactos sociales, ni en el desarrollo moral y del carácter de los estudiantes. Sus estrategias incluyen abordajes propios de la educación en valores. Un par de ejemplos son: el modelo de la clarificación de valores en juego que implica evocar un análisis crítico y fomentar la elección personal (esto es, evaluar si los valores son igualmente válidos y promover la visión de que estos son elecciones personales que tienen consecuencias, a fin de que los estudiantes discutan entre ellos y desarrollen una postura propia); y el modelo de controversias sociocientíficas, el cual se basa en dos premisas centrales: la teoría de los seis estadios de Kohlberg —que van desde la obediencia por miedo al castigo y la elección personal autónoma— para el desarrollo moral (la mayor comprensión que un estudiante desarrolla sobre la idea de justicia y su creciente autonomía) y la consideración de la justicia como un principio universal del que derivan otros valores.

v. Faceta sociocultural. Esta faceta responde a la necesidad olvidada de incluir la dimensión sociológica en el estudio de la ciencia y la tecnología; esto es, enseñarlas como instituciones sociales, organizadas internamente y embebidas en una matriz política, económica, cultural y social, y como esferas de poder que frecuentemente se usan como herramientas hegemónicas para excluir lo alternativo. Sus estrategias procuran exponer a los estudiantes a diferentes perspectivas y sistemas diversos de conocimientos para que construyan interpretaciones y explicaciones propias sobre los fenómenos naturales. Por ejemplo: el modelo de infusión, en el que los conceptos científicos constituyen el centro de lo que se enseña, pero se complementan con ideas de otros sistemas de conocimiento; y el modelo de la adquisición cultural,

frecuente en aulas donde la mayoría de los estudiantes sostienen visiones no occidentales del mundo, son expuestos a una diversidad cognitiva y estimulados a explorarla en un marco de sensibilidad y equidad culturales, y a negociar y tomar decisiones personales en las que la ciencia y la tecnología constituyen un referente más rico en recursos prácticos.

vi. Faceta de la socio-ecojusticia. Plantea que el propósito último de la educación en ciencias es generar activistas: individuos que definan lo correcto, lo justo, lo bueno, y que trabajen para reconfigurar la sociedad hacia una más justa y respetuosa de los intereses de la biosfera. Sus estrategias fomentan en los estudiantes un sentido de justicia social y ambiental, de pensamiento crítico y resolución de problemas propios de CTS. Las actividades suelen motivarlos a demostrar la relevancia de las ciencias para el bienestar de la sociedad, y a empoderarlos en la toma democrática de decisiones desarrollando planes de acción, cambios de hábitos y enseñanzas a otros, entre otras muchas acciones transformativas de la vida cotidiana.

1. Preguntas de investigación y diseño metodológico

Tomando en consideración los esquemas de implantación de la educación CTS desarrollados por Gordillo (2017) y la tipología de la educación CTS elaborada por Pedretti y Nazir (2011), el presente trabajo pretende aportar elementos descriptivos para responder las siguientes preguntas de investigación. ¿En qué modo se implantó el enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México? ¿Cuáles facetas de la educación CTS están presentes y cuáles predominan en los programas de estudio de la asignatura Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (CTSyV) del bachillerato tecnológico mexicano? ¿Se ha transformado la presencia de estas corrientes de CTS en dicha asignatura? ¿Cuáles han sido los principales cambios que describe el diseño curricular de esta asignatura? ¿La asignatura CTSyV se corresponde cabalmente a nivel curricular y a lo largo de este periodo con las características de un enfoque CTS?

49

La metodología seguida consistió en un análisis cualitativo del contenido de seis versiones del programa de estudio de la asignatura CTSyV, del bachillerato tecnológico mexicano, publicadas en 2004, 2008, 2009, 2013, 2018 y 2020. Estos seis programas fueron examinados comparativamente en función de los siguientes elementos curriculares: i) ubicación curricular y carga horaria de la asignatura; ii) propósitos de la asignatura; iii) concepciones de la enseñanza y del aprendizaje; iv) concepción de la evaluación; v) instrumentación didáctica; vi) organización de los contenidos y contenidos conceptuales propuestos; y vii) técnicas (metodologías) didácticas sugeridas y facetas de CTS identificadas.

El análisis descriptivo del diseño curricular se realizó con el apoyo de Atlas.Ti 8 y se identificaron las principales similitudes y diferencias entre programas. Cada uno de los programas fue cotejado con las tipologías construidas por Pedretti y Nazir (2011), Gordillo (2017) y Fernandes, Pires y Villamañán (2014). La tipología de Pedretti y Nazir (2011) permitió caracterizar la faceta con la que el enfoque CTS se encuentra mayormente expresado en cada programa de estudio. La tipología de Gordillo (2017) sirvió para valorar el mayor o menor grado de penetración del enfoque CTS a lo largo de los cambios curriculares. Por su parte, la tipología de Fernandes, Pires y Villamañán

(2014) sirvió para reconocer en qué medida los programas en cuestión expresaban la presencia o ausencia de las características representativas de un enfoque CTS en la educación, con base en los indicadores que estos autores definen.

A continuación, se describe a grandes rasgos cómo tuvo lugar el proceso de incorporación del enfoque CTS en el bachillerato tecnológico mexicano y posteriormente se presentan los resultados del análisis curricular de los programas de estudio de la asignatura CTSyV en el periodo 2004-2020.

2. La incorporación del enfoque CTS en el sistema educativo mexicano

De acuerdo con Rueda (2005), y como sucedió también en el caso de Estados Unidos con la acción de la NSTA, la inserción del enfoque CTS en el ámbito educativo de diversos países dependió en gran medida de distintas agencias multilaterales tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la National Association for Science Technology and Society (NASTS, Estados Unidos), la Association for Science Education (ASE, Reino Unido), la International Organization of Science and Technology Education (IOSTE, Canadá), la European Association of STS (EASTS, Unión Europea) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

En el caso mexicano, como documenta Osorio (2019), fue particularmente importante la cooperación internacional y muy especialmente la acción de la OEI, que se remonta a más de veinte años hacia atrás en la implantación del enfoque CTS en la educación. Osorio (2019) describe que los primeros cursos de la OEI, enfocados en temas de formación para periodistas y en los que aparece la educación CTS, datan aproximadamente de 1998. Identifica la creación de la Red Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, derivada de una reunión en La Habana en 1999, como el espacio en el que se impulsaron actividades y programas específicos de trabajo alrededor de la educación CTS y de los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación, basados en la comunicación entre los diversos grupos de los países de la región. Luego de este primer esfuerzo, se desarrollaron diversas acciones como cursos especializados de ECTS; repositorios, publicaciones y producción de materiales didácticos de la comunidad iberoamericana; reuniones y congresos iberoamericanos, además de las cátedras de formación en estudios CTS, que incluían el eje de la educación (Osorio, 2019). De acuerdo con este autor:

“(…) A nivel iberoamericano, la educación CTS se gestó con una lógica de construcción de capacidades que coincide con mecanismos de cooperación académica e investigativa, y en ocasiones con una lógica de construcción de campo académico, en relación a posiciones que generan autoridad científica, entendida como una capacidad de intervenir legítimamente en materia de algún conocimiento con cierto reconocimiento social” (Osorio, 2019, p. 103).

Por su parte, Rueda (2005) ha descrito algunas pistas que permiten reconstruir de manera más local el proceso de llegada a México del enfoque CTS. Esta autora presenta un análisis crítico de la inserción del enfoque CTS en el sistema educativo mexicano, tanto en el nivel básico como en el medio superior y superior. En lo que se refiere a la educación básica, la autora remonta la incorporación de este enfoque en la enseñanza de las ciencias naturales, donde se diseña un eje dedicado al estudio de las aplicaciones tecnológicas de la ciencia, y aclara que esta inserción no consideró asignaturas de ciencias sociales y humanas, reduciendo las posibilidades de interdisciplinariedad que el enfoque CTS posibilita. En el nivel medio-superior o bachillerato, analiza al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH, UNAM) y al Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México (IEMS) por considerarlas más cercanas al enfoque CTS. En lo que respecta al IEMS, la autora encuentra que este enfoque no está claramente explicitado en sus currículos, aunque los profesores insertan un gran número de módulos CTS dentro de las asignaturas de ciencias naturales. Para el caso del CCH de la UNAM, la autora argumenta que el enfoque CTS no está claramente definido y se interpreta de manera diversa. Sigue habiendo una separación entre las ciencias experimentales y sociales que sugiere una falta de preparación interdisciplinaria en la formación docente “para poder asumir una visión verdaderamente CTS” (Rueda, 2005, p. 447). En cuanto a otras instituciones como el IPN y los bachilleratos tecnológicos, reporta el importante papel de la OEI, a través de la Cátedra México CTS+I, en la formación de docentes para incursionar en el diseño de actividades CTS “hacia un posible cambio de planes de estudios (...) En estos sistemas ya se ha diseñado una primera propuesta de asignatura CTS para sus nuevos planes de estudios tecnológicos” (Rueda, 2005, p. 447). En este contexto se creó, en 2004, la asignatura CTSyV en el bachillerato tecnológico, objeto de estudio del presente escrito.

51

3. El bachillerato tecnológico en México y la creación de la asignatura CTSyV

El sistema educativo mexicano se compone por los niveles básico, medio-superior y superior, en las modalidades escolar, no escolarizada y mixta. La educación básica comprende el preescolar, la primaria y la secundaria, mientras que el tipo medio-superior incluye el nivel de bachillerato, así como los demás niveles equivalentes a él, y la educación profesional que no requiere bachillerato o sus equivalentes (SEP, 2019a).

El bachillerato tecnológico es una modalidad presencial y bivalente, que permite estudiar al mismo tiempo una carrera de técnico profesional. Dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP), ofrece tres distintas áreas de especialización con carreras técnicas agrupadas en: educación tecnológica-industrial (áreas físico-matemáticas, químico-biológicas y económico-administrativas); educación en ciencia y tecnología del mar (áreas de pesca, acuicultura, alimentos, naval, electrónica y sistemas de información geográfica); y educación tecnológica-agropecuaria (áreas del sector rural, agrícolas, ganaderas, silvícolas, agroindustriales y de servicios) (SEP, 2019b).

El bachillerato tecnológico es parte del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), establecido en 2008, en un marco de diversidad, y pieza fundamental para llevar a

cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior en México (RIEMS), un hecho clave para entender la evolución del enfoque CTS en este nivel educativo. La RIEMS es la reforma de largo plazo que comenzó en 2003 con la modificación del currículo de los bachilleratos generales, continuó en 2004 con el nuevo currículo para los bachilleratos tecnológicos (Tinajero, López y Pérez, 2007) y entró en vigor en 2008 con la publicación del Acuerdo Secretarial 442 (DOF, 2008). Esta reforma proyectaba poner un orden largamente ignorado en el nivel educativo medio-superior, introduciendo suficientes elementos de homogeneidad entre sus distintos subsistemas para facilitar el tránsito de los estudiantes vía la portabilidad de sus logros, para lo cual se empleó el esquema de las competencias (Olaskoaga, Mendoza y Marúm, 2018).

La RIEMS operó bajo cuatro ejes: i) establecimiento de un Marco Curricular Común (MCC) con base en competencias; ii) definición y regulación de las modalidades de oferta; iii) un sistema de mecanismos de gestión para el adecuado tránsito de la propuesta, y iv) una certificación complementaria de los egresados del SNB. Estos ejes responden a los principios básicos de la RIEMS: el reconocimiento universal de las modalidades y subsistemas; la pertinencia y relevancia de los planes de estudio; y la garantía de movilidad de los estudiantes (Olaskoaga, Mendoza y Marúm, 2018).

Como parte de la RIEMS, el bachillerato tecnológico modificó su plan de estudios en dos ocasiones que quedaron plasmadas en el Acuerdo Secretarial 345 (SEP, 2004b) y el Acuerdo Secretarial 653 (DOF, 2012). El nuevo plan propuesto en 2004 conservó de su versión anterior tres componentes de formación (básico, propedéutico y profesional), pero redujo y reorganizó las áreas de estudio. Con este cambio se eliminó el área de metodología y se modificó el área histórico-social por la de historia, sociedad y tecnología. Esta última, anteriormente constituida por cuatro materias (Introducción a las Ciencias Sociales, Estructura Socioeconómica de México, Historia de México y Filosofía), se sustituyó por una nueva materia denominada CTSyV (I, II y III), la cual se imparte en los semestres nones, con un total de 192 horas (comparado con las 256 horas clase que constituían el anterior plan de estudios) (Tinajero, López y Pérez, 2007).

Posteriormente en 2012, se modificó de nuevo el plan de estudios del bachillerato tecnológico y la carga horaria asignada a CTSyV se redujo en 2013 a un tercio. Aunque esta asignatura sigue siendo de formación básica, desde entonces y hasta ahora se imparte únicamente en el quinto semestre.

4. Análisis de los elementos curriculares de los programas de estudio CTSyV (2004-2020)

Los programas de estudio 2004-2020 de CTSyV fueron examinados comparativamente en los siguientes elementos curriculares, que serán descritos en las subsecciones que se presentan a continuación.

Del análisis curricular fue posible identificar dos tipos de cambio en los programas: por un lado, el cambio curricular que tuvo lugar como respuesta al avance de la RIEMS y la evolución misma del SNB; y por el otro, cambio curricular asociado a la

profundización o desaparición del enfoque CTS en la asignatura. El primer tipo de cambio se puede ver reflejado, sobre todo, en los elementos curriculares relativos a los puntos **4.1**, **4.3**, **4.4** y **4.5**. Estos elementos fueron transformándose paralelamente y en consonancia con la evolución de la RIEMS, mientras que los cambios relativos a los elementos curriculares **4.2**, **4.6** y **4.7** reflejaron de mejor manera el sentido que el enfoque CTS iba teniendo en la asignatura.

4.1. Ubicación curricular y carga horaria

En los programas de estudios 2004, 2008 y 2009, CTSyV está ubicada en el componente de formación básica con una carga horaria de cuatro horas semana/mes (192 horas totales) y se cursa en los semestres nones, en primero (CTSyV I), tercero (CTSyV II) y quinto (CTSyV III), dentro del campo disciplinar de historia, sociedad y tecnología.

A partir de 2013, con la modificación al plan de estudios publicada en el Acuerdo Secretarial 653, CTSyV reduce su carga horaria a solo cuatro horas semana/mes (64 horas totales) y se imparte únicamente en quinto semestre. En el programa de estudios 2013, la asignatura es considerada “el espacio curricular en el que convergen las Ciencias sociales y las Humanidades para propiciar la formación de los estudiantes en competencias” (SEP, 2013, p. 8). Esta condición se mantiene en los programas de estudios 2018 y 2020, pero ahora la asignatura se considera dentro del campo disciplinar de ciencias sociales. Este aspecto es muy relevante para comprender cómo se transitó del carácter interdisciplinario, con que fue creada en 2004, hacia una asignatura disciplinaria en 2020.

53

4.2. Propósitos de la asignatura

Cuando fue creada, en 2004, la asignatura pretendía, en lo general:

“(…) desarrollar las capacidades cognitivas, actitudinales y procedimentales de los estudiantes... mediante secuencias didácticas..., para que puedan comprender y explicar de manera progresiva qué son la ciencia y la tecnología como procesos sociales, cuál es su importancia y cuáles son sus impactos en la sociedad y la naturaleza” (SEP, 2004a, p. 27).

Aunque se ponía un determinado énfasis conceptual, según los semestres en que se cursaba (CTSyV I en el desarrollo sustentable; CTSyV II en la sociedad/cultura; y CTSyV III en la historia), en lo general apuntaba a que los egresados pudieran desempeñarse y participar como ciudadanos en la cultura del desarrollo sustentable con un enfoque CTS. Este mismo espíritu se conserva y afina, en lo general, en los programas 2008, 2009 y 2013, donde se pretendía:

“(…) Propiciar en los estudiantes procesos de conocimiento y valoración críticos del papel que históricamente han tenido y pueden

tener la ciencia y la tecnología en la sociedad y en la naturaleza, así como promover su participación ciudadana... para la construcción del desarrollo sustentable, de la interculturalidad y de una sociedad más justa” (SEP, 2008, p. 29).

En las versiones 2008 y 2009 se mantienen los énfasis conceptuales propuestos en 2004 para los diferentes semestres, solo que ahora aparecen claramente atravesados por el propósito último de desarrollar, progresivamente, competencias en los estudiantes para “valorar críticamente y participar responsablemente” (SEP, 2008, p. 29) en torno a la ciencia y la tecnología, en la construcción de un desarrollo ambientalmente sustentable (CTSyV I), de una sociedad intercultural (CTSyV II) y socialmente más justa (CTSyV III) (SEP, 2008, 2009). En el programa 2013 se mantiene y profundiza la misma finalidad, pero su logro ya no se distribuye progresivamente en tres semestres distintos, puesto que la asignatura se cursa solamente en el quinto semestre. En 2018 y 2020, el propósito de la asignatura cambia cualitativamente y desaparece el foco puesto en la ciencia y la tecnología. Sin ciencia y tecnología como ejes, difícilmente se puede hablar de un enfoque CTS en la educación. En ambos casos, el objetivo se acota a:

“(...) que el estudiante del Bachillerato Tecnológico obtenga una mirada amplia sobre las principales disciplinas desde las cuales pueden analizarse diversos problemas sociales... La asignatura propone contribuir a la formación de ciudadanos críticos y participativos en nuestra sociedad contemporánea” (SEP, 2018, p. 11; SEP, 2020, p. 11).

54

4.3. Concepción de la enseñanza y del aprendizaje

En las versiones 2004 y 2008 de CTSyV prima una visión constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. El proceso de enseñanza, que ocupa un lugar predominante frente al proceso de aprendizaje, se considera aquel mediante el cual “cada docente contribuye a que sus estudiantes construyan su propio conocimiento en términos de contenidos fácticos o informativos y procedimentales o metodológicos (...) la enseñanza contribuye también a la realización de valores en la cotidianidad del aula y de la escuela, así como a la reflexión sobre los valores realizados” (SEP, 2004a, p. 11). El conocimiento no se considera un producto disciplinario y fragmentado, sino una herramienta para indagar y actuar sobre la realidad, que requiere relacionar contenidos situados en los contextos donde se producen y aplican. El educando es definido como un sujeto activo de aprendizaje, capaz de pensar, actuar y sentir, y no un objeto de enseñanza. Su desarrollo atiende no solo a su dimensión intelectual, sino integralmente también a la afectiva y la física. Por su parte, el docente es un sujeto que cuenta con saberes, conocimientos y experiencias sobre la enseñanza, y se convierte en mediador entre el conocimiento y la realidad (SEP, 2004a). El aprendizaje es considerado un proceso gradual, además de ser un producto observable y medible en distintos momentos del proceso (SEP, 2004a, 2008). Estas descripciones amplias de las concepciones de enseñanza, aprendizaje y evaluación se suprimen en el programa de estudios de 2009; no obstante, la operación del programa y los ejemplos

proporcionados en este documento conservan el mismo sentido de estas definiciones dadas en 2004 y 2008.

En la versión 2013, además de integrarse las tres asignaturas de CTSyV en una sola, se presenta un cambio cualitativo en las concepciones de enseñanza y aprendizaje, pues se introduce de lleno la educación por competencias. Esto implica transitar hacia un mayor énfasis en el aprendizaje y añadir a la visión constructivista una perspectiva sociocultural del aprendizaje. A la descripción de estas concepciones no se le dedica un espacio extenso y relevante en el documento; en su lugar se da un mayor énfasis a la descripción de la forma en cómo se instrumenta didácticamente el programa.

En los programas 2018 y 2020 se presenta otro ajuste a las concepciones de enseñanza y aprendizaje, que invierte el énfasis entre ambas. La noción de aprendizaje se pone por encima de la de enseñanza y se entiende como:

“(…) un continuo en oposición a la fragmentación con la que ha sido abordado tradicionalmente. Así, se coloca a los jóvenes en el centro de la acción educativa y se pone a su disposición una Red de Aprendizajes, denominados “Aprendizajes Clave”, que se definen para cada campo disciplinar, que opera en el aula mediante una Comunidad de Aprendizaje en la que es fundamental el cambio de roles: pasar de un estudiante pasivo a uno proactivo y con pensamiento crítico; y de un profesor instructor a uno que es ‘guía del aprendizaje’” (SEP, 2018, p. 6).

55

En esta nueva visión se acentúa la pertinencia de los contenidos con la realidad de los estudiantes, para lograr una conexión entre ellos, la escuela y el entorno en el que se desarrollan (SEP, 2018). Paradójicamente, como se verá más adelante en el análisis de la instrumentación didáctica de los programas, este acento en el vínculo escuela-comunidad no se ancla en la elección de “hechos sociales relevantes” como articuladores de los contenidos, como sí se proponía en las versiones previas de la asignatura. A diferencia del programa 2013, cargado de listas de competencias, destrezas y habilidades que los jóvenes deben desarrollar para responder a los desafíos del presente, en los programas 2018 y 2020 se propone que la formación se enfoque en que los alumnos “aprendan a aprender, a pensar críticamente, a actuar y a relacionarse con los demás para lograr retos significativos, independientemente del área de conocimiento que se encuentren estudiando” (SEP, 2018, p. 6). En esta mirada emergen tres elementos innovadores: la noción de “red de aprendizajes”, el “uso de TIC para el aprendizaje” y la idea de que se aprende “más allá del ambiente del aula (...) en cualquier lugar” (SEP, 2018, p. 43).

En cuanto a la red de aprendizajes, es resultado del esfuerzo de los docentes para trabajar colegiada y colaborativamente en comunidades escolares, para “generar espacios y mecanismos para la mejora continua, para aprender, reaprender e innovar” (SEP, 2018, p. 43). Mediante estas redes, que cuentan con un sustrato digital,¹ se espera

1. Disponible en: <http://sociales.cosdac.sems.gob.mx/>.

que equipos de profesores innoven en las prácticas educativas. Para el 2020 ya se habla de tres tipos de redes en la escuela: academias de plantel por asignatura, academias por campo disciplinar y academias interdisciplinarias por semestre escolar vigente.

En cuanto al uso de TIC, mientras que en 2018 se sugerían algunos pocos sitios como recursos digitales de apoyo para el aprendizaje, en 2020 se sugieren plataformas educativas que potencian las posibilidades de educación continua y las interacciones de las comunidades educativas.

4.4. Concepción de la evaluación

En el programa 2004, la evaluación es constructivista, situada, diagnóstica, formativa y sumativa, integral, continua, dinámica e interrelacional, considerada de cualificación y no sólo de calificación. Para llevarla a cabo, este programa recomienda incluir una diversidad de estrategias e instrumentos evaluativos, y objetivar aprendizajes y criterios de evaluación.

En los programas 2008 y 2009, la evaluación se ve como una oportunidad para aprender y mejorar. A diferencia del programa de 2004, el proceso evaluativo gana precisión, foco y concreción en la práctica y ya se concibe como estrategia concreta, que incluye listados de competencias (SEP, 2008, 2009). En 2013 la evaluación se sigue considerando constructiva, formativa y orientadora de la mejora; es decir, como una experiencia de aprendizaje. Se le considera integral y se suman las condiciones de confiabilidad y validez. Entre los instrumentos incluidos destaca un formato para el registro de competencias (SEP, 2013).

56

En los programas 2018 y 2020 la evaluación ocupa un apartado más extenso que en los programas 2008-2013. Se subraya la relevancia de construir un plan de evaluación al principio del ciclo académico, acorde a un sistema por competencias, y se brindan elementos suficientes y ejemplos para que el profesor pueda construir este plan (SEP, 2020). Como en los programas de años anteriores, la evaluación se propone centrada en el estudiante y como proceso dinámico, continuo y de seguimiento, sistemático, riguroso, integral, individualizado, abierto, flexible y contextual, con funciones pedagógicas y sociales. Se destaca la importancia de no concentrar la evaluación en los conocimientos, sino impulsar la evaluación de los aprendizajes logrados; esto es, el desempeño de los estudiantes en función de los problemas que enfrentará en la vida (SEP, 2018, 2020).

4.5. Instrumentación didáctica

En las versiones 2004-2013, la planeación e instrumentación didácticas se contemplan abiertas y flexibles. Se basan en el diseño y uso de “secuencias didácticas” (SD) y “temas integradores” (en 2004-2009); de “estrategias centradas en el aprendizaje” (ECA), “temáticas integradoras” y “hechos sociales” (en 2013); y de “estrategias didácticas centradas en el aprendizaje”, “técnicas didácticas” y “ejes” (en 2018 y 2020).

En el programa 2004, las secuencias didácticas se definen como un “conjunto de actividades, organizadas en tres bloques: apertura, desarrollo y cierre” (SEP, 2004a,

p. 12). Estas secuencias se desarrollan inicialmente a partir de los llamados temas integradores, aquellos que cumplen con los criterios de surgir de los intereses de los educandos; relacionar estos intereses con las exigencias y retos comunitarios, estatales, regionales, nacionales y mundiales; relacionarse con la vida cotidiana de los educandos; relacionar la vida cotidiana con el conocimiento científico-técnico; relacionar más de un contenido fáctico de una misma asignatura; relacionar contenidos fácticos de más de una asignatura; desarrollar contenidos procedimentales; y realizar valores en torno a él (SEP, 2004a).

Los temas integradores que se proponen para los programas de estudio en sus versiones de 2004-2013 se presentan en la **Tabla 1** y son el organizador curricular que permite abordajes interdisciplinarios. Este elemento articulador de la enseñanza-aprendizaje desaparece en los programas de estudio de 2018 y 2020.

En 2013, aunque conserva la noción de “temáticas integradoras, la instrumentación didáctica sustituye el uso de SD por las ECA. Si bien aparecen sutilmente referidas desde el 2004, y están también presentes en 2008 y 2009, las ECA se detallan con mayor claridad hasta el 2013, donde se refiere a ellas como “una oportunidad para la investigación social y filosófica” (SEP, 2013, p. 8). Se trata de estrategias ancladas en el uso de hechos sociales en torno a los cuales los estudiantes han de tomar alguna decisión tecnológica o científica controversial. En tal sentido, las ECA son “una base para llevar los métodos de investigación de las ciencias sociales y de las humanidades al aula, es decir, se propone convertirlas en actividades de aprendizaje” (SEP, 2013, p. 8).

57

Tabla 1. Temas integradores en los programas de estudio 2004-2013

TEMAS INTEGRADORES EN LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO 2004-2013			
Programa de estudios/semestre	2004	2008-2009	2013
CTSyV-I (Desarrollo sustentable) 1°	Alimentación Salud Contaminación	Urbanización Ambiente Crecimiento demográfico y disponibilidad de recursos Gestión democrática del riesgo ambiental	DESAPARECE
CTSyV-II (Sociedad y Cultura) 3°	Sexualidad Familia Vivienda Producción Inseguridad y violencia social Bioética Derechos humanos	Alteridad y consenso Interacciones sociales Derechos individuales y colectivos Cultura global, culturas locales y relaciones interculturales Gestión democrática del riesgo social y cultural	DESAPARECE
CTSyV-III (Historicidad) 5°	Moda Educación Violencia Entretenimiento	Conflictos y violencia Redistribución de los recursos Sociedad del conocimiento Relaciones y convivencia internacional	Desarrollo sustentable: Urbanización Crecimiento insostenible Sociedad-cultura: Interacciones sociales Relaciones interculturales Historicidad: Conflictos asociados a desequilibrios e inequidades sociales Sociedad del conocimiento

Fuente: elaboración propia con base en SEP 2004a, 2008, 2009, 2013

Si bien su denominación es diferente, las ECA guardan una fuerte similitud con las SD; incluso se manejan como sinónimos cuando se afirma: “La Estrategia Centrada en el Aprendizaje para trabajar CTSyV es la Secuencia Didáctica, pues corresponde al proceso que siguen los sujetos para aprender” (SEP, 2008, p. 9). Las actividades de la ECA tienen momentos de realización individual y de cooperación e interacción colaborativa (SEP, 2013). Las ECA se diseñan a partir de los “hechos sociales”. El “hecho social” como insumo para las SD y las ECA es un concepto que aparece por primera vez en el programa 2008, y que se refiere tanto al anclaje que permite construir conceptos como a las herramientas para la comprensión o explicación de la realidad social (SEP, 2008; 2009). Estos hechos “remiten a situaciones-problema que vive o podría vivir la sociedad, es decir, a problemas públicos relativos a la ciencia y la tecnología” (SEP, 2008, p. 23). En 2013 donde se define con mayor precisión al hecho social como un organizador didáctico y como un instrumento que facilita el diseño de las actividades de aprendizaje CTS: “Sus componentes son: una decisión tecnológica o científica que genere controversia, los actores sociales (unos a favor, otros en contra) y las razones de cada actor” (SEP, 2013, pp. 34-35).

No obstante, en los programas 2008-2009 se ofrecen pistas sobre la relevancia de estos hechos para la operación de la asignatura. Por ejemplo, se apunta que en un hecho social “intervienen ciertos agentes intencionales y las prácticas sociales que se transforman como consecuencia de la operación de la ciencia y la tecnología (operación que también es un hecho social)” (SEP, 2008, p. 9). Estos hechos pueden ser elegidos por los profesores, pero bajo un conjunto de criterios que son presentados a detalle en estos programas y que le aseguran al profesor que en el hecho social seleccionado haya un conflicto o controversia; esto es, “deben intervenir tensiones que provoquen en los estudiantes acciones para valorar” (SEP, 2008, p. 9). Los hechos sociales son situaciones actuales “en los que haya un problema por resolver debido a los efectos en la sociedad o en la naturaleza de la CyT, u ocurra una controversia por intereses o propósitos contrapuestos de diferentes grupos sociales, o por formas distintas de interpretar y enfrentar los problemas relacionados con la ciencia y la tecnología” (SEP, 2008, p. 8). El profesor debe elaborar un hecho social para cada concepto fundamental y este debe servir al profesor para diseñar actividades para que el estudiante aprenda a conocer y valorar las acciones y razones de los actores que participan en una controversia. Como instrumentos didácticos, estos hechos sociales apuntaban a asegurar la relevancia e interés de los estudiantes en los temas integradores.

A pesar de que el trabajo didáctico con controversias sociocientíficas constituye un elemento característico del enfoque CTS en la educación, la noción de “hecho social” desaparece en los programas 2018-2020. En estas nuevas versiones se introduce la idea de “eje” como la categoría que organiza y articula conceptos, habilidades y actitudes de los campos disciplinares y es el referente para favorecer la transversalidad interdisciplinar. De manera similar a los programas 2004 y 2008, se retoma la noción de “secuencia didáctica”, pero se subsume a la de “estrategia didáctica centrada en el aprendizaje” (SEP, 2018, 2020). La estrategia didáctica se define como “el conjunto articulado de acciones pedagógicas y actividades programadas con una finalidad educativa, apoyadas en métodos, técnicas y recursos de enseñanza y de aprendizaje que facilitan alcanzar una meta y guían los pasos a seguir” (SEP, 2018, p. 46), y

se distingue entre estrategia de enseñanza y de aprendizaje (SEP, 2018, 2020). La secuencia didáctica aparece como parte fundamental de la estrategia didáctica y se define ahora como “todos aquellos procedimientos instruccionales realizados por el docente y el estudiante dentro de la estrategia didáctica, divididos en momentos y eventos orientados al desarrollo de habilidades, aspectos cognitivos y actitudinales (competencias) sobre la base de reflexiones metacognitivas” (SEP, 2018, p. 47).

4.6. Organización de los contenidos y contenidos conceptuales propuestos

En los programas 2004-2008-2009, el objetivo de aprendizaje al que hay que arribar es el de concepto fundamental. Los conceptos fundamentales se acompañan a su vez de conceptos subsidiarios y ambos permiten conocer la realidad, valorarla e intervenir en ella.

La ruta que organiza los contenidos en el programa 2004 es la siguiente: Vía de acceso → Tema integrador → Etapas históricas → Grandes temas → Concepto subsidiario → Concepto fundamental. Se entiende por “vía de acceso” a un tópico que sirve de pretexto para abordar temas integradores, así como los conceptos subsidiarios y los fundamentales que se presentan en las asignaturas de CTSyV I, II y III. Esta vía se caracteriza por su flexibilidad, ya que es sugerida y está abierta a las propuestas de maestros y alumnos, acordes con su realidad y necesidades particulares.

En 2008 y 2009, la noción de vía de acceso es sustituida por la de “hecho social” y esta se profundiza en 2013, donde el programa responde muy marcadamente a una faceta de CTS centrada en el valor (Pedretti y Nazir, 2011), en donde el centro del aprendizaje consiste en analizar y tomar decisiones en torno a hechos o situaciones sociocientíficas actuales. La ruta propuesta para el abordaje de contenidos en los programas de 2008-2009 es la siguiente: Secuencias didácticas → Hecho social → Temas integradores → Conceptos subsidiarios → Conceptos fundamentales.

En el programa 2013 la organización que se propone es: ECA → Hecho social → Temas integradores → Conceptos subsidiarios → Conceptos fundamentales. Esta ruta para arribar a los conceptos fundamentales cambia significativamente en los programas 2018 y 2020, en donde la organización propuesta es bastante diferente: Eje → Componente → Contenido central → Contenido específico → Aprendizaje esperado → Producto esperado. En estas versiones los conceptos fundamentales se denominan “aprendizajes clave” y los subsidiarios equivalen a los “contenidos específicos”; los ejes organizan y articulan conceptos, habilidades y actitudes de los campos disciplinares y los componentes integran los contenidos centrales (SEP, 2018, 2020).

Los conceptos fundamentales son prácticamente los mismos en los programas 2004-2018, pero, como se observa en la **Tabla 2**, sufren un cambio significativo en el 2020. Este cambio ha sido tal que conlleva a preguntarnos dónde queda colocado el sentido del enfoque CTS dentro de los matices sistematizados por Pedretti y Nazir (2011), o si más bien está ausente. Como se sintetiza en la **Tabla 2**, los conceptos fundamentales 2004-2013 son desarrollo sustentable, historicidad, cultura y sociedad,

a los que en 2013 y 2018 se añade el de ciencias y tecnologías, que en 2004 era un concepto subsidiario al de cultura. Las definiciones de estos conceptos se profundizan con el paso del tiempo y su tratamiento teórico-conceptual en cada versión implica ajustes a sus conceptos subsidiarios. En 2008 los conceptos de sociedad y cultura, que se encontraban separados en 2004, se funden en uno solo y comparten conceptos subsidiarios. La justicia social y la interculturalidad son conceptos subsidiarios que adquieren una enorme relevancia a partir de 2008, ya que estos determinan el horizonte para conocer, valorar y participar críticamente en la ciencia y la tecnología.

Tabla 2. Tabla comparativa de los conceptos fundamentales y subsidiarios en los programas de estudio de la asignatura CTSyV

2004	2008-2009	2013	2018	2020
Conceptos fundamentales y conceptos subsidiarios	Conceptos fundamentales y conceptos subsidiarios	Conceptos fundamentales y conceptos subsidiarios	Aprendizaje clave y contenido específico	Aprendizaje clave y contenido específico
Desarrollo sustentable	Desarrollo sustentable	Desarrollo sustentable	Desarrollo sustentable	El trabajo colaborativo en el aula como base para la integración de la comunidad de aprendizaje
-Recursos naturales -Responsabilidad -Viabilidad -Participación social	-Recursos -Responsabilidad -Crecimiento y desarrollo -Participación social	-Recursos -Crecimiento y desarrollo -Responsabilidad -Participación social	-Recursos -Crecimiento y desarrollo -Participación social	-Las ciencias sociales y su campo de estudio -Métodos de investigación
Historicidad	Sociedad-cultura	Sociedad-cultura	Ciencias y tecnologías	La dinámica de la población mexicana en los últimos setenta años: la comprensión de sus efectos en el crecimiento urbano, las condiciones de vida, la migración y el envejecimiento
-Organización -Comunicación -Evolución	-Procesos de aprendizaje por comunicación simbólica -Procesos de aprendizaje por experiencia social -Información representacional -Información práctica -Información valorativa -Relaciones de producción -Relaciones de experiencia -Relaciones de poder	-Información representacional -Información práctica -Información valorativa -Relaciones de producción -Relaciones de experiencia -Relaciones de poder	-Revolución digital -Desafíos sociales y modernización	-Demografía -Urbanización -Migración
Cultura	Historicidad	Historicidad	Sociedad-cultura	El análisis de algunos componentes de la sociedad actual: desigualdad, desarrollo sustentable, medioambiente
-Normas -Técnica -Lenguaje -Valores -Conocimiento -Ciencia -Tecnología	-Justicia social -Modos de producción – modos de desarrollo -Formas de convivencia y organización -Hecho histórico -Cambio social	-Justicia social. -Modos de producción – modos de desarrollo -Formas de convivencia y organización	-Relaciones de poder -Relaciones de experiencia -Información práctica -Información representacional	-Estratificación socio-económica y desigualdad -Medioambiente
Sociedad		Ciencias y tecnologías	Historicidad	El sistema político representativo, la división de poderes y la importancia de la participación ciudadana en la sociedad
-Hecho histórico -Cambio -Modos de producción -Desarrollo y crecimiento		Sin conceptos subsidiarios	-Justicia social -Modos de desarrollo -Modos de producción	-Sistemas políticos y representación - Cambio político y social
				Equidad, inclusión y expectativas de calidad de vida: los desafíos ante el crecimiento demográfico
				-Revolución digital -Desafíos sociales y modernización

Fuente: elaboración propia, con base en SEP 2004a, 2008, 2009, 2013, 2018, 2020

Estos conceptos son retomados del trabajo de Villoro (2007), que plantea que los retos de la actual sociedad son: justicia, democracia efectiva (a la que, en las versiones de 2013, se agregan los atributos de solidaria y participativa) e interculturalidad. A estos retos los programas de estudios de 2008-2013 añaden el desarrollo sustentable como un cuarto desafío (SEP, 2008, 2009, 2013). Así, mientras que en la asignatura de CTSyV I el estudiante conoce y valora críticamente el papel de la ciencia y la tecnología en la transformación de los ecosistemas y en la sustentabilidad, en la asignatura de CTSyV II conoce y valora críticamente este papel en la interculturalidad en México y en el mundo. Y en la asignatura de CTSyV III desarrolla dichas competencias para participar y construir una sociedad más justa (SEP, 2008).

Aún en 2013, con la reducción de la asignatura en la malla curricular del bachillerato, se siguen sosteniendo estos valores como el horizonte al que hay que aspirar en la ciencia y la tecnología, pues se pretende que los estudiantes asuman un papel proactivo en alcanzar el desarrollo sustentable, la interculturalidad y una sociedad más justa (SEP, 2013). El papel que estos valores cumplen en el programa es el de valores universales que guían las acciones y deliberaciones en torno a los “hechos sociales” controversiales que articulan los contenidos; es el uso de estos valores lo que permite ubicar a la asignatura de 2013 como un ejemplo de incorporación del enfoque CTS en su faceta centrada en el valor (Pedretti y Nazir, 2011).

En los programas 2018-2020, estos conceptos dejan de ser los valores universales contra los que se coteja la reflexión crítica de la ciencia y la tecnología. En ambos programas, la interculturalidad aparece como una actitud deseable a desarrollar por parte del estudiante, pero ya no se considera un horizonte hacia el cual deben apuntar las ciencias y las tecnologías. Por su parte, en 2018 la justicia social se incluye más como un tema para abordar la historicidad, asociado al estudio de las formas de convivencia y organización, del bienestar social y de la integración o exclusión social, y deja de fungir como un baremo para analizar críticamente la ciencia y la tecnología. En el 2020 la justicia social deja de estar presente en los contenidos de la asignatura. Al suprimirse los valores de justicia social e interculturalidad en el programa 2020, desaparece también el debate ético y la mirada crítica sobre el papel de la ciencia y la tecnología, en torno a la cual se desarrollan procesos deliberativos, uno de los rasgos más característicos del enfoque CTS, en su faceta centrada en el valor. Este enorme cambio en los contenidos centrales o aprendizajes clave queda expresado en la introducción a los programas de estudio 2018 y 2020, donde se afirma:

“Esta asignatura le brindará al estudiante una introducción a las Ciencias sociales para ayudarlo a comprender qué disciplinas las conforman y cuáles son las posibilidades interpretativas que ofrecen. Tras explicar las diferencias entre las Ciencias formales... y las Ciencias sociales, el alumno reconocerá los puntos de encuentro entre estas ramas del conocimiento y sus principales características (...) [E]l estudiante se familiarizará con los principales métodos de investigación... que los científicos sociales utilizan para explicar la realidad social...” (SEP, 2018, p. 8; SEP, 2020, p. 8).

Con esta síntesis de la asignatura se explicita su transformación en una asignatura propiamente de introducción a las ciencias sociales, dada la ausencia de los componentes de ciencia y tecnología imprescindibles del enfoque CTS en cualquiera de sus facetas y matices.

4.7. Técnicas didácticas sugeridas y facetas CTS identificadas

Mientras que en el programa 2004 no se sugieren técnicas específicas, entre las técnicas didácticas que proponen los programas 2008-2009 destacan: mediaciones, casos reales, casos simulados, grupos focales, ciclo de responsabilidad (SEP, 2008, 2009). Estas técnicas coinciden en parte con algunas de las estrategias que Pedretti y Nazir (2011) identifican en la faceta del razonamiento lógico en la educación CTS, dedicada a mejorar el entendimiento de los estudiantes y la toma de decisiones en SSI a partir de la evidencia empírica, más que del razonamiento moral, y para ello suele implementarse en el aula estrategias como el análisis de agentes en juego, la argumentación, la negociación y los modelos para la toma de decisiones (que incluyen tareas como analizar datos e información, generar criterios, selección de cursos de acción y evaluación racional de opciones). Estas metodologías coinciden también con aquellas que Fernandes, Pires y Villamañán (2014) proponen como indicadores de la inclusión curricular del enfoque CTS y que quedan referidas como actividades donde el estudiante se implica en debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones CTS.

62

En 2004, dada la atención que se pone en las etapas históricas en que suceden y están embebidos los temas integradores, es posible asumir que en esta versión de la asignatura prima lo que Pedretti y Nazir (2011) tipifican como la faceta histórica en la educación CTS. En este programa, el enfoque CTS se expresa mayormente mediante el estudio de los contextos históricos y sociales en los que aparecieron determinados desarrollos tecnocientíficos, una característica propia de CTS e identificada por Gordillo (2017).

En el 2013, el programa enfoca su atención en la inclusión de la deliberación como forma de propiciar competencias genéricas y disciplinares básicas, “la decisión, como parte de un proceso social deliberativo, supone sopesar ventajas y desventajas de cursos de acción (posibles) en determinadas circunstancias” (SEP, 2013, p. 32). Esto implica que las actividades de aprendizaje demanden que los estudiantes realicen procesos de investigación propios de las ciencias sociales y de las humanidades y que el aula sea un ámbito de indagación social, de cuestionamiento y reflexión, de experiencia individual-colectiva, de experimentación social, y que sea una comunidad de indagación solidaria, “de ahí la importancia de diseñar ECA en torno a decisiones tecnológicas o científicas que generen controversias” (SEP, 2013, p. 32). Este programa 2013 se identifica más con lo que Pedretti y Nazir (2011) caracterizan como la faceta centrada en el valor en la educación CTS. Puesto que el énfasis está en mejorar el entendimiento y la toma de decisiones de los estudiantes en torno a situaciones sociocientíficas, a través de la consideración explícita de la ética y el razonamiento moral.

El uso de la técnica de deliberación y su encuadre en torno a valores universales como la interculturalidad y la justicia social que se proponen en el programa 2013

(aunque este rasgo también está presente en cierta medida en los programas 2008-2009) coinciden con las estrategias que Pedretti y Nazir (2011) refieren como el modelo de controversias sociocientíficas, que se basa en la teoría de Kohlberg, donde la justicia se considera un principio universal del que derivan otros valores y donde el desarrollo moral significa la expansión de la comprensión que un estudiante tiene sobre la idea de justicia y su creciente autonomía, aspectos que están presentes en los programas de 2008 y 2009, pero que se profundizan en la propuesta de “deliberación” desarrollada en el programa de 2013, como forma predominante de abordar los “hechos sociales” para conocer, valorar y participar críticamente en la ciencia y la tecnología.

La participación en controversias tecnocientíficas y el trabajo sobre polémicas reales son también rasgos característicos de la educación CTS, según las descripciones de Gordillo (2017) y Fernandes, Pires y Villamañán (2014), lo que permite afirmar que el programa 2013 expresa muy bien la incorporación curricular de este enfoque, aunque, desde luego, con los matices centrados en el valor que ya fueron referidos en líneas anteriores. En contraste, para el logro de aprendizajes esperados en los programas 2018-2020, desaparece el énfasis puesto en las controversias y se proponen como técnicas didácticas: comunidad de indagación, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en la investigación (SEP, 2018, 2020).

La indagación, según el programa 2020, permite al estudiante explorar, a través de cuestionamientos, los conocimientos que rodean el tema a desarrollar, para conectar el aprendizaje con la resolución de un problema y generar interés sobre dicho tema (SEP, 2020). Desde el baremo de Pedretti y Nazir (2011), podría pensarse que las propuestas 2018 y 2020 se corresponden con la faceta sociocultural de la educación CTS, pues estas proponen estudiar “las dimensiones socioeconómicas y sociopolíticas del México contemporáneo” (SEP, 2018, p. 8), así como reconocer que la comprensión del contexto social puede servir para orientar las decisiones individuales y colectivas. No obstante, esta contextualización de lo social no se hace para analizar críticamente a las ciencias y las tecnologías, sino que en estas versiones de la asignatura CTSyV se busca reflexionar “sobre los desafíos de la sociedad contemporánea tales como la importancia del ahorro, el reto de un desarrollo sustentable y el ejercicio responsable de la ciudadanía” (SEP, 2018, p. 20), sin poner especial atención en el papel que la ciencia y la tecnología juegan en ello.

Esta ausencia del componente científico-tecnológico en los programas 2018 y 2020 se pudo identificar gracias al instrumento de análisis de directrices curriculares desarrollado por Fernandes, Pires y Villamañán (2014) y el trabajo de Gordillo (2017), pues estos facilitaron determinar si la perspectiva CTS está integrada, o no, en un documento curricular. Al cotejar los postulados de estos autores para valorar la presencia del enfoque CTS en los programas 2018-2020, se vuelve evidente que estos carecen de una discusión crítica de la ciencia y la tecnología en sus contextos sociales y culturales; ya no se tratan las ventajas, los límites, los impactos, los alcances, las presiones y los intereses de la ciencia y la tecnología en la sociedad, ni tampoco se analizan los aspectos valorativos y controversiales de estas actividades como se hacía en los programas de estudio de años anteriores. El eje de los aprendizajes clave dejó de ser la ciencia y la tecnología en su relación con la sociedad.

La incorporación del enfoque CTS en el bachillerato tecnológico dibuja, por consiguiente, una evolución decreciente que, en términos de la tipología de Gordillo (2017), comenzó con una inclusión en el currículo de una materia específicamente CTS, que abarcaba contenidos y estrategias dedicadas explícitamente a las cuestiones CTS y que trascendían lo disciplinario, y que actualmente ha quedado reducida a prácticamente menos de lo que en este artículo caracterizamos como injertos de contenidos CTS en los que se mantiene la estructura tradicional de los currículos y se abordan temas científicos con perspectiva social.

Conclusiones

A partir del análisis curricular de los programas de la asignatura CTSyV en el periodo 2004-2020, fue posible identificar dos tipos de cambios: por un lado, un cambio curricular que tuvo lugar como respuesta al avance de la RIEMS y la evolución misma del SNB; y por el otro, un cambio curricular asociado a la profundización o desaparición del enfoque CTS en la asignatura.

La **Tabla 3** sintetiza estos dos tipos de cambios observados que, en conjunto, han dado lugar a una dilución del enfoque CTS en la asignatura. Como puede apreciarse en la **Tabla 3**, del 2004 al 2020 no solamente se redujo a un tercio el tiempo dedicado a esta asignatura, sino que se pasó de un curso de tres semestres a uno de un solo semestre, y de ubicarla dentro de un campo de conocimiento emergente y de naturaleza interdisciplinaria, como era el de historia, sociedad y tecnología, a ubicarla en uno de intersección como el de ciencias sociales y humanidades en 2013, para finalmente incluirla en un campo disciplinario como el de ciencias sociales en 2020.

La asignatura pasó de tener como finalidad que los estudiantes desarrollaran procesos de conocimiento, participación y valoración crítica sobre el papel que históricamente han tenido la ciencia y la tecnología en la sociedad y el ambiente, en función de valores como la justicia social, la sustentabilidad y la interculturalidad, como sucedía claramente en el periodo 2008-2013 (SEP, 2008, 2009, 2013), a tener como ejes: i) comunicarse, relacionarse y colaborar con los demás; ii) comprender las identidades demográficas; iii) entender la relevancia de los fenómenos sociales contemporáneos; iv) entender la importancia y las formas de la participación ciudadana; y v) comprender y analizar los problemas sociales de hoy (SEP, 2018, 2020), sin que en estos medien la ciencia y la tecnología. Este cambio cualitativo se constata también en el espacio dedicado a explicar el sentido y contenido propio del enfoque CTS. En 2004 se le dedican varias cuartillas en los antecedentes; en 2008 se incluye una buena síntesis de este enfoque en un apartado de consideraciones conceptuales y en una sección donde se refieren materiales y lecturas para introducirse, profundizar e implementar el enfoque CTS; en 2009 estos materiales pasan como anexos; y en 2013-2020 esta descripción de CTS desaparece, junto con las referencias a materiales de apoyo para implementar este enfoque en el aula. Cabe destacar que esta tendencia también se acompaña de un cambio en los equipos técnicos encargados del diseño curricular, que dejaron de ser interdisciplinarios.

Tabla 3. Principales cambios curriculares identificados en la asignatura CTSyV (2004-2020)

Tipo de cambio	Elemento curricular/Programa	2004	2008	2009	2013	2018	2020
Cambios paralelos a la RIEMS	Ubicación curricular y carga horaria de la asignatura		192 horas totales en 3 semestres				64 horas totales en 1 semestre
	Concepciones de la enseñanza y del aprendizaje	Énfasis en una	enseñanza constructivista...		... Educación por competencias		Énfasis en redes de aprendizaje, con uso de TIC
	Concepción de la evaluación	Evaluación constructiva, situada, diagnóstica, formativa sumativa, de cualificación...	... autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación		... Registro de competencias		Plan de evaluación
	Instrumentación didáctica	Secuencias didácticas y Temas integradores			Estrategias centradas en el aprendizaje Temáticas integradoras Hechos sociales		Estrategias didácticas centradas en el aprendizaje. Ejes y aprendizajes clave
Cambios en el enfoque CTS	Propósitos de la asignatura	Que los estudiantes comprendan y expliquen progresivamente los cambios sociales y tecnológicos que afectan a las virtudes, utilizadas e impactos sociales de las prácticas científicas y tecnológicas; con la mira de hacer efectiva su participación ciudadana en la sociedad.	Propiciar en los estudiantes procesos de conocimiento y valoración críticos del papel que históricamente han jugado y jugarán la ciencia, la tecnología, sociedad y cultura, como promotor de cambios sociales y tecnológicos, en un mundo globalizado, todo ello para la construcción del desarrollo sustentable de la interculturalidad y de una sociedad más justa				Que el estudiante del Bachillerato Tecnológico obtenga una mirada amplia sobre las principales características de la ciencia, la tecnología y la cultura, que pueden analizarse diversos problemas sociales
	Organización de los contenidos y contenidos conceptuales propuestos	Via de acceso → Tema integrador → Etapas históricas → Grandes temas → Concepto subsidiario → Concepto fundamental	Secuencias didácticas → Hecho social → Temas integradores → Conceptos subsidiarios → Conceptos fundamentales	ECA → Hecho social → Temas integradores → Conceptos subsidiarios → Conceptos Fundamentales			Eje → Componente → Contenido central → Contenido específico → Aprendizaje esperado → Producto esperado
				Desarrollo sustentable, Sociedad-cultura, Historicidad...			Ciencias sociales y su campo de estudio Dinámica poblacional en México Componentes de la sociedad actual Sistema político
					... Ciencias y tecnologías		Equidad y crecimiento demográfico
	Técnicas (metodologías) didácticas sugeridas y facetas de CTS identificadas	FACETA HISTÓRICA Análisis de hechos científico-tecnológicos en su contexto sociohistórico	FACETA DE RAZONAMIENTO LÓGICO Mediciones, casos reales, casos simulados, grupos focales, ciclo de responsabilidad	FACETA CENTRADA EN EL VALOR Deliberación	¿ECTS? Comunidad de indagación, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en la investigación		

Fuente: elaboración propia con base en SEP 2004a, 2008, 2009, 2013, 2018, 2020

Adicionalmente se transitó de un énfasis puesto en la enseñanza a uno puesto en el aprendizaje y de una instrumentación innovadora y desafiante, que proponía a los hechos sociales como punto de anclaje para asegurar flexibilidad, relevancia y un vínculo de la escuela con los asuntos públicos relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, a una instrumentación menos flexible, basada en aprendizajes y productos esperados en los que el análisis crítico de la ciencia y la tecnología ya no ocupa un lugar central, y donde no se hace explícita la libertad para escoger situaciones reales asociadas al avance de las ciencias y las tecnologías como objetos de estudio CTS. Este tránsito se ve también reflejado en las facetas CTS que se expresan en las distintas versiones de la asignatura, en las que de un matiz predominantemente histórico hubo un desplazamiento hacia las facetas de razonamiento lógico y centrada en el valor. En el análisis realizado no se contó con elementos suficientes para sostener que en la evolución de la asignatura se experimentó con la inclusión de las otras facetas descritas por Pedretti y Nazir (2011), como son la sociocultural y la de la socio-ecojusticia, que responden a una educación transformativa (más que transmisiva) dirigida a promover en los alumnos el cuestionamiento sobre el mundo, y su agencia y empoderamiento para crearlo y transformarlo.

Como agenda a futuro queda abierta la necesidad de investigar acerca de los obstáculos, las resistencias y las dificultades que impidieron que el enfoque CTS se consolidara en la asignatura CTSyV del bachillerato tecnológico mexicano y los factores que intervinieron en la traducción, la resignificación y el escaso aprovechamiento cabal de las ventajas (Ozgun, Akcay y Yager, 2017; Chantaranima y Yuenyong, 2014) y del enorme potencial transformativo (Bencze, 2017) que tiene el enfoque CTS en la educación en todas sus múltiples facetas. Queda por indagar si esta tendencia hacia el empobrecimiento del enfoque CTS en la educación es o no es compartida regional e internacionalmente.

66

Financiamiento

Este artículo se elaboró con apoyo del Proyecto DGAPA-PAPIIT-IG400920.

Bibliografía

Aikenhead, G. (1997). Toward a First Nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, 81, 217-238.

Bencze, L. (2017). *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*. Ontario: Springer.

Chantaranima, T. y Yuenyong, C. (2014). The Outcomes of Teaching and Learning About Sound Based on Science Technology and Society (STS) Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2286-2292.

DOF (2008). Acuerdo número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad. México: Diario Oficial de la Federación/ Secretaría de Gobernación, 26 de septiembre. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5061936&fecha=26/09/2008.

DOF (2012). Acuerdo número 653 por el que se establece el Plan de Estudios del Bachillerato Tecnológico, 4 de septiembre. México: Diario Oficial de la Federación/ Secretaría de Gobernación. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5266314&fecha=04/09/2012.

Fernandes, I., Pires, D. y Villamañán, R. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7(5), 23-32.

Gordillo, M. (2017). El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Asunción: Conacyt/OEI.

Mansour, N. (2009). Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(4), 287-297.

NSTA (1990). Science/technology/society: A new effort for providing appropriate science for all. National Science Teachers Association. Recuperado de: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0270467690010005-601>.

Olaskoaga, J., Mendoza, C. y Marúm, E. (2018). Una valoración de la Reforma Integral de la Educación Media Superior desde el punto de vista del profesorado. *Revista de la Educación Superior*, 47(185), 139-165.

Osorio, C. (2019). La educación CTS: un espacio para la cooperación iberoamericana. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 42(14), 99-114.

Ozgur, H., Akcay, H. y Yager, R. (2017). Comparison of Science-Technology-Society Approach and Textbook Oriented Instruction on Students' Abilities to Apply Science Concepts. *International Journal of Progressive Education*, 13(2), 18-28.

Pedretti, E. y Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626.

Rueda, C. (2005). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad en la educación de México: antecedentes, estado actual y perspectivas. *Educación Química*, 16(3), 442-449.

SEP (2004a). Programa de Estudios. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México: Secretaría de Educación Pública.

SEP (2004b). Acuerdo número 345 por el que se determina el Plan de Estudios del Bachillerato Tecnológico. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/ca8cef5b-610b-4d55-8a52-03f1b84d0d6c/a345.pdf>.

SEP (2008). Programa de Estudios. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México: Secretaría de Educación Pública.

SEP (2009). Programa de Estudios. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <http://www.cecylteo.edu.mx/Nova/Content/Site/Docs/ProgramasBasicas/CTSyV.pdf>.

SEP (2013). Programa de Estudios. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México, Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: http://investigacion.cosdac.sems.gob.mx/descarga_archivo2.PHP?documento=CTSyV_Acuerdo_653_%202013.pdf&ubicacion=programas_acuerdo_653_2013/&tipo=0.

SEP(2018). Programa de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior. Asignatura: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: http://sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/5_CTSyV_Transici%C3%B3n.pdf

SEP (2019a). Conoce el Sistema Educativo Nacional. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sep/articulos/conoce-el-sistema-educativo-nacional>

SEP (2019b). Bachillerato Tecnológico. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <http://www.decidetusestudios.sep.gob.mx/vista/elige-tu-bachillerato/tipos-bachillerato/bachillerato-tecnologico>

SEP (2020). Programa de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior. Asignatura: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/5_CTSyV\(1\).pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/5_CTSyV(1).pdf)

Tinajero, G., López, G. y Pérez, C. (2007). Cambio Curricular en el Bachillerato Tecnológico Mexicano: El Caso de la Disciplina de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, 15(4), 1-28.

Villoro, L. (2007). Los retos de la sociedad por venir. México: Fondo de Cultura Económica.

Wraga, W. y Hlebowitsh, P. (1991). STS education and the curriculum field. *School Science and Mathematics*, 91(2), 54-59.

Yager, R. (1990). STS: Thinking over the years. *The Science Teacher*, 57(3), 52-55.

Yager, R. y Blunck, S. (1992). Science/technology/society as reform of science in the elementary school. *Journal of Elementary Science Education*, 4(1), 1-13.

Zeidler, D., Sadler, T. y Simmons, M. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.

Cómo citar este artículo

Valladares, L. (2021). El enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México: facetas y contrastes de su inclusión. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(47), 43-69.

Culturas de participação em práticas educativas brasileiras fundamentadas pela educação CTS *

Culturas de participación en las prácticas educativas brasileñas basadas en la educación CTS

Cultures of Participation in Brazilian Educational Practices Based on STS Education

Suiane Ewerling da Rosa e Roseline Beatriz Strieder **

A busca por uma sociedade participativa em temas sociais de ciência-tecnologia constitui um dos objetivos e, também, um dos desafios da educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS). Apesar disso, diferentes estudos têm evidenciado poucos aprofundamentos sobre entendimentos referentes a processos democráticos e participativos, como alcançá-los e desenvolvê-los no contexto socioeducacional, em especial no âmbito escolar. Assim, como contribuição a essa perspectiva, a presente pesquisa propõe caracterizar como a participação tem sido trabalhada em práticas educativas brasileiras, por meio de uma análise da produção acadêmica da área de ensino de ciências. Trata-se de uma pesquisa fundamentada em Paulo Freire, referenciais CTS e do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), tendo em vista que a constituição de uma cultura de participação é um pressuposto orientador deles. O *corpus* de análise é constituído de práticas educativas brasileiras e o recurso teórico-metodológico utilizado foi a análise textual discursiva, da qual resultaram diferentes culturas de participação. Como encaminhamento, destacamos que há culturas que se aproximam de processos decisórios tecnocráticos e outras que possibilitam mecanismos ampliados de participação. Portanto, este trabalho sinaliza limitações e possibilidades para o alcance de processos democráticos participativos em ações educacionais CTS e um (re)pensar das proposições curriculares, já que esse é um propósito a ser construído.

Palavras-chave: CTS; Paulo Freire; PLACTS; culturas de participação; práticas educativas

* Recebimento do artigo: 22/09/2020. Entrega da avaliação final: 28/10/2020.

** *Suiane Ewerling da Rosa*: licenciada em física e mestre em educação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Doutora em educação em ciências pela Universidade de Brasília (UnB) e é professora do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Brasil. Correio eletrônico: suiane.rosa@ufob.edu.br. *Roseline Beatriz Strieder*: licenciada em física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestre e doutora em ciências (ensino de física) pela Universidade de São Paulo (USP) e é professora do Instituto de Física da Universidade de Brasília (UnB), Brasil. Correio eletrônico: roseline@unb.br.

La búsqueda de una sociedad participativa en temas sociales de ciencia y tecnología es uno de los objetivos y desafíos de la educación con enfoque CTS (ciencia, tecnología y sociedad). Sin embargo, diferentes estudios han mostrado escasa profundidad en el establecimiento de consensos para el desarrollo de procesos democráticos y participativos en el contexto socioeducativo, especialmente en la escuela. A través de un análisis de la producción académica en el área de la enseñanza de las ciencias, este artículo se propone caracterizar cómo se ha trabajado la participación en las prácticas educativas brasileñas. La investigación se basa en conceptos de Paulo Freire y el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS), y se apoya en el principio rector que guía dichos conceptos: la constitución de una cultura de la participación. El *corpus* de análisis está integrado por las prácticas educativas brasileñas y el recurso teórico y metodológico utilizado fue el análisis textual de los discursos que tienen lugar en diferentes culturas de participación. Destacamos que existen culturas cercanas a los procesos tecnocráticos de toma de decisiones y otras que posibilitan ampliar los mecanismos de participación, así como señalamos limitaciones y posibilidades para alcanzar procesos democráticos participativos en las acciones educativas con enfoque CTS y repensar las propuestas curriculares.

Palabras clave: CTS; culturas de participación; Paulo Freire; PLACTS; prácticas educativas

The search for a participatory society in terms of social issues related to science and technology is one of the main goals and challenges of STS education. However, different studies have shown little depth with regard to establishing an understanding about the development of democratic and participatory processes in the socio-educational context, especially in schools. Through an analysis of academic production in science teaching, this article aims to characterize how participation has been included in Brazilian educational practices. It is based on Paulo Freire's ideas, as well as on the Latin-American Thought on Science, Technology and Society (PLACTS, due to the initials in Spanish), and is underpinned by the thought that the constitution of a culture of participation is a guiding principle that steers these ideas. The analyzed corpus consists of Brazilian educational practices, and the theoretical and methodological tool used was the textual analysis of statements made in different cultures of participation. We highlight that there are cultures that are close to technocratic decision-making processes and others that enable expanded participation mechanisms. We also stress the limitations and possibilities for reaching participatory democratic processes in STS educational actions and a (re)thinking of curricular propositions.

Keywords: STS; cultures of participation; Paulo Freire; PLACTS; educational practices

Introdução

O contexto de questionamento referente às inovações científico-tecnológicas e à degradação socioambiental, presente em parte da sociedade, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, fez em algumas instâncias, com que a ciência-tecnologia fosse deslocada do espaço da suposta neutralidade para o campo de debate político. Articulado a isso, se intensificaram os questionamentos sobre o modelo de gestão tecnocrática e a busca pela democratização das decisões envolvendo temas sociais de ciência-tecnologia (González-García, López-Cerezo e Luján, 1996).

Influenciados por essa demanda, vários estudiosos têm buscado compreender sentidos, potencialidades e desafios atribuídos à democratização da ciência-tecnologia. Desse universo de trabalhos, a título de exemplificação, destacamos Lopez-Cerezo (2007); Delgado (2010); Guivant e Macnaghten (2011); Samagaia (2016); Jasanoff (2019); Cuevas e Ureña (2019); Roso, Auler e Delizoicov (2020) e Bilański (2020). Esses trabalhos, de um modo geral, defendem que a democratização pode estar associada a distintas formas de participação da sociedade em decisões sobre ciência-tecnologia, que dependem, dentre outros aspectos, das relações existentes entre tomadores de decisões, especialistas e cidadãos, e das especificidades dos contextos e de suas características histórico-culturais.

Particularmente no que diz respeito ao Brasil, pesquisas sobre percepção pública (CGEE, 2019) apontam que os brasileiros reconhecem a importância de haver um controle social sobre a ciência e a tecnologia, porém a maioria nunca ou raramente busca informações sobre esses temas. Outros estudos (a exemplo de Guivant e Macnaghten, 2011) também têm indicado que a sociedade brasileira não está interessada no debate em torno dos riscos e benefícios das tecnologias emergentes. Soma-se a isso, os poucos espaços de participação e, conseqüentemente, a pouca experiência democrática do Brasil na elaboração de políticas públicas em ciência-tecnologia (Dias, 2009).

Como defende Auler (2002), com base no educador Paulo Freire (Freire, 2005), a sociedade brasileira está alijada de qualquer processo de participação, o que reflete uma questão cultural e histórica. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de ações educativas que visem a superação da passividade e o reconhecimento dos sujeitos como seres transformadores da realidade com a qual se encontram. A participação social em ciência-tecnologia perpassa, portanto, pela superação da cultura do silêncio e, associado a isso, pela constituição de uma cultura de participação (Auler, 2002; Freire, 2005).

Para alcançar esse objetivo, nada trivial e repleto de desafios, há vários caminhos possíveis, associados à diversidade de entendimentos sobre elementos teórico-práticos, estratégias e experiências que potencializam processos participativos (Rosa, 2019). Com a intenção de contribuir para a sistematização destes caminhos, neste artigo, problematizamos: como a participação tem sido entendida e construída no âmbito de práticas educativas fundamentadas nos pressupostos da educação CTS desenvolvidas no Brasil?

Assim, o objetivo deste trabalho centra-se em uma investigação que busca caracterizar culturas de participação presentes em práticas educativas CTS brasileiras, sinalizando limitações e potencialidades para a construção de processos democráticos necessários à superação dos problemas socioambientais e estruturais que estamos enfrentando.

Este trabalho faz parte de um estudo mais amplo que vem sendo desenvolvido por um grupo de pesquisadores preocupados em contribuir para a democratização da ciência-tecnologia, por meio da constituição de processos participativos potencializados pela educação científica. Dentre os estudos do grupo, inserem-se os realizados por Santos e Mortimer (2001), Auler (2011), Strieder (2012), Strieder e Kawamura (2014), Rosa (2014, 2019), Santos (2016), Rosa e Araújo (2017) dentre outros. De modo geral, os estudos evidenciam que há ainda, lacunas quanto à compreensão, constituição e efetivação da participação nos contextos socioeducacionais. Assim, este trabalho, a medida que busca caracterizar culturas de participação presentes em práticas educativas CTS brasileiras, pretende contribuir para esse universo de pesquisas e, também, para a inserção dessas questões na educação científica.

Contextualização teórica

Segundo González-García, López-Cerezo e Luján (1996), os questionamentos em torno do modelo de gestão tecnocrática da ciência-tecnologia e a defesa pela sua democratização, intensificados na década de sessenta e setenta do século passado, podem ser agrupados em um movimento único, denominado “movimento CTS”. Esse movimento abarca estudos e ações que ocorreram em diferentes locais e com distintas características. González-García, López-Cerezo e Luján (1996), destacam as tradições norte-americana e europeia como as duas principais vertentes que deram origem a esse movimento. A primeira, com preocupações centradas, principalmente, nas consequências socioambientais dos produtos tecnológicos, emergiu de movimentos de protestos sociais. A tradição europeia, por sua vez, tem na sua gênese uma dimensão de natureza mais acadêmica e esteve associada aos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia. Apesar das características próprias, as duas tradições objetivavam analisar criticamente as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, problematizando visões mitificadas da ciência e da tecnologia, e defendendo a participação pública nas tomadas de decisões envolvendo ciência-tecnologia.

Além delas, há a vertente latino-americana, denominada Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Emergente também na década de sessenta, teve como pressuposto orientador a crítica à transferência tecnológica, de exploração de vantagens, e a busca por independência científico-tecnológica e por uma agenda de pesquisa e redimensionamentos da política dessa área, fazendo da ciência-tecnologia “um objeto de estudo público, um tópico ligado a estratégias de desenvolvimento social e econômico” (von Linsingen, 2007, p. 7). Portanto, essa tradição, se desenvolveu a partir de discussões sobre a política científico-tecnológica do contexto latino-americano e a construção de um novo modelo de sociedade, com horizonte para demandas efetivamente sociais.

Também, segundo González-García, López-Cerezo e Luján (1996), o movimento CTS repercutiu em diferentes contextos que podem ser organizados em três grandes campos: acadêmico, educacional e de políticas públicas. Nesse artigo em particular, daremos ênfase às repercussões desse movimento no campo educacional, que estão associadas, dentre outros aspectos, ao desenvolvimento de propostas educativas organizadas em torno de temas sociais de ciência-tecnologia que necessitam de um olhar interdisciplinar, que tem como objetivo central a busca por uma maior participação da sociedade em processos decisórios sobre os temas e problemas reais e contemporâneos condicionados pelo desenvolvimento científico-tecnológico (Auler, 2011; González-García, López-Cerezo e Luján 1996; Praia, Gil-Perez e Vilches, 2007).

A repercussão do movimento CTS no âmbito educacional brasileiro inicia-se no final da década de oitenta, mas é no início da década de noventa que pesquisas sobre CTS passaram a ocupar espaços nas universidades e nos programas de pós-graduação (Santos, 2008). Além disso, é nessa década que ocorre, também, a promulgação de uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação e, a partir dela, a publicação de novos documentos oficiais com orientações para a educação brasileira. Esses documentos apresentam indicativos de proximidade com os propósitos CTS, em especial os centrados na: formação e exercício de cidadania; implicações, usos e contribuições da ciência-tecnologia; e desenvolvimento de competências para gerar posicionamento crítico e atuação sobre esses temas (Strieder *et al.*, 2016). Apesar disso, eles possibilitam uma diversidade de interpretações que pode, a depender de fatores como formação de professores, concepção educacional, espaços e proposições curriculares em sintonia e abertos à educação CTS, se distanciar de propósitos e intervenções mais críticas. Nesse sentido, chamamos a atenção para os silenciamentos em torno da suposta neutralidade da ciência-tecnologia e uma ênfase para tomadas de decisão que abarcam, principalmente, uma avaliação na pós-produção, ou seja, uma restrição de participação social para os impactos da ciência-tecnologia na sociedade, aspectos que ignoram/limitam discussões sobre os direcionamentos e interesses que implicam nos avanços científico-tecnológicos. Concepções que podem sinalizar aproximações com os modelos tecnocráticos de decisão (Santos, 2016; Strieder *et al.*, 2016).

75

Embora a educação CTS se fundamente por propósitos e objetivos centrais, conforme destacado, um conjunto de pesquisas na área tem caracterizado este campo, cada vez mais, como polissêmico, articulado a diferentes perspectivas, significados e uma série de diversidades (Aikenhead, 2003; Santos, 2011; Strieder, 2012). No que se refere ao contexto brasileiro, Strieder (2012, p. 49), em um levantamento de pesquisas CTS, chama atenção para o fato de que “não há um consenso no que diz respeito a instrumentos concretos para inserir discussões sobre CTS nos espaços escolares, ou seja, sobre como alcançar os objetivos propostos, quais elementos e estratégias precisam ser utilizados e/ou priorizados”. Em sua análise, alguns aspectos emergiram com maior evidência, como a interdisciplinaridade e a contextualização dos conceitos científicos. Porém, muitas vezes, eles estão inseridos no campo teórico e não efetivados nas intervenções curriculares.

Motivado por essas questões, Strieder (2012) realizou uma investigação com o intuito de compreender melhor esse campo polissêmico, visando definir estratégias

de ação para práticas escolares. Como resultado desse processo, a autora evidenciou que a educação CTS, no contexto brasileiro, tem assumido diferentes propósitos educacionais, associados ao desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais. Em síntese, busca aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos alunos, auxiliando o entendimento dos conceitos e processos da ciência e da tecnologia e permitindo a aquisição de informações sobre temáticas vinculadas à ciência-tecnologia. Também, visa a compreensão dos antecedentes e das implicações sociais da ciência e da tecnologia, contribuindo para compreensões sobre a utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos. Porém, mais do que isso e numa perspectiva crítica, visa contribuir para o desenvolvimento de competências necessárias para lidar com problemas relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico a partir de uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

Associado a esses propósitos, a autora destaca que há uma preocupação com a participação da sociedade nas decisões envolvendo ciência-tecnologia, sob diferentes perspectivas. Essa preocupação busca contribuir para que os estudantes reconheçam a presença da ciência e da tecnologia na sociedade (no caso do desenvolvimento de percepções) e participem na definição dos rumos da CT via decisões individuais, coletivas, mecanismos de pressão (no caso do desenvolvimento de questionamentos) ou no âmbito das esferas políticas (no caso do desenvolvimento de compromissos sociais).

76

Não somente Strieder (2012) discute a questão da participação social no âmbito da educação CTS brasileira. Outros estudos, a exemplo de Santos e Mortimer (2001), Auler (2002, 2011), Rosa (2014, 2019), Auler e Delizoicov (2015) e Santos (2016), buscam compreensões sobre essa questão, contribuindo para ampliar e sinalizar encaminhamentos para a área.

Santos e Mortimer (2001), por exemplo, entendem que uma sociedade democrática implica a construção de debates públicos e soluções que visam o interesse coletivo. O cidadão, nessa perspectiva, precisa desenvolver a capacidade para julgar, crítica e politicamente, tomando decisões conscientes capazes de provocar mudanças sociais, com vista a uma melhor qualidade de vida para todos. No entanto, investigações realizadas no âmbito educacional CTS por Auler (2011), Rosa (2014) e Santos (2016) evidenciam que a participação tem sido enfatizada, principalmente, para a pós-produção, limitada a uma avaliação (positiva/negativa) dos impactos da ciência-tecnologia gerados na sociedade. A participação “pós” tem como função tirar apenas o melhor proveito do produto científico-tecnológico, sendo essa a única opção possível. Essa participação ignora/silencia a presença de questões valorativas na concepção e produção do desenvolvimento científico-tecnológico (Rosa e Auler, 2016), e pode implicar em redirecionamentos que estejam voltados, de fato, para o bem-estar coletivo e de justiça social, conforme anunciado por Santos e Mortimer (2001). A partir de aprofundamentos das aproximações dos referenciais Freire-CTS e PACTS, Auler (2011) e Auler e Delizoicov (2015) destacam que a forma de democracia necessária para o contexto latino-americano, com demandas socioestruturais próprias, é a que se fundamenta nos propósitos da democracia participativa, promovendo a partir da

educação em ciências, mecanismos ampliados de participação, logo, mecanismos para além da pós-produção.

Em outro estudo referente à investigação de práticas educativas CTS brasileiras, Rosa e Araújo (2017) identificaram que os discursos sobre participação estão alinhados, em geral, à perspectiva de “dar voz” aos estudantes, a uma mudança de interação professor-estudante em sala de aula. Assim, o estudante sai de uma condição passiva, de não fala, para espaços de fala. O professor, a partir de aproximações dos conteúdos com o contexto vivenciado pelos estudantes, condiciona-os a atitudes mais ativas, ou seja, “concede voz”, indicando possibilidades para superar a educação bancária (Freire, 2005). Ênfase que se aproxima do desenvolvimento de percepções, caracterizado por Strieder (2012), como um dos propósitos da educação CTS no Brasil. De outra maneira, esse estudo de Rosa e Araújo (2017), indica que um menor número de práticas possibilitou processos ampliados de participação, como um despertar para a problematização e modificação de situações vivenciadas, aproximando-se dos propósitos de questionamento e compromisso social.

Essas preocupações em torno da participação social em ciência-tecnologia, não estão restritas ao campo educacional. Como mencionado, vários estudiosos têm buscado compreender sentidos, potencialidades e desafios atribuídos à participação em ciência-tecnologia. Desse universo de trabalhos, destacamos os realizados por Delgado (2010), Callon (1998) e Samagaia (2016), que têm como ênfase pensar processos democráticos em temas de ciência-tecnologia em uma esfera social ampla, que envolvem um repensar, inclusive, da política científico-tecnológica.

77

Delgado (2010), por exemplo, apresenta elementos que têm sido considerados como importantes para a construção de processos democráticos, que são: diálogo, reflexividade e abertura. O diálogo, visto como ação fundamental para o exercício de participação pública, é realizado e construído de maneira direta e aparece como forma de relação entre diferentes sujeitos, como especialistas, cidadãos e políticos. A reflexividade está associada a uma consciência crítica, capaz de gerar significados e criatividade nos processos decisórios. Já a abertura, associa-se a inclusão de pontos de vistas plurais, portanto não está restrita a visões reducionistas e hegemônicas. Assim, a depender da forma como esses elementos são concebidos, construídos e efetivados na esfera social, diferentes enfoques democráticos são possibilitados.

Complementar a proposição descrita, Callon (1998) e Samagaia (2016) também evidenciam estudos sobre estratégias democráticas sobre temas que envolvem aspectos sociais da ciência-tecnologia. Seus estudos aproximam-se, inclusive, das discussões sobre níveis de participação apontadas por Cuevas e Ureña (2019). Assim, como destaque, apresentamos três modelos teóricos que descrevem possibilidades de debates científicos e a participação de diferentes atores sociais (Callon, 1998; Samagaia, 2016), quais sejam: i) instrução pública; ii) debate público; e iii) coprodução de saberes.

O modelo da instrução pública é marcado por uma lógica de hierarquizações. De um lado os experts, únicos que são capazes de contribuir e decidir sobre os

processos e produção da ciência, e do outro os demais sujeitos, receptores e usuários dos resultados e produtos obtidos. Os cientistas não aprendem ou dialogam com os outros sujeitos, pois o conhecimento é produzido com normas, valores e regras próprias, e só eles são capazes de reproduzir, de maneira eficiente e neutra, essas regras. Características que apresentam aspectos próximos ao modelo clássico da ciência (Cuevas e Ureña, 2019), de comunicação unilateral e cidadãos como público passivo, leigo e consumidor.

Já o modelo de debate público, do diálogo, busca uma maior interação entre atores e saberes. O conhecimento científico é considerado essencial para a sociedade, mas insuficiente na identificação e solução dos problemas reais vivenciados. A comunicação/diálogo tem como alicerce a compreensão gradativa do conhecimento do outro na sua leitura de mundo, bem como na busca por alternativas para as demandas sociais vivenciadas, seja no âmbito individual ou de um coletivo. Os cientistas são os únicos capazes de produzir o conhecimento, porém se diferencia do modelo anterior pelo fato de que a contribuição do pesquisador é limitada pelo seu campo de atuação, pois quando temas de outras naturezas são inseridos o envolvimento de outras variáveis que ultrapassam a dimensão científica, são importantes. Logo, dar voz a outros sujeitos sociais é fundamental e pressuposto orientador desse modelo. Essas perspectivas se aproximam do modelo de ciência como instituição social (Cuevas e Ureña, 2019). A comunicação é interativa, ou seja, busca-se estabelecer diálogo entre ciência e sociedade, pois os cidadãos já são vistos como público crítico e que possuem outras formas de conhecimento.

78

Por fim, temos o último modelo, denominado de coprodução de saberes. Como nos anteriores, o conhecimento científico é considerado essencial no processo, no entanto almeja-se a produção conjunta por grupos heterogêneos, não restrito a especialistas, permitindo uma participação coletiva e ampliada. Dentre as principais diferenças com relação aos demais modelos, está o papel dado aos cidadãos. Enquanto que na instrução pública os sujeitos são beneficiários e recebedores dos produtos da ciência-tecnologia, no modelo do diálogo, é dado voz a eles, opinando quando necessário, pois possuem conhecimentos e habilidades que enriquecem e complementam a visão dos cientistas, e esses podem ou não ser convertidos em ação. Já na coprodução de saberes, os diversos atores sociais têm conhecimentos das circunstâncias vividas, porém possuem demandas para a construção organizada e sistematizada desses conhecimentos, por isso o diálogo e construção com os especialistas é essencial, ou seja, todos sujeitos passam a “ter voz”. E é nesse sentido que se encontra o processo de democratização ampliada, pois é a complementaridade e compartilhamento entre saberes e sujeitos que gera o processo de coprodução e intervenção sobre as demandas existentes. No entanto, de acordo com Samagaia (2016), este modelo ainda é recente na literatura, relativamente incipiente e menos convergente nas análises dos autores que o estudam. Certamente, isso está associado aos desafios e características presentes nesse modelo que, em geral, não são comuns nos espaços que possibilitam processos participativos, como a construção compartilhada e coletiva de conhecimentos, da diversidade de atores sociais envolvidos no processo e da inserção de suas demandas, além de poucas experiências participativas fundamentadas por esses pressupostos. Esta estratégia democrática apresenta

aspectos próximos do modelo de ciência cidadã descrito por Cuevas e Ureña (2019). Nele, o conhecimento é coproduzido socialmente, portanto a comunicação é multidirecional, ou seja, há uma negociação da agenda científico-tecnológica, pois os cidadãos são considerados atores potenciais do sistema científico.

Porém, como pensar a constituição desses processos, em especial os que indicam perspectivas críticas de participação na esfera social, educacional e científico-tecnológica, em uma sociedade que viveu imersa por muito tempo em uma cultura do silêncio (Freire, 2005), fundamentada por decisões tecnocráticas (Auler, 2002; González-García, López-Cerezo e Luján, 1996) e orientada, principalmente, pela estratégia da instrução pública (Callon, 1998; Samagaia, 2016) e pelo modelo clássico da ciência (Cuevas e Ureña, 2019), como a sociedade latino-americana?

As ideias de Paulo Freire, educador brasileiro que lutou por uma sociedade justa e igualitária, indicam alguns encaminhamentos para essa pergunta. Freire (2005, 2016, 2018), a partir de suas denúncias sobre a estrutura social e econômica vivida neste contexto, marcado por silenciamentos de vozes, de injustiças, desigualdades e opressão, anuncia a importância da constituição de sujeitos capazes de lerem criticamente suas realidades, desvelando-as, para atuarem e transformarem-nas. Para essa busca, é necessário o enfrentamento da cultura do silêncio para a inserção de uma nova cultura, a participativa, que para Freire (2016), se dá a partir da constituição de uma ação cultural. Ou seja, por meio de um ato de conhecimento e transformação da realidade, pois a ação cultural é um ato de resistência à invasão cultural, de uma imposição das formas de ver e ser no mundo e que implicam e fortalecem a cultura do silêncio.

79

Logo, a construção da sociedade participativa que almejamos para a educação CTS, diante dos diversos desafios presentes, constitui-se de um processo de ação cultural pautado pela libertação e transformação, que tem como forma de ação a conscientização, uma consciência crítica, de ação-reflexão e intervenção no mundo (Freire, 1981, 2016). Dessa forma, balizados pelas aproximações dos referenciais CTS, do PLACTS e dos pressupostos teórico-filosóficos de Paulo Freire, e orientados pelas fundamentações dos autores anteriormente mencionados, defendemos a constituição de uma cultura de participação fundamentada pela análise sobre diferentes dimensões que envolvem ciência-tecnologia, pela busca de uma leitura crítica sobre os problemas/temas sociais vividos, pela ampliação dos atores sociais, atuação em busca de transformação desses problemas e reinvenção de modelos de sociedade, de ciência-tecnologia e educação.

A articulação desses referenciais sinaliza a constituição de uma participação ampliada e orientada por propósitos transformadores. No entanto, outras perspectivas existem, conforme apresentado anteriormente. Dessa forma, nosso interesse está em investigar como essas perspectivas de participação, denominadas por nós como culturas de participação, são situadas no contexto de práticas educativas CTS. Buscamos, nesse sentido, além de caracterizá-las, sinalizar limitações e potencialidades que implicam o alcance de propósitos socioeducacionais transformadores, em especial os orientados pelos referenciais assumidos.

Metodologia

O trabalho constitui-se de uma pesquisa qualitativa e de cunho bibliográfico. Para alcançar o objetivo da pesquisa foram analisadas práticas educativas brasileiras publicadas no Seminário Ibero-Americano em CTS (SIACTS), no período de 2010 e 2016. Desse processo, foram selecionados quarenta e nove trabalhos (*corpus* de análise), sendo que vinte foram do ano de 2010, dez de 2012, quatro de 2014 e quinze de 2016. Em relação à caracterização do *corpus*, destacam-se: publicações oriundas de diferentes regiões geográficas do país; diferentes instituições; diferentes níveis de ensino (Educação Infantil, Fundamental, Médio, Profissionalizante e Educação de Jovens e Adultos); implementadas em escolas públicas e privadas e de diferentes áreas da ciência da natureza.

Referente ao caminho teórico-metodológico, os artigos passaram pelas etapas da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes e Galiazzi, 2016), orientadas, principalmente, pelas articulações dos referenciais de Freire, CTS e PLACTS. A ATD constitui-se de um processo auto-organizado de três etapas: unitarização, categorização e comunicação. A primeira consiste no processo de desmontagem de textos, no sentido de “examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (2016, p. 33). O processo de categorização busca unir os elementos semelhantes constituindo as categorias de análise, propiciando “descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (2016, p. 45). E, por último, a comunicação, ou seja, compreensão renovada do todo, crítica e validação da análise proposta.

80

Para realizar o processo de análise, nos apoiamos em um exercício teórico-prático balizado por elementos que emergiram na pesquisa como sinalizadores para a constituição de culturas de participação, que são: valor, conhecimento e engajamento social. Valor, porque está associado aos aspectos que influenciam e estão internalizados nas nossas ações, nos nossos interesses e da sociedade, implicando na forma como pensamos, se posicionamos e agimos. O conhecimento e as racionalidades imbricadas na sua concepção e construção porque são considerados aspectos essenciais para gerar posicionamento crítico, direcionamento e mecanismos para resolver/enfrentar problemas/temas. E o engajamento social, devido à sua articulação com ações, atitudes e interações entre os sujeitos e deles com os temas/problemas investigados/trabalhados. Articulados entre si, os elementos, e as diferentes formas de conceber, entender e os considerar, constituem-se estratégias que implicam/influenciam a nossa forma de ver e intervir no mundo, sinalizando, portanto, para a constituição de diferentes culturas de participação (Rosa, 2019). Nesse trabalho, daremos ênfase, principalmente, para a caracterização das culturas de participação identificadas na análise, apontando para os desafios existentes diante da busca por processos democráticos no âmbito das práticas educativas CTS.

Os resultados apresentados a seguir, que fazem parte de um trabalho mais amplo, visam evidenciar situações que ocorreram nas práticas educativas e que, no nosso entender, merecem ser problematizadas. O objetivo não está em qualificar ou não os trabalhos, pois para nós as propostas já apresentam a busca por mudanças

no cenário educacional brasileiro. Assim, nosso intuito está em sinalizar caminhos que identifiquem potencialidades e limitações frente a construção de processos participativos. Entendemos que problematizar práticas educativas contribui para esse exercício, e, portanto, para o alcance de propósitos da educação CTS.

Resultados

Como resultado da análise, emergiram cinco culturas de participação: i) motivacional; ii) para avaliação de impactos; iii) situacional; iv) para amenização de riscos socioambientais; e v) para uma práxis social transformadora. É válido lembrarmos que a constituição dessas categorias resulta de um processo investigativo aprofundado e orientado por referenciais assumidos e adotados pelas autoras, como descrito anteriormente.

A cultura de participação motivacional manifesta-se, especialmente, de indicativos evidenciados em sete práticas que tinham como propósito articular ciência e tecnologia a questões sociais, ou seja, que centram-se em aproximar os estudantes de exemplos contextuais. No entanto, por não ter indícios de problematizações sobre percepções mitificadas da ciência-tecnologia, essas articulações estão fundamentadas, principalmente, por compreensões (ou silenciamentos delas) que se aproximam da suposta neutralidade científico-tecnológica, como a concepção do modelo tradicional de progresso (González-García, López-Cerezo e Luján, 1996). Dentre as preocupações está a compreensão dos conteúdos disciplinares e suas relações contextuais, buscando um despertar motivacional. Logo, nesta cultura, não há problematizações e conscientização referentes aos temas estudados, mas a promoção de um ensino que seja mais significativo para os estudantes, no sentido de gerar um maior gosto científico e saída de atitudes passivas, de não fala.

81

Dos núcleos de sentidos analisados destacamos, nesta categoria, uma prática educativa (PE) que discutiu o trem e o seu funcionamento por meio de levitação eletrodinâmica, apresentando como planejamento o desenvolvimento dos conteúdos específicos da Física e suas relações com aspectos ambientais. Como síntese dessa análise, apresentamos alguns trechos da prática, dos autores e de falas de estudantes que contribuem para pensarmos/problematizarmos esta cultura de participação, seus potenciais e limitações. Nesse sentido, destacamos a fala de um estudante: “Assim é mais fácil de entender, dá pra ver a física funcionando” (PE 01, p. 3, grifo dos autores). Além dessa, evidenciamos: “Os estudantes conseguiram identificar os fenômenos envolvidos e muitas vezes perceber suas variáveis. Alguns foram além, levantando argumentos quanto às formas de energia e suas transformações” (PE 01, p. 5). E ainda, para os autores a prática possibilitou “ver a física ‘falada’ acontecendo” (PE 01, p. 4, grifo do autor).

Observa-se pelas descrições acima, e outras presentes no trabalho, que a prática possibilitou gerar, principalmente, um estudo mais significativo de um fenômeno abordado em uma área disciplinar e sua relação com o cotidiano, aspecto potencializador frente a um ensino descontextual. No entanto, o que problematizamos é que, apesar da importância de estudos que promovam um ensino contextual, práticas

que permeiam esse objetivo não potencializam, necessariamente, proposições questionadoras e transformadoras, de construção e enfrentamento de problemas reais, mas centralizam-se em aproximar o conhecimento científico com situações contextuais, provocando uma maior motivação frente ao tema estudado, sendo essa a finalidade, muitas vezes, última.

Entendemos que a motivação é essencial para a construção de processos democráticos. Porém, quando entendida como um fim em si mesmo, ela não viabiliza e mobiliza, em geral, esse último propósito. Ou seja, o sujeito está imerso na realidade, tem curiosidade sobre ela, mas não desenvolve a capacidade de enxergá-la criticamente, como um problema de contradição social, de questioná-la e mudá-la. Portanto, limita a constituição de mecanismos ampliados de participação. Isso porque, as ações e experiências desenvolvidas não provocam, a partir das interações com temas sociais de ciência-tecnologia, desvelamento e crítica da realidade e de compreensões sobre ciência-tecnologia, mas um despertar motivacional, um maior gosto científico e atitudes que promovam “dar voz” aos estudantes, esses oriundos de uma aproximação das relações, geralmente, lineares, entre ciência, tecnologia e sociedade. Entendemos que as caracterizações descritas nesta cultura são importantes, em especial, para enfrentamento de práticas associadas, por exemplo, a educação bancária (Freire, 2005) e de um ensino descontextual. Porém, caso busquemos uma formação cidadã crítica, preocupadas com mudanças socioestruturais e ações democráticas ampliadas, é importante realizarmos outras discussões.

82

A cultura para avaliação de impactos¹ comparece em nove práticas educativas e busca promover a constituição de sujeitos preocupados em analisar, de modo positivo/negativo, os produtos da ciência-tecnologia sem problematizações profundas sobre questões neles internalizadas. As ações, que dão ênfase para os impactos pós-produção, buscam constituir sujeitos capazes de compreender e analisar cientificamente essas relações, evidenciando mais silenciamentos sobre a suposta neutralidade e valores outros imbricados na ciência-tecnologia do que problematizações sobre eles, e que possam agir de maneira responsável em busca de um bom uso dos produtos.

Para discutir esta cultura destacamos uma prática educativa que apresenta em seu módulo didático as seguintes problematizações: “Quais consequências o Aquecimento Global traz à nossa sociedade? Você lembra de alguma tragédia ocorrida atribuída ao Aquecimento Global? O que mudou com este acontecimento na cidade/região? Quais foram as consequências sociais e econômicas ocorridas na sociedade?” (PE 02, p. 5). E ainda:

“Vimos que a Ciência e a Tecnologia influenciam no Aquecimento Global e, como consequência disto, no aumento na intensidade dos

1. Esta cultura foi majoritária em análises realizadas, com *corpus* diferentes, em um trabalho anterior desenvolvido por Rosa (2014) e de investigação feita por Santos (2016). Aspectos que se diferenciam desta análise, pois a cultura de participação mais presente nas práticas referentes ao *corpus* deste trabalho foi a denominada situacional.

furacões. O que deve causar menor número de furacões, mas o aumento dos estragos, ocasionando destruições consideráveis em moradias, plantações, comprometendo a agricultura e ocasionando assim problemas no comércio, na economia e na sociedade. Mas você saberia dizer por que o Aquecimento Global diminuiria o número de furacões, mas aumentaria a intensidade dos furacões?” (PE 02, p. 5).

Nas afirmações acima percebe-se que há uma ênfase para questões que abordam impactos e consequências ocasionados pelo desenvolvimento científico-tecnológico, sustentando, inclusive, compreensões próximas à lógica determinista e autônoma da ciência-tecnologia (Auler, 2002), pois não há problematizações referentes às influências valorativas que direcionam os avanços científico-tecnológicos e suas implicações socioambientais. Ou seja, é apenas a ciência-tecnologia que influencia esses contextos. Assim, nesta cultura, a preocupação está, principalmente, com os impactos oriundos dos usos dos produtos e direcionamentos da ciência-tecnologia, buscando promover, dessa maneira, compreensão científica dessas relações e responsabilização sobre os usos a partir de análises sobre benefícios e malefícios, aspectos positivos e negativos dos produtos da ciência-tecnologia. Assim, esta cultura se aproxima, também, da percepção instrumental (Dagnino, 2008), do bom uso, do uso da ética, porém deixa intactas problematizações sobre a concepção e condução dos direcionamentos científico-tecnológicos e de dimensões para além deles. Logo, limita processos democráticos ampliados e pode contribuir para a manutenção de problemas socioambientais, pois uma análise dual (positivo/negativo e bom/mau uso) não implica, necessariamente, em redirecionamentos e alternativas para esses problemas.

83

Portanto, esta cultura associa-se à constituição de responsabilização para o cidadão como, por exemplo, fazer uma boa apropriação e uso dos produtos oriundos, muitas vezes, de receituários gerais de ações individuais/coletivas, do “faça a sua parte” (não jogar lixo no chão, reciclagem, plantar árvores). Nesse sentido, destacamos a seguinte afirmação existente na prática educativa analisada: “os alunos se tornaram mais comprometidos com as tarefas diante da sociedade em que estão inseridos, partindo de ideias como, por exemplo, da prevenção da natureza que os rodeia, na escola, na sua casa, evitando a poluição e não jogando lixo” (PE 02, p. 8). Assim, nesta cultura, a sociedade, embora já atue em ações, principalmente, de análises avaliativas, de pós-produção, é desconsiderada de qualquer atuação e criticização mais amplas, como nos direcionamentos de decisões sobre concepção, condução e formas de uso e construção de conhecimento, isso porque, essas decisões estão restritas aos especialistas, à área científico-tecnológica, muitas vezes, sustentando compreensões mitificadas, portanto, possibilitando um reforço a processos tecnocráticos.

Já a cultura de participação situacional surge do exercício teórico-prático de quinze práticas educativas. Dentre as características que indicam a constituição desta cultura está a verbalização não neutra das imbricações entre ciência-tecnologia-sociedade e o reconhecimento de compreensões não mitificadas, aspectos que evidenciam avanços com relação às categorias anteriores. Busca-se nas ações educacionais, o desenvolvimento de competências e habilidades referentes aos temas de ciência-

tecnologia para sua utilização em situações/realidades vivenciadas, ou seja, a compreensão e aplicabilidade sobre os problemas trabalhados. Em geral, nesta cultura, os temas são auto referenciados por pesquisadores/educadores, logo não são oriundos de investigação e vistos como contradições sociais.² Dessa forma, apesar do reconhecimento não neutro da ciência-tecnologia e do conhecimento como construção social, verifica-se que dimensões para além das científicas (valores, intenções, interesses, aspectos socioestruturais) não são consideradas, necessariamente, como elementos problematizadores frente à compreensão/enfrentamento dos problemas sociais de ciência-tecnologia. Assim, são as dimensões científicas que são utilizadas, principalmente, para identificar, explicar e atuar frente às situações vividas. Portanto, a racionalidade científica ainda é vista como condição necessária e suficiente para explicar/resolver/atuar sobre circunstâncias vividas, possibilitando recaídas para o status tecnocrático.

É válido destacar que não estamos questionando a importância e nem desconsiderando a área científico-tecnológica e o papel dos especialistas, mas problematizando o fato de que quando se aborda temas sociais em que ciência-tecnologia está presente, além da dimensão técnica há questões de diversas naturezas, como política, econômica, social e ética que precisam ser consideradas (Rosa e Auler, 2016). Essas dimensões, além de possibilitar problematizações sobre compreensões mitificadas referentes à ciência-tecnologia e a construção de conhecimentos para o enfrentamento de temas trabalhados, não restritos à racionalidade hegemônica, possibilitam a entrada de outros atores sociais, seus saberes e demandas, atuando e coproduzindo coletivamente aspectos basilares para a construção de processos democráticos ampliados, conforme anunciado por Samagaia (2016) e Cuevas e Ureña (2019).

84

Assim, dos núcleos de sentido analisados, destacamos a prática educativa que discutiu o tema “Ondas: uma questão de saúde”. De acordo com evidências do *corpus* de análise, foram abordadas discussões atreladas ao tema, a exemplo de leis e conceitos físicos, aspectos históricos, importância social, funcionamento de aparatos tecnológicos, situações vivenciadas e curiosidades. Oriundo das atividades desenvolvidas, inclusive com ações de investigação referente ao tema pela sociedade (aspecto potencializador da prática), os autores relatam atitudes importantes dos estudantes como, por exemplo, possibilidade de retorno e aplicabilidade social: “posso passar para outras pessoas as informações que aprendi” (PE 03, p. 6), e ainda, o contexto formativo implicou no fato dos estudantes poderem “ajudar a sociedade de um jeito diferente como, por exemplo, repassando todos os nossos conhecimentos às pessoas” (PE 03, p. 6). Além dessas, destacamos ainda: “aprendi muito sobre radiação ultravioleta e sobre o perigo que causa a saúde humana, pelo qual é formado o câncer de pele. Também aprendi como me proteger dos raios ultravioletas, os horários que podemos ficar expostos ao sol” (PE 03, p. 5) e “Esses trabalhos irão ajudar não só a mim, quanto a todos os colegas, mais adiante, pois serão muito úteis para a nossa formação e para o nosso dia-a-dia” (PE 03, p. 6).

2. Para Paulo Freire (2005), a contradição social relaciona-se com situações-limite, ou seja, são obstáculos/desafios que dificultam os sujeitos reconhecerem e superarem os problemas/situações locais vivenciados.

Dessa maneira, as ações e as descrições revelam aspectos centrais para a constituição desta cultura de participação. Pois, se de um lado há o reconhecimento explícito da importância e da investigação do tema trabalhado, da sua apropriação, da verbalização de diferentes dimensões envolvidas nela e do reconhecimento de um problema social; de outro há manifestações e engajamento voltados para aspectos situacionais, como o fato de como o conhecimento científico adquirido poderia contribuir e ser aplicado no contexto vivido, e ainda para informar e alertar as pessoas para que elas também possam aplicá-lo em situações vivenciadas. Observa-se pelas afirmações, a verbalização de diferentes dimensões envolvidas no tema trabalhado, como a questão da saúde e de prevenção. No entanto, as manifestações estão voltadas, principalmente, para aspectos do reconhecimento da importância da temática estudada e como o conhecimento adquirido poderia ser útil e ser aplicado em situações experienciadas.

Problematizamos o fato de que as discussões proporcionadas, embora sejam de extrema importância, permaneceram no âmbito da compreensão de um problema social de ciência-tecnologia, que envolveu aspectos para além dos científicos, porém sem problematizações profundas. A constituição cultural está voltada, especialmente, para o reconhecimento da ciência-tecnologia na sociedade, de verbalizar imbricações valorativas articuladas a ela e da importância de ter/adquirir conhecimentos e como usá-lo e aplicá-lo. Ou seja, apesar dos avanços significativos desta cultura, em especial para a constituição de sujeitos aptos a atuarem em situações vividas, ela apresenta limitações frente a contextos de contradições sociais e mecanismos ampliados de participação, pois preocupa-se, principalmente, com o desenvolvimento de competências para argumentar e atuar em circunstâncias gerais vividas; essas alicerçadas, principalmente, pela dimensão científica. Não implica, dessa maneira, em questionamentos profundos sobre diferentes mitificações, ampliação de atores sociais na construção de conhecimento e de potencialização para transformações sociais. Entendemos que para a constituição de mecanismos democráticos ampliados, em um repensar dos problemas reais vividos, faz-se necessário ir além do reconhecimento e busca de aplicabilidade e extensão do conhecimento, embora esses, também, sejam importantes. Logo, problematizar e inserir questões valorativas, presentes nos contextos de contradições sociais e que influenciam e estão interligadas nos direcionamentos científico-tecnológicos, além de outros aspectos já mencionados, são essenciais para a constituição desse propósito.

A cultura para amenização de riscos socioambientais, presente em onze trabalhos, está alicerçada por questionamentos sobre os produtos da ciência-tecnologia na perspectiva de diminuir ou (re)direcionar os seus avanços evitando riscos socioambientais. Nesta cultura, problematizar dimensões além das científicas nos temas sociais de ciência-tecnologia é de extrema importância, pois são os diferentes valores, sujeitos e saberes que possibilitarão constituir ações sociopolíticas frente à redução/redirecionamento de riscos. Logo, os temas sociais de ciência-tecnologia precisam evidenciar/problematizar as contradições sociais vividas, em especial aquelas que se articulam aos problemas socioambientais, tendo em vista que inquietações e desvelamentos sobre eles precisam ser constituídos. Portanto, esta cultura preocupa-se em provocar ações que promovam pertencimento sobre as questões trabalhadas

potencializando, dessa maneira, atuações de corresponsabilização sobre elas, visando enfrentamento/amenização de problemas socioambientais.

Das práticas educativas que fizeram emergir esta categoria, destacamos a proposta que esteve alicerçada pela temática lixo eletrônico com enfoque para o Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Dentre as justificativas da proposta encontra-se a preocupação com o crescente consumo de aparelhos celulares, o descarte e as implicações ambientais. A prática propôs discussões sobre o PNRS, planos do governo sobre o destino do lixo urbano e relação entre a prática consumista (apelo comercial) e o aumento do lixo eletrônico (aspectos valorativos), trabalhando com: aprendizagem de conceitos de química envolvidos na temática; construção argumentativa sobre a situação-problema, sobretudo nos custos e benefícios da reciclagem de baterias e pilhas; enfrentamento para a situação-problema, como investigação sobre “pontos de coleta de resíduos eletrônicos, existentes nos arredores de suas residências e a fazer o descarte correto desses resíduos, uma vez que muitos tinham esses materiais guardados em casa” (PE 04, p. 3). Além disso, foi identificado na análise a constituição de ações sociopolíticas críticas na pós-produção, ou seja: “uma reflexão do grupo de que suas atitudes e comportamentos podem contribuir tanto para agravar quanto para amenizar o problema” (PE 04, p. 5); e ainda, os debates ocorridos “permitiram a reflexão sobre atitudes perante o consumismo, a influência da mídia na decisão dos consumidores e necessidade de se repensar a forma como lidamos com os resíduos gerados pela nossa sociedade” (PE 04, p. 5).

86

É válido problematizarmos que, muito embora a ênfase na prática descrita, em grande parte, esteve voltada para ações na pós-produção (como nas culturas anteriores), preocupadas com o descarte correto, os estudantes foram colocados em situações de questionamentos sobre, por exemplo: as influências valorativas presentes na ciência-tecnologia, como o consumo, a mídia, as políticas públicas; a construção de conhecimento para enfrentamento de problemas, como na situação em que envolvia a substituição dos lixões por aterros sanitários, as quais envolveram conhecimentos químicos, de reciclagem e ciclo de vida de produtos; além do engajamento na pós-produção para atuar sobre esse problema, mas com potencialidades de uma perspectiva crítico-reflexiva e de mudanças sociais sobre o problema socioambiental.

Portanto, destacamos que as práticas educativas desta categoria estiveram voltadas, principalmente, para o desvelamento e circunstâncias reais vividas e isso possibilitou, conforme descrito na prática, a constituição de uma motivação crítica, ou seja, aquela que move os sujeitos para análises, interesse, satisfação, problematização e atuação sobre os problemas identificados, aspectos fundamentais para a construção de processos democráticos ampliados. Dessa forma, a constituição desta cultura envolve ações que buscam desenvolver situações questionadoras, e não associadas apenas a um determinado conteúdo curricular, à análise avaliativa ou a situações gerais de aplicabilidade.

Além do exposto, a diferença desta cultura para as anteriores, em especial a cultura de participação para avaliação de impactos, está no fato de que nesta as atuações promovidas e construídas estão amparadas sobre concepções não mitificadas da ciência-tecnologia, associadas a “avaliar e fazer um bom uso”. Ou seja,

estão alicerçadas sobre bases realizadas devido aos questionamentos propostos e que provocam inquietações e intervenções para modificar/amenizar/redirecionar problemas socioambientais, e isso a partir de problematizações que implicam em direcionamentos científico-tecnológicos. Logo, essas atuações são vistas como sociopolíticas críticas na pós-produção. Apesar das limitações da participação pós-produção, conforme já evidenciado, entendemos que essa forma de engajamento também é importante para os problemas vividos, em especial, para amenizar os riscos socioambientais, além de ter potencial para provocar mecanismos de pressão social em busca de redirecionamentos. Problematicamos quando a pós-produção limita-se apenas a avaliação “bom e mau uso”, “uso da ética” (Dagnino, 2008). Ou seja, quando ignora-se/silencia-se os direcionamentos valorativos que implicam a construção e o desenvolvimento científico-tecnológico, pois isso contribui para endossar compreensões próximas da suposta neutralidade.

Por fim, a cultura de participação para uma práxis social transformadora, identificada em sete práticas educativas, tem como eixo central o desvelamento e a transformação de temas socioestruturais existentes. Para isso, as ações que internalizam valores e diferentes conhecimentos oriundos de contradições sociais, buscam potencializar processos de coprodução e coaprendizagens, além de promover novas formas de pensar, ler e agir no mundo. Portanto, nesta cultura busca-se uma práxis social frente aos temas socioestruturais que envolvem ciência-tecnologia.

Assim, além da problematização referente a não neutralidade nos produtos e direcionamentos da ciência-tecnologia, é essencial construir diálogos problematizadores sobre contradições sociais que internalizem, principalmente, demandas socioestruturais. Assim, nessa cultura, não bastam temáticas associadas aos problemas socioambientais, é preciso que elas incluam questões em geral silenciadas na sociedade e no âmbito educacional da área de ciências da natureza, como injustiças e desigualdades socioeconômicas, precariedade da saúde, das moradias e da mobilidade social, entre outras. Logo, problematizações das condições socioestruturais vividas, em especial do contexto latino-americano, são de extrema importância para a constituição desta cultura, tendo em vista que se busca transformá-las.

87

Dentre as práticas educativas que apresentam indicativos potencializadores para essa constituição, destacamos uma prática que também teve como ênfase de discussão o lixo eletrônico e contribuições para uma formação cidadã. Das preocupações evidenciadas, há aquelas associadas ao descarte inadequado dos resíduos e suas implicações socioambientais, como a contaminação dos lençóis freáticos e os problemas de saúde, dando ênfase para ações sociopolíticas voltadas para a amenização de riscos socioambientais, apresentando características próximas da cultura anterior. Porém, essa prática preocupou-se também em problematizar questões sobre: a influência midiática na construção de transformar quaisquer bens de consumo em necessidade; o modelo de desenvolvimento atual; a obsolescência planejada; as influências sociais nos direcionamentos da ciência-tecnologia; e as preferências por produtos de melhor qualidade. Portanto, compreendemos que essas questões apresentam indicativos que possibilitam discutir questões sociais, econômicas, políticas e éticas envolvidas nos direcionamentos científico-tecnológicos, além de propor questionamentos que implicaram um repensar sobre o modelo atual

de sociedade (tema socioestrutural), marcado, hegemonicamente, pelos valores capitalistas/individuais.

O processo de conscientização na perspectiva freireana (Freire, 2016, 2018), conforme já exposto, associa-se ao desvelamento da realidade e transformação dela em uma unidade dinâmica e dialética. Compreendemos que a elucidação e problematização da realidade proposta pela prática, esteve em repensar os padrões de consumo da sociedade, que estão relacionados com o modelo de desenvolvimento hegemônico. Diante disso, ficar reduzido a ações e atitudes de receituários individuais, de engajamento apenas na pós-produção, contribui para a lógica da insustentabilidade. Isso porque, na “concepção liberal, políticas públicas e problematização de dimensões estruturais estão fora de cogitação. O consumismo desenfreado, dinamizador do capitalismo contemporâneo, é ignorado” (Auler, 2011, p. 74), sendo que na equação da atual dinâmica de desenvolvimento: “+ competição + marketing/propaganda + inovação científico-tecnológica + produção = + consumo” não há lógica sustentável (Auler, 2011, p. 93). Dessa forma, concordamos com Auler (2018) quando aponta para a necessidade de problematizar a lógica geradora de insustentabilidade, buscando caminhos para uma agenda de pesquisa e para currículos educacionais preocupados com a sustentabilidade, entendida como “o modelo de produção voltado para efetivas necessidades do conjunto de sociedade. Uma educação que potencialize o diálogo entre processos produtivos e educativos” (p. 75).

88

Portanto, como caminho de ação/transformação, as autoras do *corpus* analisado, que contribuiu para emergir esta categoria, destacam a procura de “meios para amenizar o problema, seja pelo controle no consumo destes equipamentos, seja pelo seu correto descarte. Também pensarmos no desenvolvimento de ações mais amplas, voltadas à participação no âmbito das políticas públicas de ciências e tecnologia” (PE 05, p. 1622). Ainda, mesmo diante de diferentes desafios, como falta de aprofundamentos necessários sobre determinadas questões, muitas vezes, associadas aos espaços/ contextos educativos em que os educadores se encontram, as autoras ressaltam:

“[...] é preciso ampliar e aprofundar as discussões CTS, de forma que o aluno possa interpretar o mundo, questionar e participar de forma mais ativa e crítica das decisões associadas ao modelo de desenvolvimento atual. Enfim, entende-se que ainda há muito o que se realizar e, com a ajuda de propostas dessa natureza, a tendência de se instigar um amadurecimento visando à conscientização e reflexão dos alunos parece ser evidente” (PE 05, p. 1623).

A cultura de participação para uma práxis social transformadora busca propiciar caminhos e constituição de sujeitos preocupados com uma sociedade mais justa, solidária e compromissada. Características que, quando internalizadas e assumidas, implicam nos processos decisórios, ou seja, desde contextos que nos cercam individualmente até nas políticas públicas, como a política científico-tecnológica que defendemos como processo a ser construído e fortalecido pela democracia ampliada e, portanto, visto como caminho a ser alcançado. Assim, compreende-se que nos contextos educacionais, as ações buscam constituir pertencimento e autonomia dos sujeitos frente aos problemas socioestruturais, a constituição de ações sociopolíticas

enquanto práxis e a condição ontológica por um ser mais (Freire, 2005); aspectos que se fortalecem com o processo de investigação de contradições sociais experienciadas. Logo, ações dialógicas, problematizadoras e colaborativas, que promovam exercícios de vozes, são essenciais. Dessa maneira, a preocupação não está apenas em propiciar motivação, utilidade ou questionamentos em torno de riscos e formas de atuação sobre os produtos, mas buscar, a partir de temas de contradições socioestruturais existentes, como o modelo de desenvolvimento social atual, desvelar essa realidade e promover, diante de processos de coprodução e ações sociopolíticas, conforme discutido por Samagaia (2016), Cuevas e Ureña (2019) e, também, destacado por Freire (2005), o enfrentamento e transformações delas.

Conclusões

Considerando que a busca por processos participativos em temas sociais de ciência-tecnologia constitui-se um dos objetivos da educação CTS discutimos, neste trabalho, como ele está sendo compreendido e construído no campo educacional, em especial no contexto de práticas educativas brasileiras. Esse objetivo constitui-se um desafio, mas também um tema, em geral, negligenciado no âmbito de pesquisas e de intervenção nos contextos socioeducacionais da área (Santos, 2016; Strieder, 2012; Rosa, 2014, 2019). Portanto, as discussões propostas visam, de alguma maneira, aprofundamentos e sinalizações para a sua constituição.

Como contribuição, apresentamos inicialmente estudiosos da educação em ciências que discutem, sob aspectos diversos, entendimentos e desafios referentes à temática. Evidenciamos, também, que processos democráticos e participativos constituem-se temas complexos, com diferentes significados e perspectivas. Diante disso, defendemos a constituição de uma participação fundamentada pelas articulações Freire-CTS e Freire-PLACTS, isso porque vivenciamos, no contexto latino-americano, uma realidade marcada por desigualdades e injustiças em diferentes esferas. Na perspectiva freireana, a efetiva participação se dá pelo desvelamento da realidade em busca de uma leitura crítica de mundo associada à sua transformação. Essa leitura em temas sociais de ciência-tecnologia, conforme aproximações Freire-CTS, se torna possível após a problematização de mitos que fortalecem atitudes passivas e de manutenção social, como os associados à suposta neutralidade da ciência-tecnologia que reforçam a cultura do silêncio e processos tecnocráticos (Auler, 2002).

Assim, a atitude a ser assumida em uma cultura ampliada de participação deve ser para além de “falar e ser ouvido”, de alguém que “concede voz”. Pautado pelos referenciais mencionados, defende-se uma atitude orientada pela perspectiva dialógica, problematizadora e colaborativa, de exercícios de vozes em busca de uma práxis social, ou seja, que os sujeitos, seus saberes e suas demandas tenham voz. Isso porque, na articulação Freire-PLACTS, a participação está associada ao desvelamento de contradições socioestruturais e à busca pela transformação delas via processos decisórios que envolvem os rumos e a concepção da ciência-tecnologia. Logo, implica repensar políticas de ciência-tecnologia, currículos e práticas educativas internalizando valores e demandas reais (Auler e Delizoicov, 2015; Rosa, 2019; Roso, 2017). Trata-se, portanto, da necessidade de superar visões limitadas sobre

participação social em ciência-tecnologia, como a perspectiva tecnocrática, em que as decisões estão restritas aos especialistas e seus conhecimentos, supostamente neutros, ou que estão centradas apenas na avaliação de impactos dos produtos da ciência-tecnologia, dando a ele um bom destino (pós-produção). Ou ainda, do modelo de instrução pública (Callon, 1998; Samagaia, 2016) e do modelo clássico da ciência (Cuevas e Ureña, 2019), que privilegiam uma comunicação unilateral entre especialistas e cidadãos e uma racionalidade hegemônica.

Assim, diante de uma pesquisa que teve como intuito sistematizar processos participativos, evidenciamos, a partir da análise de práticas educativas CTS brasileiras, a presença de diferentes culturas de participação. Buscando caracterizar essas culturas e sinalizar limitações e potencialidades frente a mecanismos ampliados de participação, cinco culturas de participação emergiram: motivacional, para avaliação de impactos, situacional, para amenização de riscos socioambientais e para uma práxis social transformadora.

Como síntese dos resultados, ressaltamos que mais da metade das práticas educativas analisadas apresentam características, com mais ou menos intensidade, próximas dos processos tecnocráticos e pertencem às três primeiras culturas. Nesse sentido, chamamos a atenção para o fato de que este modelo decisório pode ser associado à crença de eliminar/neutralizar ou ainda não potencializar/encorajar a sociedade na tomada de decisão sobre temas científico-tecnológicos, inclusive os sociais. A decisão é restrita ao especialista/técnico considerado único ator capaz de solucionar os problemas de um modo, eficiente e ideologicamente, neutro. Dessa forma, buscamos propor discussões visando à problematização de aspectos que podem promover recaídas/endosso para esse modelo.

Por exemplo, na cultura motivacional a preocupação está em aproximar ciência e tecnologia de aspectos sociais com o intuito principal de provocar um ensino mais contextualizador, de gerar uma maior representação significativa para os estudantes. No entanto, caso compreensões que endossam visões mitificadas sobre ciência-tecnologia sejam silenciadas/ignoradas, como a suposta neutralidade, a constituição de uma leitura crítica sobre esses temas passa a ser dificultada/limitada, distanciando-se, dessa maneira, de propósitos mais críticos da educação CTS.

A cultura de participação para avaliação de impactos, identificada em trabalhos anteriores como a mais presente em práticas educativas, têm suas ações orientadas, principalmente, para a constituição de análise sobre os impactos gerados oriundos dos usos dados. Essa cultura também apresenta limitações, pois permanece com ações voltadas apenas para uma boa apropriação dos produtos, silenciando aspectos valorativos presentes na concepção e origem do desenvolvimento científico-tecnológico. Ou seja, perspectiva que endossa a ideia de uma ciência-tecnologia “acabada”, autônoma e determinista (Dagnino, 2008), limitando a participação social. Para a sociedade, cabe apenas dar um bom destino ao produto, não tendo potencial para modificar a dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico (Rosa e Auler, 2016).

A cultura situacional, presente em maior número das práticas analisadas, verbaliza e reconhece as interações não neutras da ciência-tecnologia. Dentre as preocupações

existentes, está a aplicação do conhecimento científico-tecnológico em situações vividas, mas que não são vistas, necessariamente, como contradições sociais. Embora, dimensões além das científicas sejam reconhecidas, elas não possuem papel problematizador e potencializador no processo de concepção e construção do conhecimento. Logo, esta cultura visa, em geral, uma maior aplicabilidade do conhecimento científico-tecnológico adquirido, de modo eficiente e eficaz, em situações, em geral, previsíveis e contextuais, constituindo um sujeito mais ativo e mais responsável diante das circunstâncias que o cercam. E ainda, quem define os fins, quais saberes, como usá-los e o que deve ser foco de discussão para a busca de atuação é, principalmente, os especialistas (cientistas, professores, gestores).

De outra maneira, referente ao período de 2016, os dados evidenciam que mais da metade das práticas educativas apresentam potenciais para processos democráticos, e estão associadas às duas últimas culturas. Logo, resultados de extrema relevância, pois sinalizam para a educação CTS o fato de que estão ocorrendo práticas e ações curriculares preocupadas com a constituição dos seus propósitos numa perspectiva ampliada.

Assim, referente à cultura para amenização de riscos socioambientais destacamos que apesar das suas atuações estarem preocupadas, em especial, com a pós-produção, a sua constituição é considerada uma perspectiva crítica. Isso porque as ações educativas desenvolvidas colocam os sujeitos em condições de questionamentos sobre os direcionamentos dos avanços científico-tecnológicos e suas relações com riscos socioambientais implicando, dessa maneira, nas diferentes formas de atuação. Em uma esfera mais ampla tem-se, por exemplo, o desenvolvimento de mecanismos de pressão que tem potencial de influenciar os direcionamentos da agenda científico-tecnológica. Já a cultura de participação para uma práxis social tem sua principal preocupação a busca por desvelamento e transformação da realidade, esses oriundos de contradições socioestruturais. Almeja-se nessa cultura, a constituição de processos de conscientização sobre ciência-tecnologia, sobre aspectos valorativos, educativos, conhecimento, sobre demandas e problemas sociais, sinalizando/indicando caminhos para um novo modelo social, como os balizados pelos pressupostos da tecnologia social, de interesses que são coletivos e, de fato, sociais (Roso, 2017).

É válido ressaltar ainda, conforme já anunciado por Strieder (2012), que muitas vezes o que acontece nas práticas educativas não reflete as concepções e compreensões dos pesquisadores/educadores sobre as relações e propósitos CTS, mas aquilo que foi possível desenvolver diante das circunstâncias reais do contexto escolar. Assim, nosso intuito esteve em analisar aspectos que foram realizados e dinamizados no contexto da prática, e não as percepções e compreensões dos autores, situando e problematizando elementos que contribuísem para caracterizar as diferentes culturas de participação, evidenciando limitações e potencialidades frente à sua construção.

Por fim, a nossa análise revela que as práticas educativas no cenário brasileiro apresentam diferentes perspectivas de participação social em ciência-tecnologia. Como sinalização positiva, ressaltamos que há, nos últimos anos, um crescente de práticas que apresentam características que indicam potenciais para processos democráticos ampliados na educação CTS, porém há ainda muitos desafios e

lacunas a serem enfrentados, demandas que este e outros trabalhos têm buscado analisar e situar. Portanto, como encaminhamento final, destacamos os potenciais de Freire e suas articulações com a educação CTS e PLACTS como pressupostos balizadores para pensar processos participativos ampliados em ações educacionais e proposições curriculares, tendo em vista que essa construção se constitui um desafio e um propósito para esses referenciais. Além disso, chamamos atenção também para referenciais não restritos à esfera educacional, como os citados neste trabalho, mas que possibilitam sinalizar caminhos frente à construção de processos democráticos em ciência-tecnologia, a partir de aprofundamentos e estratégias problematizadoras.

Referências bibliográficas

Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. Em R. Cross (Coord): A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham (59-75). Londres: Routledge Falmer.

Auler, D. (2002). Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências (Tese de doutorado em educação). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Auler, D. (2011). Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. Em W. L. P. Santos e D. Auler (Coord): CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas (73-98). Brasília: Universidade de Brasília.

Auler, D. (2018). Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar. Curitiba: Appris.

Auler, D. e Delizoicov, D. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. Revista Linhas Críticas, 21(45), 275-296.

Bilański, G. (2020). Clonación de mamíferos: regulación y participación pública en Argentina y Reino Unido. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS, 15(44), 43-70.

Callon, M. (1998). Des différentes formes de démocratie technique. Responsabilité & Environnement, 9(1), 63-73.

Cassab, M. (2008). A Democracia como balizadora do Ensino de Ciências na Escola: como discutir este desafio? Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 8(2), 1-17.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2019). Percepção pública da C&T no Brasil – 2019. Resumo executivo. Brasília.

Cuevas Badallo, A. e Urueña López, S. (2019). Públicos y actores en la democratización de la actividad científica. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS, 14(42), 9-29.

Dagnino, R. P. (2008). Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Unicamp.

Delgado, A. (2010). ¿Democratizar la ciencia? Diálogo, reflexividad y apertura. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 5(14), 1-14.

Dias, R. de B. (2009). A trajetória da política científica e tecnológica brasileira: um olhar a partir da análise de política (Tese de doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas.

Freire, P. (1981). Ação Cultural para a Liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (2005). Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (2016). Conscientização. São Paulo: Cortez.

Freire, P. (2018). Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

García, M. G., Cerezo, J. A. L. e López, J. L. L. (1996). Ciencia, tecnologia y sociedad: una introducción al estudio social de la Ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos.

Guivant, J. S. e Macnaghten, P. (2011). O mito do consenso: uma perspectiva comparativa sobre governança tecnológica. Ambiente & Sociedade, 14(2), 89-104.

93

Jasanoff, S. (2019). Tecnologias da humildade: participação cidadã na governança da ciência. Revista Sociedade e Estado, 34(2), 565 – 589.

Lopez-Cerezo, J. A. (2007). Democracia en la frontera. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 3(8), 127–142.

Moraes e Galiuzzi (2016). Análise textual discursiva. Ijuí: Editora Unijuí.

Praia, J., Gil Perez, D. e Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. Ciência & Educação, 13(2), 141-156.

Rosa, S. E. (2014). Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas relacionadas a CTS (Dissertação de mestrado em educação). Universidade Federal de Santa Maria.

Rosa, S. E. (2019). Educação CTS: contribuições para a constituição de culturas de participação, tese de doutorado em educação em ciências. Brasília: Universidade de Brasília.

Rosa, S. E. e Araújo, W. (2017). Processos formativos no contexto brasileiro: uma articulação dos pressupostos de Freire e a educação CTS. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017. Rio de Janeiro: ABRAPEC.

Rosa, S. E. e Auler, D. (2016). Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas Relacionadas à CTS. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(2), 202-231.

Roso, C. (2017). Transformações na educação CTS: uma proposta a partir do conceito de tecnologia social, tese de doutorado em educação científica e tecnológica. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Roso, C., Auler, D. e Delizoicov, D. (2020). Democratização em processos decisórios sobre CT: o papel do técnico. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 13(1), 225-249.

Samagaia, R (2016). Comunicação, divulgação e educação científicas: Uma análise em função dos modelos teóricos e pedagógicos (Tese de doutorado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Santos, R. A. (2016). Busca de uma Participação Social para além da Avaliação de Impactos na Ciência-Tecnologia na Sociedade: sinalizações de práticas educativas (Tese de doutorado). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.

Santos, W. L. P. e Mortimer, E. F. (2001). Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111.

94

Santos, W. L. P. e Mortimer, E. F. (2002). Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23.

Strieder, R. (2012). Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas, tese de doutorado em ensino de ciências. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Strieder, R. e Kawamura, M. (2014). Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 101-110.

Strieder, R. B., Silva, K. M. A., Sobrinho, M. F. e Santos, W. L. P. (2016). A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? *ACTIO*, 1(1) 87-107.

Von Linsingen, I. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, 1(especial), 1-19.

Como citar este artigo

Da Rosa, S. E. e Strieder, R. B. (2021). Culturas de participação em práticas educativas brasileiras fundamentadas pela educação CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(47), 71-94.

**Sociología de la ciencia y sociología de los problemas sociales.
Discusiones y perspectivas ***

**Sociologia da ciência e sociologia dos problemas sociais.
Discussões e perspectivas**

***Sociology of Science and Sociology of Social Problems.
Discussions and Perspectives***

Ezequiel Sosiuk **

Hasta la década de 1970, Robert Merton fue una figura central de la sociología estadounidense. Posteriormente, sus aportes sobre problemas sociales y producción de conocimientos científicos (enmarcados en un paradigma positivista y funcionalista) fueron criticados desde perspectivas constructivistas. Bajo ciertos matices, surgieron dos corrientes de investigación que abordaron, por un lado, el carácter socialmente construido de la ciencia y, por otro, el de los problemas sociales. Si bien ambas corrientes trataron algunos problemas en común, la imbricación entre ambas ha sido poco estudiada. Tampoco se indagó suficientemente en sus aportes y falencias específicas para pensar la construcción científica de problemas sociales. Indagar en estas vacancias no tiene solo valor teórico, sino también político, en tanto la ciencia se ha convertido, en las últimas décadas, en parte fundamental de la toma de decisiones para desarrollar soluciones a problemas de orden público. Este artículo presenta una revisión bibliográfica del desarrollo de ambas corrientes en función de tres objetivos. En primer lugar, analizamos cómo la construcción de problemas sociales implica el desarrollo de agendas de investigación orientadas a reordenar la sociedad. En segundo lugar, analizamos la compleja articulación de intereses y recursos materiales en el diseño de hechos científicos que definen dinámicas de intervención social. En tercer lugar, analizamos cómo los objetos científicos articulan problemas sociales y problemas de conocimiento. En las conclusiones exponemos cómo ambas corrientes pueden enriquecerse entre sí y proponemos el concepto de “objeto problemático” para pensar cómo las investigaciones enmarcadas en problemas sociales agencian dinámicas de intervención pública.

95

Palabras clave: sociología de la ciencia; sociología de los problemas sociales; problemas sociales y problemas de conocimiento; construcción científica de problemas sociales

* Recepción del artículo: 07/03/2020. Entrega de la evaluación final: 16/07/2020.

** Magíster en ciencia, tecnología y sociedad, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Doctor en ciencias sociales, Universidad de Buenos Aires. Becario posdoctoral CONICET. Investigador del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Maimónides. Correo electrónico: sosiuk_gm@hotmail.com.

Até a década de 1970, Robert Merton foi uma figura central na sociologia americana. Posteriormente, suas contribuições sobre os problemas sociais e a produção de conhecimento científico (enquadradas em um paradigma positivista e funcionalista) foram criticadas a partir de perspectivas construtivistas. Sob certas nuances, emergiram duas correntes de pesquisa que abordaram, por um lado, o caráter socialmente construído da ciência e, por outro, o dos problemas sociais. Embora ambos os fluxos tratassem de alguns problemas em comum, a sobreposição entre os dois foi pouco abordada. Tampouco suas contribuições e deficiências específicas foram suficientemente investigadas para se pensar a construção científica dos problemas sociais. Investigar essas vagas tem valor não apenas teórico, mas também político, pois a ciência se tornou, nas últimas décadas, parte fundamental da tomada de decisão para desenvolver soluções para os problemas de ordem pública. Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica do desenvolvimento de ambas as correntes com base em três objetivos. Primeiramente, analisar como a construção de problemas sociais implica o desenvolvimento de agendas de pesquisa voltadas ao reordenamento da sociedade. Em segundo lugar, analisar a complexa articulação de interesses e recursos materiais na concepção de fatos científicos que definem dinâmicas de intervenção social. Terceiro, analisar como os objetos científicos articulam problemas sociais e problemas de conhecimento. As conclusões mostram como ambos os fluxos podem enriquecer um ao outro e propomos o conceito de “objeto problemático” pensar sobre como a pesquisa enquadrada em problemas sociais cria dinâmica de intervenção pública.

Palavras-chave: sociologia da ciência; sociologia dos problemas sociais; problemas sociais e problemas de conhecimento; construção científica de problemas sociais

Until the 1970s, Robert Merton was a central figure in American sociology. His contributions regarding social problems and the production of scientific knowledge (framed within a positivist and functionalist paradigm) were later criticized from constructivist perspectives. From that criticism, two schools of research emerged and addressed, on one hand, the socially constructed nature of science and, on the other, that of social problems. Although both approaches undertook some problems in common, the overlap between the two has been little attended. Their specific contributions and shortcomings concerning thoughts on the scientific construction of social problems was also insufficiently investigated. Researching these gaps has not only a theoretical value, but also a political one, as science has become, in recent decades, a fundamental part of decision-making in developing solutions to public problems. This article presents a bibliographic review of the development of both schools based on three objectives. Firstly, we analyze how the construction of social problems implies the development of research agendas aimed at reordering society. Secondly, we analyze the complex articulation of interests and material resources in the design of scientific facts that define social intervention dynamics. Finally, we analyze how scientific objects articulate social and knowledge problems. The conclusion shows how both approaches can enrich each other and proposes the concept of “problematic object” to think about how research framed in social problems influences the dynamics of public intervention.

Keywords: sociology of science; sociology of social problems; social problems and knowledge problems; scientific construction of social problems

Introducción

Desde finales del siglo XIX se desarrolló, primero en los países centrales y luego en América Latina, la creencia de que investigadores y científicos podían contribuir a la resolución de problemas sociales. En este marco, se entendió a la ciencia como una “empresa” destinada a la resolución de problemas relevantes mediante la producción de conocimientos “objetivos” (Kreimer y Zabala, 2008). Actualmente, las políticas públicas orientadas a la resolución de problemas sociales incorporan conocimientos científicos para fundamentar su legitimidad (Whitley, 2010). Teniendo en cuenta la estrecha relación entre problemas sociales y procesos de producción de conocimiento, diversos trabajos se han abocado a indagar cómo los científicos pueden contribuir más eficazmente a la resolución de problemas sociales. En muchos de estos trabajos se da por hecho que la ciencia tiene la potencialidad de resolver problemas sociales y, a partir de ello, se diseñan diversas medidas institucionales para investigarlos y solucionarlos (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998; Gibbons *et al.*, 1994). Estas perspectivas fueron criticadas por dos motivos. Primero, porque naturalizan una supuesta capacidad innata de la ciencia para resolver problemas sociales. Segundo, porque no indagan en el rol activo de los científicos para definir qué es problemático, qué no lo es, y cuáles son las soluciones “objetivas” o “racionales” (Kreimer, 2002; Shinn, 2002). Diversas investigaciones han señalado que, antes de ver cómo los científicos son convocados para resolver un problema, es necesario analizar cómo ellos mismos lo construyen como tal en colaboración con otros actores sociales. Los científicos no se limitan a actuar sobre un problema “dado”, sino que en función de sus intereses y recursos disponibles pugnan por establecer sus dimensiones cognitivas y qué posibles soluciones existen (Kreimer, 2019).

97

Hacia mediados del siglo XX, Robert Merton fue el principal exponente de lo que, posteriormente, se consideró una mirada ingenua, objetivista y funcionalista respecto de la comprensión sociológica de problemas sociales y los procesos de producción de conocimiento. Para él, los problemas sociales eran fenómenos objetivos, cuestiones que por sí mismas implicaban procesos disfuncionales para la sociedad. Los científicos no participaban en la definición de problemas sociales, sino que simplemente se limitaban a “descubrirlos” (como a cualquier otro hecho científico) y a producir soluciones “racionales” y “universalmente válidas” (Merton y Nisbet, 1961; Merton, 1977). Más allá de que la perspectiva mertoniana ha sido ampliamente criticada, aún puede encontrarse en la definición de diversas políticas públicas que no cuestionan el carácter construido de los problemas sociales y sus soluciones científicas (Kreimer, 2019). Por dicho motivo, es relevante retomar las discusiones que, desde perspectivas constructivistas diversas, han problematizado el carácter objetivo de la ciencia y los problemas sociales. Estos análisis iluminan los intereses y valores implicados en la definición de qué es problemático y cómo solucionarlo científicamente. Iluminan cómo los conocimientos científicos son producidos y movilizados para definir un determinado problema como si fuese “objetivo” y su solución como si fuese “racional”, ocultando así los intereses y valores que los sustentan (Sosiuk, 2020).

El artículo presenta una revisión bibliográfica del desarrollo de la sociología constructivista posmertoniana sobre problemas sociales y procesos de producción de conocimiento. El objetivo no es presentar todos los aportes y discusiones que

se desarrollaron al respecto, sino retomar algunos que me permitirán comprender la imbricación entre problemas sociales y problemas de conocimiento. A lo largo del desarrollo, no sostenemos que los estudios posmertonianos comprendan un marco teórico unificado. Por el contrario, mostramos algunas tensiones que se generaron al interior de las visiones constructivistas y sus aportes específicos para analizar la definición científica de problemas sociales (Restivo y Croissant, 2008; Spector, 2019).

En el apartado primero, abordamos los estudios sociológicos posmertonianos sobre problemas sociales. Allí remarcamos las dimensiones sociales y organizacionales de los procesos de producción de problemas sociales y sus aspectos cognitivos (Kitsuse y Spector, 1973; Gusfield, 1984; Cefaï, 2011). En el segundo apartado, abordamos los estudios posmertonianos sobre los procesos de producción de conocimientos (Bloor, 1976; Knorr Cetina, 1981; Latour, 1983). Nos interesa resaltar qué aportes pueden realizar para comprender la producción de problemas sociales. Asimismo, señalamos cómo los estudios sobre problema sociales pueden enriquecer los análisis constructivistas sobre procesos de producción de conocimiento. Complementariamente, enfatizamos cómo la noción de “agencia”, desarrollada por los estudios constructivistas sobre procesos de producción de conocimiento, puede contribuir a repensar la producción de problemas sociales (Callon, 2006). En el tercer apartado, incorporamos los aportes de las dos secciones previas para señalar cómo los objetos de investigación articulan problemas sociales y problemas de conocimiento (Kreimer y Zabala, 2008). En las conclusiones consideramos el valor de ambas perspectivas y sus falencias para comprender la producción científica de problemas sociales, sus implicancias para el diseño de investigaciones futuras, y exponemos el concepto de “objeto problemático” como posible articulador de las discusiones.

98

1. La sociología de los problemas sociales posmertoniana

Hasta la década de 1970, predominó una perspectiva funcionalista y objetivista respecto al análisis de los problemas sociales. Esta perspectiva, cuyo exponente más claro fue Merton, comenzó a ser criticada por diversos trabajos que propusieron analizar el carácter socialmente construido de los problemas sociales. Más allá de este punto en común, en el marco de los estudios sobre problemas sociales posmertonianos emergieron distintas propuestas teóricas y debates. Por ende, no se puede plantear que presenten un *corpus* teórico homogéneo. Más bien se relacionan a partir de su crítica a Merton (Ibarra, 2008).

Merton (1961) definió los problemas sociales como sustanciales discrepancias entre estándares sociales ampliamente compartidos y las actuales condiciones de vida de una sociedad. Para el autor, un problema implicaba que el sistema social no funcionaba como podía hacerlo, o sea, que existían fenómenos disfuncionales. La tarea del sociólogo consistía en identificar qué condiciones objetivas eran problemáticas y en producir conocimientos sobre ellas. Luego, ese conocimiento podía ser utilizado para proponer e implementar soluciones técnicas u objetivas a los problemas sociales. Para Merton, los problemas sociales podían ser percibidos o no como tales. Si los sociólogos “descubrían” los problemas, entonces eran problemas manifiestos. Por el contrario, si no lo hacían, constituían problemas latentes. El que los sociólogos no descubriesen los problemas (no los hiciesen visibles) no implicaba que

los problemas no existieran. Los problemas existían por sí mismos, más allá de que los sociólogos los viesen o no. Por otro lado, las problematizaciones planteadas por otros actores sociales solo serían correctas si se correspondían con las del sociólogo. De lo contrario, los otros actores sociales estarían viendo problemas donde en realidad no los había o, por el contrario, no estarían viendo problemas donde sí los había.

En la década de 1970, Kitsuse y Spector (1973) fueron pioneros en criticar la propuesta de Merton desde una perspectiva constructivista. Los autores se preguntaron: ¿por qué las problematizaciones del sociólogo debían valer más que las realizadas por otros actores sociales? ¿Son los problemas de unos más importantes que los problemas de otros? Para los autores, estas preguntas no podían ser respondidas satisfactoriamente desde el enfoque funcionalista mertoniano. Por ello propusieron nuevas herramientas conceptuales que sentaron las bases de los estudios sociológicos sobre problema sociales en las próximas décadas (Ibarra, 2008).

Kitsuse y Spector (1973) criticaron la existencia de problemas sociales por sí mismos, la existencia de “problemas objetivos” en términos de Merton. Propusieron que solo existían problemas sociales en tanto eran percibidos y denunciados como tales por actores particulares. De esta manera, no existía un problema social con independencia de determinados actores que los percibían como tales y reclamaban soluciones. Por ello, los autores propusieron no asumir la existencia de “condiciones objetivas” de los problemas sociales, sino prestar atención a los procesos de definición por los cuales concretos actores sociales asumían la existencia de determinadas “condiciones objetivas” y las describían como problemáticas. Así, antes de indagar qué condiciones objetivas son percibidas como problemáticas, debemos analizar cómo determinados actores sociales definen qué son y qué no son “condiciones objetivas” y por qué son problemáticas o no. Las “condiciones objetivas” solo participan en los procesos de definición de problemas sociales en tanto son movilizadas estratégicamente como análisis causal por los grupos denunciadores (Spector, 2019).

99

Kitsuse y Spector (1973) denominaron a aquellos grupos que denuncian problemas y buscan soluciones como *claim-makers* (productores de demandas o demandantes). Los problemas sociales son el producto de las actividades de grupos que denuncian y reclaman soluciones respecto a algunas condiciones putativas o supuestas (consideradas un problema para alguien, sin serlo en sí). La emergencia de problemas sociales es contingente a la organización de grupos activistas que definen determinadas condiciones putativas como problemáticas y reclaman la necesidad de erradicarlas, disminuirlas o cambiarlas en algún grado. Así, la existencia de problemas sociales depende de la continua existencia de grupos, o agencias, que definen alguna condición como un problema e intentan hacer algo al respecto.

¿Por qué una condición social deviene problemática para determinados actores? Para responder esta pregunta, Kitsuse y Spector (1973) pusieron el acento sobre los valores que movilizan a los actores sociales cuando hacen demandas. Los valores son, según los autores, la fuerza activa en las demandas: indican qué condiciones son putativamente problemáticas, por qué lo son y el tipo de respuesta que se busca. Así, que una determinada condición social sea percibida o no como problemática depende de procesos históricos que modifican las dimensiones valorativas de un

grupo social dado. Cefaï (2011) profundiza en la vinculación entre la construcción social de problemas y el reforzamiento y producción de valores. Él plantea que, en las movilizaciones colectivas organizadas en torno a un determinado problema social, hay que indagar no solo en los valores que originan los problemas, sino también en los procesos de conformación de nuevas identidades y valores sociales. Las movilizaciones colectivas no solo reafirman los valores de los grupos demandantes, sino que además redefinen un horizonte común fundamentado en sentimientos de comunidad. En este sentido, los demandantes no solo denuncian aquello que desean superar, sino que también proyectan un nuevo futuro colectivo: elaboran un proyecto de sociedad.

Quisiera hacer dos aclaraciones respecto de la propuesta teórica de Kitsuse y Spector. Más allá de la dimensión valorativa presente en la construcción de un problema social, los autores plantean que intereses heterogéneos pueden movilizar a los grupos demandantes. Los actores que movilizan el problema pueden hacerlo no solo en función de un valor, sino también de obtener beneficios. Retomando a Weber (1964), los problemas sociales pueden articular acciones racionales de acuerdo a fines o de acuerdo a valores. Otra cuestión a considerar es que los grupos demandantes no son, necesariamente, actores homogéneos. Así, pueden ser diversos valores e intereses los que se articulen, de manera más o menos estable, en la definición de un determinado problema social (Kitsuse y Spector, 1973).

Además de la dimensión moral de los problemas sociales, Gusfield (1975) incluyó la dimensión cognitiva. Así, los problemas sociales pueden emerger en tanto determinados actores cuestionan la dimensión cognitiva o moral de un fenómeno dado. Un determinado fenómeno puede pasar a ser problematizado por ser moralmente indeseable o por ser inexplicable y, por ende, incontrolable. En este sentido, problematizar implica darle a una experiencia fluida (indefinida) un sentido particular (una definición cognitiva). Cuando los grupos demandantes identifican un determinado problema, utilizan categorías de explicación y causación para hacerlo comprensible y, así, modificable.

La dimensión cognitiva y moral están estrechamente vinculadas en la construcción de problemas sociales. En su investigación más conocida, Gusfield (1984) indagó la definición de políticas públicas para investigar y regular la relación entre el consumo de bebidas alcohólicas y los accidentes de tránsito. Señaló que los diversos análisis políticos del problema remarcaban como causa una misma categoría de conductor y su negligencia: el conductor ebrio. La construcción de esta categoría implicó la producción de datos oficiales (que detallaban las características del conductor, la presencia de alcohol en sangre y el grado de intoxicación) para respaldar dicho punto de vista. A partir de esta definición cognitiva, las políticas para reducir las muertes en accidentes de tránsito se fundamentaron en hacer que los conductores ebrios se controlaran o evitaran conducir. Otro tipo de causas quedó descartado, incluso sin ser investigado. Gusfield explica que la elección de la categoría de “conductor ebrio” (como hecho que explicaba los accidentes de tránsito) no fue aleatoria, sino que se fundamentó en los valores de la sociedad estadounidense de mediados del siglo XX y en cómo se organizaron socialmente para construir conocimientos.

Seguendo a Gusfield (1975), las teorías científicas se pueden pensar como productos culturales: son un sistema de símbolos autocontenidos que organizan la realidad en una experiencia lógica y consistente. Las teorías científicas ordenan cognitivamente los problemas sociales e, indisolublemente, implican determinadas maneras de ordenar la sociedad. En este sentido, cuando Gusfield indaga en los aspectos cognitivos de los problemas sociales, no se pregunta tanto cómo el conocimiento contribuye a solucionar un problema, sino en cómo refuerza la percepción de la existencia de un orden social. Indagar en los aspectos científicos de los procesos de definición de problemas sociales tiene implicancias políticas y culturales. El principal aporte de Gusfield radica en explicar cómo la construcción de una realidad objetiva se basa en la autoridad de los científicos (Ibarra, 2008).

La preocupación por el orden social de Gusfield se remonta a los estudios de Merton. Este último indicó que los problemas de desorganización refieren a fallos en el sistema social de estatus y roles interconectados (Merton y Nisbet, 1961). Sin embargo como remarca Schneider (1985), las propuestas teóricas de Merton y Gusfield difieren sustancialmente. Para Merton, la falta de un orden social constituye un problema porque la sociedad lo necesita para poder funcionar “correctamente”. En cambio, para Gusfield (1984) el orden no refiere a una necesidad del sistema social ni a alguna de sus funciones, sino a cómo determinados grupos comprenden y organizan su vida en el mundo. Así, un determinado fenómeno deviene problemático cuando las categorías culturales, que usualmente utilizan los actores para comprender su mundo, ya no son útiles. El desorden no remite a una propiedad intrínseca del fenómeno. Más bien, remite a las formas conceptuales que los actores sociales utilizan para ordenar, clasificar y organizar su vida en el mundo. Las organizaciones que abordan problemas se orientan a producir conocimientos que “devuelvan” el sentido al fenómeno problematizado, lo organicen y, así, contribuyan a reordenar la sociedad.

101

Uno de los tópicos más indagados en el marco constructivista sobre problemas sociales fue la creación de instituciones para analizar e intervenir sobre condiciones, conductas y personas consideradas problemáticas (Schneider, 1985). Gusfield (1975) indica que cuando los grupos demandantes construyen cognitivamente un problema social, también definen quiénes (ya sean personas o instituciones) deben representarlo, indagarlo y definir sus soluciones. De esta manera, los demandantes definen la dimensión institucional de los problemas sociales. No existen instituciones que por naturaleza deban hacerse cargo de un problema social dado, sino que son los grupos demandantes los que pugnan por definir quiénes deben personificar el problema.

Hay que señalar que los grupos demandantes producen problemas para sí, pero también para otros a quienes constituyen como el público del problema. En este sentido, el desarrollo de problemas sociales refiere a la actividad de grupos demandantes que proyectan que determinadas condiciones sociales son indeseables no solo para ellos, sino también para terceros. Así, el problema denunciado deviene público, ya que no solo afecta a los privados que movilizan el problema, sino también a terceros que no necesariamente participan de las denuncias. Como señala Cefaï (2011), retomando algunas ideas del pragmatismo norteamericano de John Dewey y Robert E. Park, los procesos de problematización y de construcción de públicos emergen en conjunto.

Muchas veces los grupos demandantes se arrojan el derecho de representar los problemas sociales, intervenir sobre las formas en que el público participa, y definir quiénes deben solucionarlos. De esta manera, los grupos demandantes logran instalar problemas de su interés como problemas “de la sociedad” y conseguir apoyo público para alcanzar metas privadas. Cuando los grupos demandantes constituyen al “público afectado” por el problema que denuncian, hay que señalar que en cierta manera lo están construyendo como tal (al señalar aquello que los afecta, por ejemplo). Sin embargo, no lo hacen arbitrariamente, sino a partir de la movilización de valores, intereses y formas de vida y acción en común (Cefaï, 2011).

Retomando el carácter público de los problemas sociales, Gusfield (1975) planteó que no refieren a eventos vividos o conocidos por personas particulares, sino a una realidad externa a los individuos, a un saber disperso en el colectivo social. Los individuos no necesariamente deben haber vivido o conocido de primera mano el problema público para conocerlo como tal. El problema público no remite a registros individuales, sino que son el producto *sui generis* de la agregación colectiva de eventos. No se trata del problema de alguien, sino de un problema colectivo. En ese sentido, los problemas públicos son similares a los “hechos sociales” de Durkheim (1989): productos de una entidad colectiva y no de un actor o evento individual. Los problemas públicos no son registros de eventos individuales, sino más bien datos agregados, acumulados y elaborados. Por ello, el “descubrimiento” de problemas públicos es un proceso de organización social. Alguien debe participar en el monitoreo, el registro, la agregación, el análisis y la transmisión de los eventos separados e individuales que constituyen la realidad pública. En cada etapa de este proceso operan las elecciones humanas de selección e interpretación. Los eventos tienen un significado y los valores guían su selección. Como plantea Gusfield (1984), los hechos públicos no son como guijarros en la playa, tumbados al sol esperando a ser vistos. Por el contrario, se deben recoger, pulir, moldear y empaquetar. Finalmente, listos para ser exhibidos, llevan las marcas de sus moldeadores.

Respecto a la mirada funcionalista sostenida por Merton, tanto los aportes de Gusfield como los de Kitsuse y Spector marcaron un punto de quiebre para comprender los problemas sociales. Si bien existen diferencias en sus perspectivas (Schneider, 1985), retomamos sus énfasis en que no existen problemas sociales por fuera de la acción y organización de grupos demandantes que producen, movilizan y publicitan conocimientos para definir determinados fenómenos como inaceptables.

2. Los estudios sociales de la ciencia

Las críticas a Merton no solo dieron lugar al desarrollo de análisis constructivistas sobre problemas sociales. En la década de 1970, su teoría sociológica sobre la ciencia también fue criticada desde enfoques constructivistas (Restivo y Croissant, 2008). Así, para analizar la imbricación entre problemas sociales y problemas de conocimientos, vamos a desarrollar algunas de las principales críticas a la sociología de la ciencia mertoniana.

Merton (1977) propuso que los factores sociales solo intervenían en los procesos de producción de conocimiento como elementos distorsivos (como productores de conocimientos falsos). Complementariamente, propuso que la producción de conocimientos verdaderos se fundamentaba en un método científico universal y asocial. Merton estudió el sistema social de la ciencia, pero no las prácticas y productos científicos. Estos fueron considerados, por él, como por fuera de la sociedad, la cultura y la historia (Kreimer, 1999).

En la década de 1970, Bloor (1976) fundamentó la crítica al modelo mertoniano y sentó las bases de futuras investigaciones críticas. Allí propuso su “Programa Fuerte” de investigación social sobre la producción de conocimientos científicos. El programa se fundamentó en cuatro principios. El primero de ellos es el de causalidad: el estado del conocimiento, sus contenidos, son atribuibles a causas sociales. El segundo es el de imparcialidad: no es posible postular juicio alguno en cuanto a lo que constituye la verdad o la falsedad de los enunciados científicos, así como del supuesto carácter racional o irracional del conocimiento y de su producción. El tercero es el de simetría: debe ser igualmente explicable el “éxito” tanto como el “fracaso,” abandono o transformación de un desarrollo científico. El cuarto, finalmente, es el de reflexividad: el estudio social del conocimiento debe ser aplicable a sí mismo.

De la propuesta de Bloor se desprendieron diversos trabajos que serían conocidos, posteriormente, como estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Estos trabajos (al igual que los estudios sobre problemas sociales posmertonianos) no constituyen un *corpus* teórico uniforme, sino que se vinculan por compartir muchas de las críticas al modelo mertoniano planteadas por Bloor y por desarrollar algunos de sus principios. Los principios del Programa Fuerte de Bloor (particularmente el de simetría e imparcialidad) fueron utilizados en la década de 1970 por cuatro investigadores de las ciencias sociales (sociólogos y antropólogos). Ellos iniciaron una serie de investigaciones al interior de algunos de los laboratorios más importantes de Estados Unidos para estudiarlos de un modo sistemático. Los cuatro investigadores fueron Bruno Latour, Michael Lynch, Sharon Traweek y Karin Knorr Cetina (Kreimer, 1999; Restivo y Croissant, 2008).

Knorr Cetina es una de las referentes más importantes en el marco heterogéneo de los estudios CTS. Sus ideas articularon algunas de las discusiones que definieron el campo de estudio en las décadas siguientes (Kreimer, 1999). Knorr Cetina (1981) indagó en las interacciones entre científicos y otros actores sociales para comprender cómo se construye la ciencia. La autora criticó que en los laboratorios se encontrase la realidad o la naturaleza. Los laboratorios son espacios físicos donde se acumulan instrumentos, dispositivos y materiales etiquetados comprados en el exterior o producidos por los científicos. En todo caso, la “naturaleza” es producto del trabajo y la cultura humana. La naturaleza no se encuentra en los laboratorios, a menos que la definamos, desde el principio, como producto del trabajo humano.

Para Knorr Cetina (1996), el carácter socialmente construido de los conocimientos científicos se sustenta en que son materializaciones de decisiones previas. Cada decisión que toma el científico depende de preselecciones realizadas por otros actores sociales. Los científicos escogen, en función de sus intereses cognitivos, qué

investigar y cómo hacerlo. Sin embargo, no lo hacen libremente, sino que dependen de los intereses de otros actores sociales, aquellos que les brindan los recursos para investigar y esperan obtener beneficios de los conocimientos producidos. Por esta razón, Knorr Cetina planteó que las reglas de producción de conocimiento no se corresponden a un método científico universalmente válido, sino que son producto de negociaciones entre científicos y otros actores sociales por definir cuál es el método “válido” de producción de conocimientos. Esto implica que no hay una delimitación, *a priori*, entre un mundo “científico” y uno “social”. Cada actor involucrado en los procesos de producción de conocimiento espera obtener beneficios y, para ello, debe negociar en el marco de sus relaciones de recursos. Las relaciones de recursos son las que enmarcan, dan sentido y hacen inteligible las negociaciones en los procesos de producción de conocimiento. Las relaciones de recursos nos permiten comprender que la episteme científica es construida a partir de procesos interactivos que sobrepasan el mundo académico y científico.

En la década de 1980, Latour, Michel Callon y John Law contribuyeron al desarrollo de la Teoría del Actor Red (TAR) (Kreimer, 1999). La TAR criticó el concepto de simetría enunciado por Bloor. Latour planteó que, en los primeros estudios sociales sobre la ciencia, el dominio de lo social fue siempre el recurso explicativo, mientras que el dominio de la naturaleza, lo científico y tecnológico fue lo que requería de la intervención explicativa de lo social. Así, la distinción entre verdad y error no sería más que una distinción situada en el marco del conjunto de experiencias y creencias que son compartidas por una colectividad. Latour (1987) sostuvo que dicho enfoque evidenciaba una asimetría: mientras que los CTS eran constructivistas respecto a la naturaleza, eran realistas respecto a la sociedad.

104

A través de la noción de “simetría extendida”, Latour (1987) criticó el monopolio de la agencia humana en los procesos de producción de conocimiento. Argumentó que no se podía presuponer ninguna categoría social para explicar los hechos científicos, sino que había que ver cómo lo “social” y lo “natural” emergen simultáneamente en la constitución de redes heterogéneas de actores híbridos, cuasi humanos y cuasi naturales. Latour postuló que no había un sustrato inherente para la existencia humana, ni que esta mereciese un estatus ontológico diferente al de otras entidades no humanas. Al contrario, sostuvo que todos los entes (incluyendo sujetos humanos, instituciones, intereses, clases, objetos materiales, productos culturales y demás seres vivos) existen como tales en virtud de los ensamblajes que los conectan a través de “redes” o matrices relacionales diversas. Según la TAR, la operación cognitiva para definir la identidad de cualquier ente es siempre la misma: circular desde el actor a la red y viceversa. No es necesario cambiar de nivel (de lo social a lo natural, de lo micro a lo macro), sino simplemente detenerse momentáneamente en un punto, el actor, antes de moverse sobre los atributos que lo definen. En tanto no hay salto a otro nivel (más allá de la red, la TAR define como “plana” su ontología (Latour *et al.*, 2012).

Latour (1983) llamó la atención sobre las complejas redes materiales de investigación que permiten la construcción de hechos científicos. Los microbios solo llegaron a constituirse como objeto científico cuando Pasteur logró conectar las granjas infectadas con Ántrax con su laboratorio, las placas de Petri, los informes de los higienistas, las oficinas de salubridad de Francia, etc. La fuerza de este argumento reside en remarcar

la complejidad de las mediaciones materiales que aporta el conocimiento instrumental y equipado en la construcción de hechos. Los objetos científicos no están compuestos de manera alguna por entes que antecederían ontológicamente a las investigaciones. Por el contrario, los objetos científicos son el producto de procesos de hibridación entre entes heterogéneos que solo logran estabilizarse a través de su movilización por redes materiales de investigación. Solo una vez que todos los elementos de la red están en su lugar, los hechos científicos aparecen como verdaderos representantes de la “naturaleza”. En este sentido, los hechos científicos solo circulan bien sobre sus propios rieles.

Latour (1987) con el fin de quitarle el monopolio de la agencia en los procesos de producción de conocimientos a los humanos, retomó elementos de la semiótica lingüística (que enseña que las palabras se dan significado unas a otras). Planteó que tanto los humanos dotados de palabra, como los no humanos mudos, tienen voceros que hablan en su nombre. Por ello, propuso llamar “actantes” a todos aquellos, humanos o no humanos, que son representados, con el fin de evitar el concepto demasiado antropomórfico de “actor”. En esta línea, Callon (1984) sostuvo que la agencia en las redes constituidas por actores heterogéneos se atribuye post hoc. Por ende, la asignación de agencia es posterior a la acción. Al contar historias sobre acontecimientos, algunas entidades son separadas de su fondo y denominadas “actores”. Estos son producidos para encubrir, simplificar y representar la red de relaciones que los constituyen. Law y Mol (2008) profundizaron en esta línea a través de la semiótica material. En esta, una entidad cuenta como un actor si realiza una diferencia perceptible. Las entidades activas están relacionamente unidas las unas a las otras en redes. Así, las entidades se dan el ser las unas a las otras. En este modo de pensamiento, la agencia se vuelve ubicua, infinitamente extendida en redes de relaciones materializadas.

105

Los conceptos y discusiones desarrollados en el marco de los estudios CTS que presentamos en este apartado nos ayudarán a complejizar el análisis de la construcción de problemas sociales.

Los estudios CTS nos muestran la diversidad de recursos con los que trabajan los científicos a la hora de definir un problema de investigación. Los científicos no solo trabajan en función de sus propios intereses, sino que también deben considerar las preocupaciones de otros actores sociales (aquellos que brindan los recursos para investigar) (Knorr Cetina, 1996). A su vez, la capacidad de los científicos para definir los aspectos cognitivos de un problema depende de las características de los instrumentos con los que trabajan, la agencia de los materiales investigados y la producción de inscripciones suficientemente estables para circular por la sociedad (Latour, 1987). Así, la definición científica de problemas sociales implica analizar las cooperaciones que entablan los grupos demandantes con los científicos, qué tipo de intereses y valores están en juego, y los recursos instrumentales disponibles para estabilizar y movilizar conocimientos.

A su vez, los estudios CTS nos ayudan a problematizar cómo las soluciones propuestas por los científicos condicionan dinámicas de intervención social. Cuando los científicos producen conocimientos en cooperación con grupos demandantes,

hay que analizar cómo los conocimientos que producen, al delimitar un determinado fenómeno como problemático, condicionan ciertas dinámicas de intervención social para solucionar el problema en cuestión (Kreimer y Zabala, 2008). Así, las soluciones propuestas por los científicos tienen agencia en tanto delimitan ciertas estrategias posibles para solucionar problemas sociales (Callon, 2006). En este sentido y retomando a Cefaï (2011), es valioso analizar cómo los conocimientos producidos en las movilizaciones colectivas no solo refuerzan nuestra percepción de un orden valorativo, sino que también crean nuevas formas de acción social, intereses e ideales. En esta línea, se puede pensar que la agencia pública de los conocimientos producidos depende de su estabilidad para circular por distintos espacios sociales (en particular a través de instituciones públicas).

Más allá de los aportes de los estudios CTS a la comprensión de la construcción de problemas sociales, se presentan algunas dificultades. Si bien observamos que de la producción de conocimientos científicos participa una diversidad de actores humanos y no humanos, hay que señalar que no todos ellos tienen el mismo rol a la hora de definir un hecho como problemático y el tipo de solución posible. Este hecho fue observado, al menos intuitivamente, por Latour (1987). Él diferenció entre quienes participan de las redes materiales de investigación y aquellos que se adjudican el crédito por la producción de hechos científicos. En las sociedades modernas, el monopolio del crédito por la producción de conocimientos verdaderos y soluciones “objetivas” es de los científicos (Gieryn, 1983). Por este motivo, Fujimura (1992) criticó a Latour por no diferenciar entre quienes participan directamente en la producción de hechos y aquellos que los apropian, interpretan o reinterpretan una vez que los conocimientos ya han sido estabilizados.

106

En efecto, el análisis sobre la construcción de problemas sociales nos condujo a analizar el rol diferenciado entre aquellos que movilizan y construyen un problema, los grupos demandantes, y aquellos que son construidos como el “público” del problema en cuestión (Cefaï, 2014). Es cierto que el público no es un agente pasivo en la definición cognitiva de un fenómeno como problemático. Sin embargo, el público no tiene la misma autoridad que los grupos demandantes a la hora de definir científicamente el problema y sus soluciones. Asimismo, los científicos al participar en redes heterogéneas de producción de hechos cuentan con capacidades diferenciales, respecto a los otros actores que constituyen el grupo demandante, para definir los aspectos cognitivos del problema. Diversos actores participan de los grupos demandantes, pero solo los científicos tienen *expertise* para utilizar instrumentos, movilizar conocimientos y producir hechos (Fujimura, 1992). Los grupos demandantes también agencian la producción de hechos en tanto contribuyen con los recursos necesarios para investigar y movilizan los problemas como cuestiones públicas (Cefaï, 2011). Sin embargo, sus expectativas están sujetas a las traducciones que hacen los científicos para presentar problemas de su interés como el problema de otros (Knorr Cetina, 1996).

Especificar los roles diferenciados de los actores involucrados en la producción científica de problemas sociales nos permite complejizar la agencia de las soluciones científicas propuestas. En efecto y retomando lo planteado por la TAR, cabe preguntarse quiénes son los que hablan en nombre del problema; quiénes personifican

las soluciones; a través de la voz de quiénes actúan los conocimientos científicos; y si tienen los científicos, los funcionarios, el público y los afectados la misma capacidad para movilizar conocimientos e implementar las soluciones. A su vez, si las soluciones científicas tienen agencia material en tanto se traducen en instrumentos públicos para solucionar un problema (Gusfield, 1984), cabe preguntarse quiénes instrumentan, a través de medios tecnológicos/legales/organizativos, las soluciones propuestas; qué tipo de resistencias institucionales/tecnológicas/materiales surgen por parte de los actores que no comparten el problema discutido; y si las soluciones instrumentadas transforman de igual manera la acción de los científicos, los grupos demandantes y el público. En fin, todas estas preguntas nos conducen a analizar la distribución desigual de poder y autoridad entre los diversos actores de las redes que articulan el desarrollo científico de problemas sociales. Esta cuestión ha sido poco analizada desde la TAR, producto de su ontología "plana", que subsume la diferencia entre los actores en una red interaccional de actantes (Jasanoff, 2015).

Todas las observaciones realizadas en este apartado tienen implicancias a la hora de analizar la definición científica de problemas sociales. Para ello, debemos analizar cuáles son los roles diferenciales de aquellos que movilizan un problema, cómo se organizan para producir conocimientos, qué autoridad tienen los científicos dentro de los grupos demandantes y cuál es el peso y el rol del público respecto a la redefinición del problema en cuestión. A su vez, es importante analizar el tipo de redes instrumentales que permiten la construcción científica de un problema y diferenciarlas de las redes que movilizan esos conocimientos, una vez estabilizados, como una cuestión pública a través de medios de comunicación, propagandas, normas, leyes, etc. (Cefaï, 2011). Por último, es importante analizar la agencia de las soluciones científicas propuestas en la definición de nuevos ordenamientos colectivos y sus efectos diferenciales sobre particulares actores sociales (Callon, 2006).

107

No presuponemos una estructura de las capacidades diferenciales de los actores que participan en la definición de un problema social. Solo sostenemos que el rol de los actores y su peso relativo en la definición cognitiva de un problema social debería ser una cuestión a problematizar. En este sentido, las dimensiones organizativas e institucionales deben ser tenidas en cuenta a la hora de analizar el peso y rol diferencial de los actores heterogéneos involucrados en la construcción de conocimientos científicos (sobre todo cuando buscan definir y solucionar un problema social) (Gusfield, 1984). Tampoco sostenemos una diferenciación taxativa entre científicos, público y grupos demandantes. Sin embargo, en los análisis sobre problemas sociales debería tenerse en cuenta la diferenciación en el rol de los actores involucrados, en función del grado y tipo de autoridad que tienen, a la hora de definir una problemática y el tipo de solución posible (Whitley, 2010).

3. Problemas sociales y objetos científicos

De lo expuesto en los apartados previos, surgieron dos nociones centrales para comprender la producción de soluciones científicas a problemas sociales. En primer lugar, observamos la importancia de delimitar los roles diferenciales de los actores involucrados en la delimitación de problemas sociales. En segundo lugar, observamos

la relevancia de prestar atención a la agencia de los conocimientos producidos en el diseño de posibles intervenciones orientadas a resolver problemas. Evidentemente, ambas dimensiones están estrechamente vinculadas. Es la forma particular en que se organizan los grupos demandantes (condicionada por recursos, intereses y valores diversos) la que va definiendo cognitivamente el problema a investigar. A su vez, la definición cognitiva del problema habilita dinámicas de intervención social orientadas a producir soluciones (Knorr Cetina, 1996). En este apartado profundizaremos estas dos ideas mostrando la articulación de problemas sociales y problemas de conocimiento en la producción de objetos de investigación.

Cuando los grupos demandantes definen un problema social, este no es independiente de determinados problemas de conocimientos; simultáneamente, cuando determinados actores sociales (entre ellos los científicos) definen un determinado problema cognitivo, este no es independiente de determinados problemas sociales. Shapin y Schaffer resumen este punto de la siguiente manera: “Las soluciones a un problema de conocimiento se inscriben dentro de aquellas dadas en la práctica al problema del orden social, y las distintas soluciones prácticas dadas al problema social implican soluciones diferentes al problema de conocimiento” (Shapin y Schaffer, 1985). En esta línea, Kreimer y Zabala (2008) indican que, si lo que nos interesa es comprender de qué manera los conocimientos científicos se vuelven útiles para resolver problemas sociales, no basta observar las prácticas de investigación desarrolladas una vez que el problema social ha sido instalado, sino mientras se instala. El surgimiento del problema y la definición de las prácticas propuestas, como la decisión de destinar recursos para esas prácticas, son el resultado de interacciones entre distintos actores sociales que se desenvuelven dentro de determinados marcos institucionales que los contienen, a la vez que orientan sus acciones e intereses. Cuando un problema toma visibilidad y deviene un objeto público, queda traducido en una serie de tomas de posición, en el enrolamiento de otros actores, en la generación de dispositivos institucionales que lo abordan y en las prácticas asociadas a estos dispositivos que condicionan, al mismo tiempo, el tipo de conocimiento producido y su posible uso.

Callon (2006) sostiene que una problematización científica describe un sistema de alianzas entre entidades (humanas y no humanas), definiendo de ese modo su identidad y lo que “quieren”, los obstáculos y el camino (preguntas) que posibilitaría una respuesta. Los científicos a la hora de definir sus problemas de investigación tienen en cuenta las preocupaciones de los actores sociales que los apoyan (o podrían apoyarlos en un futuro). Así, el éxito de un problema de investigación es proporcional a la cantidad de actores que lo ven como un medio para solucionar sus propios problemas. Callon (1998) nos propone pensar a los ingenieros y a los científicos como ingenieros-sociólogos. Plantea que cuando los ingenieros elaboran una nueva tecnología, también “diseñan” a aquellos que deberían participar en una fase u otra de su desarrollo, difusión y consumo (su “público” en cierto sentido). Así, los científicos constantemente construyen hipótesis y formas de argumentación que les empujan al campo del análisis sociológico. Las problematizaciones científicas más que ser una reducción de la investigación a una formulación simple, tocan elementos que, al menos parcial o localmente, son partes del mundo natural y el mundo político, social y económico.

Lo que nos invitan a pensar estos aportes es que la utilidad de los conocimientos científicos para resolver problemas sociales no es un resultado posterior a su proceso de producción, sino que es construida durante el mismo proceso productivo. Cuando los científicos delimitan un problema de investigación, ya tienen en cuenta qué demandas buscan solucionar y cómo hacerlo. Al respecto, la investigación de Kreimer y Zabala (2008) es ilustrativa. Dicho trabajo analizó los procesos sociocognitivos que definieron a la enfermedad de Chagas como un problema social en Argentina en el siglo XX. Identificó tres diversos grupos sociales que plantearon las demandas y, a partir de allí, tres formas de plantear qué había que investigar. Las características de los grupos demandantes implicaron que el objeto problematizado, para solucionar la enfermedad de Chagas, cambiase de los ranchos a las vinchucas y, por último, al *trypanozoma Cruzi*. La definición del objeto de investigación fue la que condicionó la dinámica de intervención social para solucionar el problema. El tipo de solución social propuesta dependió del objeto que se problematizó científicamente. A su vez, la elección del objeto problematizado dependió de los actores que movilizaron el problema social.

En este sentido, los objetos científicos permiten retomar las nociones discutidas en los apartados anteriores. Por un lado son los intereses y recursos habilitados por los grupos demandantes los que condicionan la producción de un determinado objeto a investigar (Kitsuse y Spector, 1973). Por otro lado, es la construcción del objeto de investigación la que define su agencia para resolver el problema en cuestión (Callon, 2006). Estos aportes iluminan la estrecha articulación entre grupos demandantes y procesos de producción de conocimiento orientados a resolver problemas. Dicha articulación se encuentra en el objeto que define cognitivamente un fenómeno como socialmente problemático. Dicho objeto es el que condiciona nuevas intervenciones sociales, en términos de soluciones, así como procesos de redefinición cognitiva del problema social (Kreimer y Zabala, 2008).

La definición de un objeto científico produce no solo una representación respecto a qué es verdadero y qué es falso (o qué es natural y qué no) (Latour, 1983), sino también qué está bien y qué está mal en términos morales; es decir, qué constituye un problema social y qué no (Kitsuse y Spector, 1973). Señalé que son las expectativas, los intereses, los instrumentos y los valores de los actores enrolados en los grupos demandantes los que constituyen las relaciones de recursos involucradas en la construcción de un objeto científico (Knorr Cetina, 1996). Además, hay que señalar que dichas expectativas, intereses, instrumentos y valores son los que interpretan/definen un determinado objeto como problemático o no. Todos dichos elementos son los que permiten interpretar que un determinado fenómeno se ajusta o no a las normas y valores que orientan la acción colectiva (Gusfield, 1984). Este último hecho explica por qué algunos fenómenos que enmarcan discusiones públicas actuales (el aborto, el cambio climático, el Covid-19) son percibidos como “problemas urgentes de resolver” por particulares grupos activistas y no así por otros. Sin embargo, y atentos a no caer en un reduccionismo sociológico respecto de la construcción de problemas sociales, debemos observar que la definición de la problemática en cuestión no solo remite a las normas y los valores de los grupos demandantes, sino también a sus capacidades materiales e instrumentales para instalar en las agendas públicas sus preocupaciones. En términos de Latour (1983), podríamos plantear que la

construcción de un problema relevante depende de las capacidades materiales de los grupos demandantes para “tender rieles” que movilicen, de forma estable, sus objetos de investigación en el espacio público. Un problema público no es relevante por ser “verdadero” (en el sentido de que no es construido). Por el contrario, un problema público deviene verdadero (en términos de su agencia para instrumentar soluciones públicas) por estar bien construido (Latour, 2017).

En un trabajo reciente que debate contra de los “pseudo escépticos” del cambio climático, Latour (2017) llama a tener confianza en las instituciones científicas. Plantea que la objetividad de la ciencia reside en la objetividad material de sus cadenas de investigación. Esta objetividad material es la que permite rebatir las objeciones de los escépticos, en tanto los argumentos de estos últimos no articulan ninguna materialidad (en términos de instituciones, instrumentos, objetos, etc.). Además de la valoración correcta del carácter material de las redes científicas frente a las materialmente insustanciales críticas de los escépticos, hay que agregar las formas sociales diversas en las que se asigna validez a una afirmación para comprender cómo se rebaten las objeciones. En este sentido, Jasanoff (2010) argumenta que la virtud de la ciencia no puede constituirse diferencialmente de la virtud en la sociedad: las dos son inseparables, están cortadas por las mismas “tijeras culturales” y cosidas con los mismos arreglos éticos y políticos. Construir regímenes fundamentados en verdades fuertes requiere prestar atención por igual a la construcción de instituciones materiales y normas.

110

Los objetos de investigación se pueden comprender a partir de cómo articulan imaginarios sobre un devenir social científicamente sustentado. Así, los objetos científicos unen la normatividad de la imaginación con la materialidad de las redes instrumentales que los constituyen. Pueden ser pensados como visiones sostenidas y realizadas colectivamente de futuros deseables (o de resistencia contra lo indeseable cuando representan problemas), que están animadas por la comprensión compartida de formas de vida y un orden social alcanzable a través de los avances en la ciencia y la tecnología (Jasanoff, 2015).

Usaremos un ejemplo para ilustrar la relevancia de estudiar los objetos problematizados en el marco del desarrollo de problemas sociales, más específicamente cómo la construcción de un ente “natural” puede significar/evidenciar que existe un problema a la luz de determinadas expectativas sociales. Para ello retomamos el estudio sobre los problemas pesqueros en Argentina a lo largo del siglo XX (Sosiuk, 2020). En líneas generales, la pesca fue criticada por su insuficiente desarrollo respecto a otras actividades económicas (en particular la explotación agroganadera). Sin embargo, si uno analiza con detalle cómo fue problematizada la pesca a lo largo de esos cien años, se puede observar que el objeto que fue investigado varió significativamente. A comienzos del siglo XX y hasta la década de 1930, los principales actores que problematizaron la pesca fueron pescadores artesanales bonaerenses junto a naturalistas del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Este grupo problematizó la pesca a partir de estudios taxonómicos. La variedad de peces identificados por los taxonomistas visibilizó que el Mar Argentino tenía diferentes peces que explotar y que, por ende, había que extender la pesca más allá de la costa de Buenos Aires. Hacia mediados del siglo XX, las investigaciones pesqueras se institucionalizaron en el

Estado. Los investigadores del Ministerio de Agricultura y Ganadería Nacional tomaron como objeto de investigación las cadenas alimenticias bioeconómicas. Este objeto permitió pensar que la explotación de los recursos marinos estaba estrechamente vinculada con procesos de transporte, comercialización e industrialización. Por este motivo, comenzó a ser problematizada la falta de una industria pesquera nacional fuerte. La década de 1960 dio cuenta de la llegada de grandes capitales extranjeros a los caladeros nacionales. En el marco de programas financiados por la Food and Agriculture Organization, el objeto de investigación volvió a cambiar: ya no fueron los taxones ni las cadenas bioeconómicas, sino las poblaciones de peces. El hallazgo de que en el Atlántico Sur había poblaciones de peces muy abundantes permitió pensar que era rentable su explotación para los grandes capitales extranjeros. Por este motivo, se problematizó el monopolio de la pesca en el Mar Argentino para los capitales nacionales porque no tenían la capacidad tecnológica para explotar las poblaciones de recursos en el Atlántico Sur.

Más allá de que en apariencia existió una preocupación compartida en los problemas analizados (cómo fomentar la pesca), el objeto de investigación cambió (el taxón, las cadenas alimenticias bioeconómicas, las poblaciones de peces) en función de los actores y marcos institucionales que participaron del problema (pescadores artesanales junto a naturalistas, organismos estatales de investigación, organismos internacionales de ayuda para el desarrollo). Cada objeto evidenció/significó un problema distinto. Los taxones “evidenciaron” un problema porque la pesca no estaba suficientemente diversificada. Las cadenas bioeconómicas “evidenciaron” un problema porque la industria nacional pesquera no estaba desarrollada. Las poblaciones de peces “evidenciaron” un problema porque los capitales extranjeros no las estaban aprovechando.

La significación de cada problema remitió a las características “naturales” que definieron a los objetos científicos: los taxones eran diversos por “naturaleza”, las cadenas bioeconómicas conectaban la pesca con la industria por “naturaleza”, las poblaciones de peces eran suficientemente abundantes por “naturaleza”. Así, la “evidencia” del problema remite a la agencia del objeto científico en tanto representante de la naturaleza (Latour, 1983). Sin embargo, también remite a las expectativas de particulares actores respecto a para qué sirve un determinado objeto (Jasanoff, 2015): las variedades de peces servían para diversificar las capturas, las cadenas bioeconómicas para organizar la industrialización del país, las poblaciones de peces para hacer rentables las inversiones.

El análisis de la construcción de objetos científicos por parte de grupos demandantes nos permite comprender los mecanismos a partir de los cuales un hecho se impone de manera colectiva como problemático frente a toda duda y crítica; o sea, cómo oculta su carácter de construido. Kreimer (2011) plantea que, cuando los investigadores participan en la construcción de problemas sociales, realizan varias acciones simultáneamente: definen ciertos entes como si fuesen “naturales”, prometen que investigarlos podría contribuir a solucionar el problema y se arrojan ser sus representantes legítimos. En este sentido, los investigadores construyen dos ficciones. En primer lugar, presentan su objeto de investigación como si fuese un ente natural, o al menos un fiel representante de la naturaleza. La segunda ficción

refiere al esfuerzo del científico en presentar su abordaje del problema como si fuese el único capaz de dar soluciones y, así, descartar otros. Esto implica que los investigadores ocultan todos los procesos sociales que median entre el progreso de las investigaciones y su traducción en desarrollos tecnológicos que conducirían a solucionar el problema. La ficción de “naturaleza” presente en los objetos científicos permite a los grupos demandantes, en particular a los científicos, presentarse como los portavoces legítimos de un supuesto “problema objetivo”; es decir, una condición indeseable no solo para aquellos que movilizan el problema, sino para el público o la sociedad en general. La fuerza de la ficción se traduce en la naturalidad con la que algunos problemas entran en las agendas públicas y condicionan intervenciones sociales orientadas por soluciones. Comprender dicha naturalización de un problema implica analizar los mecanismos a través de los cuales se ocultan/silencian/integran subordinadamente voces disidentes (tanto al interior como por fuera de los grupos demandantes). Ningún problema se impone con naturalidad sin desnaturalizar/distorcionar otras formas de comprender el mundo (Cefaï, 2011).

Las ficciones científicas nos conducen a problematizar cómo los objetos de investigación naturalizan cursos de acción social y estructuran relaciones de poder. Latour (2017) identificó dos variedades al respecto. La primera remite a algunas investigaciones sociológicas típicas del siglo XIX que presentaron una cierta “naturaleza” de la sociedad y sus supuestos caminos evolutivos. Este tipo de naturalización justificó el exterminio de las “razas inferiores”, entre otras atrocidades. Posteriormente, las humanidades alertaron sobre los efectos nefastos de dicha naturalización de la vida social. Sin embargo, aún hoy sobrevive otro tipo de naturalización científica: la naturalización de la naturaleza. Con esto Latour refiere a la atribución por parte de los investigadores a sus objetos de investigación de ciertos atributos naturales. Esta naturalización sigue teniendo efectos políticos en tanto nos indica qué podemos hacer y qué no con la naturaleza. Lo que los objetos científicos indican/evidencian por “naturaleza” no tiene nada de natural: son construcciones (y bastante bien fabricadas) materiales y simbólicas que refieren a intereses bien concretos. En este sentido, desarmar las ficciones científicas no solo tiene un interés teórico, sino también político en tanto pone de manifiesto los efectos sociales de las investigaciones orientadas a resolver problemas (Kreimer, 2011).

Conclusiones

La sociología sobre problemas sociales posmertonia tematizó cómo la constitución de grupos demandantes, que caracterizan un fenómeno como indeseable u problemático (Kitsuse y Spector, 1973), implica cierta forma de pensarlo y conocerlo. Gusfield (1984) observó que un fenómeno inmoral es, a su vez, uno desconocido e incomprensible y explicó cómo se organizan instituciones sociales para investigarlo, definirlo y reorganizar la sociedad. Por su parte, la sociología sobre procesos de producción de conocimiento posmertonia analizó cómo la construcción de problemas científicos implica articular problemáticas de actores diversos y recursos materiales heterogéneos (Knorr Cetina, 1996). También analizó cómo los objetos de investigación tienen agencia en la definición de proyectos de sociedad orientados por problemas y posibles soluciones científicas (Callon, 2006).

Así, ambas corrientes se preocuparon (de manera más o menos directa) por la relación entre problemas sociales y de conocimiento. Sin embargo, sus marcos conceptuales particulares implicaron ciertas limitaciones analíticas. La sociología de los problemas sociales solo lateralmente analizó la agencia de los objetos científicos en la redefinición naturalizada de objetivos colectivos y el ocultamiento, el silenciamiento y la integración subordinada de enfoques divergentes. Por su parte, la sociología de los procesos de producción de conocimiento no analizó suficientemente el rol de la constitución de grupos demandantes y cómo se organizan (a partir de una cierta división de roles y relaciones de autoridad relativas) para producir un problema en términos científicos y movilizarlo como una cuestión pública.

Para articular las discusiones presentadas, queremos proponer el concepto de “objeto problemático”. El concepto refiere a que es el producto del trabajo de un determinado grupo demandante en función de sus intereses, valores y formas de problematizar los fenómenos (Kitsuse y Spector, 1973). La presentación del objeto problemático como una cuestión pública implica el articulado de redes de investigación que permiten movilizar, de manera estable, las preocupaciones y hallazgos de los grupos demandantes a través de la sociedad y presentar su problema como el problema de otros (Gusfield, 1984). En este sentido, el éxito del objeto problemático para presentarse como una cuestión pública depende de su buena construcción; es decir, de su capacidad para circular de manera estable más allá de los límites de la organización que lo produce (Latour, 1983).

Asimismo, el concepto de objeto problemático refiere a la agencia social y política que tienen los hechos científicos una vez que toman el carácter ficcional de ser representantes de la “naturaleza” y la solución “objetiva” a un problema social (Kreimer, 2011). Lo que indican/evidencian los objetos problemáticos no es ajeno a ciertas formas de interpretar qué es un peligro, qué es un problema y qué tipo de objetivos colectivos buscamos como sociedad (Jasanoff, 2015). Tampoco es ajeno a los intereses de los científicos, firmas, instituciones públicas y organismos internacionales que apoyan las investigaciones (Knorr Cetina, 1996). Cuando los objetos científicos “evidencian” un problema, delimitan qué podemos hacer y qué no por y con la “naturaleza”. Dicha evidencia está en función de los valores, recursos e intereses que participan de la construcción y movilización del objeto problematizado (Latour, 2017). En este sentido, los objetos problemáticos unen las movilizaciones colectivas con la agencia de los conocimientos científicos (Jasanoff, 2015). Esta agencia cristaliza en la autoridad de los grupos demandantes para representar, ser los portavoces legítimos de un problema y delimitar las soluciones tecnológicas, políticas y legales “objetivas”. En este sentido, los objetos científicos tienen una agencia material bien concreta en tanto redefinen los medios a través de los cuales es posible reordenar la sociedad (Kreimer y Zabala, 2008).

En este sentido, creemos que es valioso cuestionar el rol de los sociólogos en el estudio de las dinámicas de construcción científica de problemas sociales. ¿Cuáles son sus relaciones de recursos? ¿Qué tipo de intereses los movilizan? ¿Cómo traducen sus preocupaciones en problemas de terceros? ¿Cómo movilizan sus soluciones para traducirlas en instrumentos políticos? ¿Cómo el acceso a redes y recursos de investigación transforma sus agendas? ¿Cómo construyen un futuro deseable de manera “objetiva”, o sea, más allá de todo cuestionamiento social? Si no

damos respuestas a estas preguntas, entonces podríamos pensar que los sociólogos son espectadores ajenos a los problemas sociales que investigan. Esta ficción en nada ayuda a comprender la compleja dinámica implícita en el análisis sociológico de problemas sociales (excepto a los sociólogos mismos, ya que aparecerían como los portavoces legítimos de un problema dado). En estos últimos meses, científicos de todas las áreas se abocaron a problemas “obvios”, “relevantes por sí mismos”, “más allá de toda crítica”. Pensamos en el Covid-19. Proponer una agenda de investigación para resolverlo implica, al menos para los sociólogos, pensar quiénes financian sus investigaciones y qué efectos tienen sus soluciones para la gestión de la vida humana y no humana investigada. No podemos ser ingenuos respecto a los problemas que indagamos y el tipo de solución que proponemos.

Por más aberrante que consideremos un fenómeno, de ninguna manera podemos pensar que constituye un problema relevante por sí mismo. Parafraseando a Marx: un esclavo es un esclavo, solo deviene un problema social en el marco de determinadas relaciones sociales. Como señaló Kreimer (2019), antes de dar respuesta a un problema, debemos analizar cómo lo construimos como tal.

Bibliografía

Bloor, D. (1976). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.

Callon, M. (1984). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. *The Sociological Review*, 32(1), 196-233.

Callon, M. (1998). El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico. En M. Domenech y F. J. Tirado (Eds.), *Sociología simétrica* (77-105). Madrid: Gedisa.

Callon, M. (2006). Luchas y negociaciones para definir qué es y qué no es problemático: La socio-lógica de la traducción. *REDES*, 12(22), 23-58.

Cefaí, D. (2011). Diez propuestas para el estudio de las movilizaciones colectivas. De la experiencia al compromiso. *Revista de Sociología*, 26, 137-155.

Durkheim, E. (1989). *El suicidio*. Madrid: Ediciones Akal.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (1998). The endless transition: a 'Triple Helix' of university industry government relations. *Minerva*, 36(3), 203-208.

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*, 29(2), 109-123.

Fujimura, J. H. (1992). Crafting science: Standardized packages, boundary objects, and “translation”. *Science as practice and culture*, 168, 168-169.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: Sage.

Gieryn, T. F. (1983). Boundary-work and the demarcation of science from non-science: Strains and interests in professional ideologies of scientists. *American Sociological Review*, 8, 781-795.

Gusfield, J. (1975). Categories of ownership and responsibility in social issues: Alcohol abuse and automobile use. *Journal of Drug Issues*, 5(4), 285-303.

Gusfield, J. (1984). *The culture of public problems: Drinking-driving and the symbolic order*. Chicago: University of Chicago Press.

Ibarra, P. (2008). Strict and Contextual Constructionism in the Sociology of Deviance and Social Problems. En J. A. Holstein y J. F. Gubrium (Eds.), *Handbook of constructionist research (355-373)*. Nueva York y Londres: The Guilford Press.

Jasanoff, S. (2010). A new climate for society. *Theory, Culture & Society*, 27(2-3), 233-253.

Jasanoff, S. (2015). Future imperfect: Science, technology, and the imaginations of modernity. En S. Jasanoff (Ed.), *Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power (5-54)*. Chicago: University of Chicago Press.

115

Kitsuse, J. I. y Spector, M. (1973). Toward a sociology of social problems: Social conditions, value-judgments, and social problems. *Social problems*, 20(4), 407-419.

Knorr Cetina, K. (1981). *The manufacture of knowledge*. Nueva York: Pergamon.

Knorr Cetina, K. (1996). ¿Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia. *REDES*, 3(7), 129-170.

Kreimer, P. (1999). De probetas, computadoras y ratones: La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia. Bernal: Universidad nacional de Quilmes.

Kreimer, P. (2002). ¿De qué objeto hablamos? Crítica a los conceptos de Triple Hélice y Nueva Producción de Conocimientos. *REDES*, 9(18), 6-46.

Kreimer, P. (2011). Desarmando ficciones. Problemas sociales-problemas de conocimiento en América Latina. In H. Vessuri (Ed.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina (127-166)*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Kreimer, P. (2019). *Science and Society in Latin America: Peripheral Modernities*. Londres: Routledge.

Kreimer, P. y Zabala, J. P. (2008). Quelle connaissance et pour qui? *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2(3), 413-439. Recuperado de: <https://doi.org/10.3917/rac.005.0413>.

Latour, B. (1983). Give Me a Laboratory and i will Raice the World. En K. D. Knorr-Cetina y M. Mulkay (Eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science* (141-170). Londres: Sage.

Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B. (2017). *Facing Gaia: eight lectures on the new climatic regime*. Cambridge: Polity Press.

Latour, B., Jensen, P., Venturini, T., Grauwin, S. y Boullier, D. (2012). 'The whole is always smaller than its parts'—a digital test of G abriel T ardes' monads. *The British Journal of Sociology*, 63(4), 590-615.

Law, J. y Mol, A. (2008). El actor-actuado: La oveja de la Cumbria en 2001. *Política y Sociedad*, 45(3), 75-92.

Merton, R. (1977). La estructura normativa de la ciencia. *La sociología de la ciencia*, 2, 355-368.

116

Merton, R. y Nisbet, R. A. (1961). *Contemporary social problems*. Nueva York: Harcourt College Pub.

Restivo, S. y Croissant, J. (2008). Social constructionism in science and technology studies. En J. A. Holstein y J. F. Gubrium (Eds.), *Handbook of constructionist research* (213-229). Londres: Sage.

Schneider, J. W. (1985). Social problems theory: The constructionist view. *Annual Review of Sociology*, 11(1), 209-229.

Shapin, S. y Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the air-pump*. Princeton: Princeton University Press.

Shinn, T. (2002). Debate: En torno a la nueva producción de conocimiento y la triple hélice. *REDES*, 9(18), 125-155.

Sosiuk, E. (2020). *¿Cuál es el problema? El rol de los científicos en la construcción de problemas sociales ligados a la actividad pesquera en Argentina en el siglo XX*. (Tesis de doctorado). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Spector, M. (2019). Constructing Social Problems forty years later. *The American Sociologist*, 50(2), 175-181. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s12108-018-9391-3>.

Weber, M. (1964). *Economía y Sociedad. Esbozo de sociología comprensiva*. México: Fondo de Cultura Económica.

Whitley, R. (2010). Reconfiguring the Public Sciences. En R. Whitley, J. Gläser y L. Engwall (Eds.), *Reconfiguring knowledge production: Changing authority relationships in the sciences and their consequences for intellectual innovation* (11-55). Oxford: Oxford University Press.

Cómo citar este artículo

Sosiuk, E. (2021). Sociología de la ciencia y sociología de los problemas sociales. Discusiones y perspectivas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(47), 95-117.

**Reciclaje inclusivo y modelos de transferencia tecnológica
en Argentina. Análisis sociotécnico de iniciativas
de reemplazo de carros cartoneros ***

**Reciclagem inclusiva e modelos de transferência de tecnologia
na Argentina. Análise sociotécnica de iniciativas
de substituição dos carros de catadores**

***Inclusive Recycling and Models of Technology Transfer in Argentina.
Socio-Technical Analysis of Initiatives to Replace
Cardboard Collectors' Handcarts***

Sebastián Careno y Pablo J. Schamber **

El carro es el medio de trabajo central para la práctica de la recolección de residuos reciclables de los cartoneros. Desde la explosión de su número en los grandes centros urbanos de Argentina, durante los primeros años del siglo XXI, una variedad de iniciativas ha buscado reemplazar dicho elemento por modelos que incorporaran mejoras en su diseño estético y funcionalidad. En esa tarea, encarada en general por profesionales provenientes del diseño industrial, no se consideró necesario analizar a fondo las características esenciales de la actividad en la cual se lo emplea. En este artículo revisamos algunos de esos intentos y analizamos dos experiencias de investigación y transferencia universitaria, que tienen en común ubicarse en un género específico de transferencia de tecnología desde organismos tales como las universidades nacionales, para el que resulta clave la interacción con los grupos y sujetos habitualmente identificados como usuarios o beneficiarios.

119

Palabras clave: recolectores urbanos de residuos; tecnología social; modelos de transferencia

* Recepción del artículo: 04/11/2019. Entrega de la evaluación final: 22/01/2020.

** *Sebastián Careno*: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: sebastian.careno@gmail.com. *Pablo J. Schamber*: CONICET. Correo electrónico: pjschamber@hotmail.com.

O carro é a ferramenta central no trabalho de coleta de resíduos recicláveis. Desde a explosão do número de catadores nos grandes centros urbanos da Argentina durante os primeiros anos deste século, várias iniciativas desejavam substituir esse elemento por modelos que incorporassem melhorias estéticas em seu design e funcionalidade. Nesta tarefa, realizada em geral por profissionais do desenho industrial, não foi considerado necessário analisar as características e particularidades essenciais da atividade em que é utilizado. Neste artigo, revisamos algumas dessas tentativas e analisamos duas experiências de transferência de universidades públicas, que comumente estão localizadas em um gênero específico de transferência de tecnologia de organizações como universidades nacionais, para as quais a interação com grupos geralmente identificados como usuários ou beneficiários é fundamental.

Palavras-chave: catadores de lixo; tecnologia social; modelos de transferência

Handcarts are the primary tool used by cardboard collectors (known locally as cartoneros) when gathering recyclable materials. Since the explosive rise in the number of collectors in the large urban centers of Argentina during the first years of the 21st century, a broad variety of initiatives have tried to replace this tool with models that offer improvements to its aesthetic design and functionality. It was not considered necessary for this task, generally carried out by professionals with a background in industrial design, to analyze the essential characteristics of the activity in which it is used. This article examines some of these attempts and analyzes two research and transfer experiences that belong to a specific field of technology transfer within universities, for which the interactions with groups or subjects that are commonly identified as the users or beneficiaries is key.

Keywords: urban waste collectors; social technology; transfer models

“El rol de la antropología social como disciplina en el mundo *práctico* del desarrollo económico y social es insistir que los cambios tecnológicos o de otra índole deben ser estudiados con relación a los diferentes contextos que condicionan las preferencias de los miembros individuales del grupo que pretende movilizarse” (Archetti, 2004, p. 224).

Introducción

Prácticamente todos los estudios académicos que en los últimos 20 años han abordado la actividad de los cartoneros o recuperadores urbanos¹ en la Argentina (Careno, 2014; Gorban, 2014) han hecho referencia, con mayor o menor detenimiento, a su medio de trabajo principal: el carro. Denominado según alguna variante de la familia léxica de la palabra “carro” (“carrito” o “carreta”), dicho instrumento es utilizado para el almacenamiento de los materiales que van siendo recolectados. Si bien existe una amplia variedad de modelos en función de los cuales quedan habilitadas o restringidas distintas estrategias,² en general se trata de una estructura metálica o de madera con ruedas que soporta la carga de los materiales y permite su traslado. El carro es para los recuperadores una herramienta que incide directamente en el esfuerzo físico que harán, determina cuánto y qué tipo de materiales podrán recogerse y qué distancia podrá ser recorrida. Las características que posee dicho artefacto son conjugadas con el valor comercial, el volumen y el peso de los materiales, y forma parte del cálculo en la decisión sobre cuales valen el esfuerzo de recogerlos.

En este artículo analizamos desde un enfoque sociotécnico dos experiencias de investigación y transferencia universitaria que tienen en común el propósito de introducir mejoras en las condiciones de organización y ejercicio de la actividad de los cartoneros, afectando el diseño y confección del elemento que emplean en su tarea (bolsones y carros). Se trata en una intervención que tuvo lugar recientemente en el contexto de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), mientras que la otra, un poco más atrás en el tiempo, fue desplegada en el lindante municipio de La Matanza (provincia de Buenos Aires). En ambos casos, los recuperadores involucrados pertenecen a organizaciones cooperativas con distinto nivel de proximidad respecto de las iniciativas de gestión de los residuos que se desarrollan en cada distrito.

El propósito central al describir y analizar estos casos es reflexionar sobre cierto modo de acción que caracterizan ambos abordajes y experiencias, que se ubican en un género específico de transferencia de tecnología desde organismos tales como las universidades nacionales, para el que resulta clave e indispensable la interacción con los grupos y sujetos habitualmente identificados como usuarios o beneficiarios.

1. En América Latina existen distintos términos que se emplean para hacer referencia a quienes se dedican a esta actividad. Algunos, como recicladores de base o recuperadores urbanos, son comunes a varios países; otros en cambio son más específicos: cartoneros (Argentina), catadores (Brasil) o pepenadores (México). Existen algunas denominaciones que contienen cierta carga axiológica despectiva: cirujas. En este trabajo emplearemos indistintamente recicladores, recuperadores o cartoneros, respondiendo al modo como hemos encontrado que ellos mismos se refieren a sí mismos y a sus colegas.

2. Por ejemplo, el tipo de carro (a caballo, a pie, en bicicleta) define la capacidad de carga, pero también la extensión y variedad de recorridos, la posibilidad de trasladar distintos tipos de materiales según su tamaño y peso, y de alternar esta actividad con otras (Saraví, 1994; Schamber, 2008).

En cuanto a la estructuración de este artículo, en una primera parte damos cuenta de la centralidad del carro en la actividad de los cartoneros y de cómo dicha centralidad ha sido concebida desde enfoques periodísticos, artísticos y académicos. Si bien evidencian especificidades propias de su respectivo campo, dichos enfoques coinciden y refuerzan la idea de que la tecnología empleada por los recuperadores encarna un conjunto de supuestos y sentidos movilizados en torno a la actividad con un corolario más o menos tácito: cualquier modificación focalizada en esos artefactos redundará en inmediatos beneficios de sus usuarios. Así, las iniciativas de “reemplazo” y “modernización” de los carros (especialmente de los carros a caballo) constituyen un propósito recurrente tanto desde el ámbito público como desde cierto tipo de organizaciones de la sociedad civil, dando lugar al involucramiento de “profesionales” y “expertos” en el diseño de artefactos alternativos. Sin embargo, como señalaremos al cierre de esta primera parte, se trata de elaboraciones concebidas desde una lógica *top-down* que presta escasa o nula dedicación tanto a comprender el sistema de actividad y las necesidades de los usuarios como a evaluar las condiciones objetivas de adopción por parte de municipios, organizaciones o individuos.

En la segunda parte presentamos los dos estudios de caso derivados de la participación directa de los autores en experiencias de investigación y transferencia académica llevadas a cabo tanto en CABA como en La Matanza. A diferencia de las experiencias caracterizadas anteriormente, ambos estudios atienden las perspectivas y los conocimientos elaborados por los propios cartoneros, problematizando la dicotomía que opone “desarrolladores expertos” a “usuarios pasivos”.

Finalmente agregamos algunos comentarios finales y reflexiones sobre el camino recorrido, contrastando los puntos de partida lineales y deterministas de la relación entre cambio social y cambio tecnológico, y proponiendo orientaciones alternativas al modelo de transferencia lineal que caracteriza gran parte las iniciativas que procuran mejorar las condiciones de trabajo de los recicladores a partir de intervenir sobre los vehículos utilizados en su labor cotidiana, sesgo que sin dudas puede advertirse también en otras acciones dirigidas a la población cartonera (promoción de la figura jurídica cooperativa, construcción de infraestructura para la clasificación de los residuos, otorgamiento de compactadoras y otros equipamientos, distribución de contenedores en el espacio urbano) u otros grupos vulnerables.

1. Intervenciones sobre el carro cartonero: entre la innovación y el determinismo

1.1. La centralidad del carro en las primeras miradas sobre el fenómeno cartonero

Tanto a ojos de la opinión pública como de la mirada especializada, una de las características más llamativas de la labor de los recuperadores de residuos reciclables ha sido la utilización de un carro o carreta. Este es empleado como medio para almacenar los materiales que recuperan a medida que avanzan en sus itinerarios por la vía pública. Tomados tanto del ámbito periodístico como así también del artístico y del científico y tecnológico, los variados ejemplos que se exponen a continuación permiten ilustrar y detallar esta afirmación inicial.

A poco de desatada la crisis política y económica de Argentina a fines de 2001,³ la prensa escrita reparaba en este detalle para dar cuenta de la magnitud y proyección de un fenómeno que ganaba visibilidad día a día. La referencia al carro reforzaba la representación de este nuevo sujeto emergente de la crisis, en términos de otra velada amenaza que se cernía sobre el precario orden social que organizaba la vida cotidiana de las clases medias porteñas en aquel entonces. Así, el arranque de una nota periodística firmada por Evangelina Himittian advertía: “Es un ejército de sombras que se desplaza con sigilo antes de que las luces de la ciudad se apaguen por completo. Cada uno avanza con un carro, unas cuantas bolsas, un gancho, una trincheta o algo con qué cortar” (*La Nación*, 1 de julio de 2001). En este pasaje, el carro de tracción humana hace las veces de apoyo logístico de este primitivo ejército proveniente del hinterland conurbano en su avance sobre la ciudad. En otra conocida crónica, Vicente Muleiro detallaba: “Los changuitos que alguna vez circularon por Disco, Coto o Carrefour son el vehículo popular y uno de los más baratos, los cartoneros los consiguen por unos quince pesos. Pero hay carretas de última generación, un esqueleto de fierro, masa y ruedas de autos, una bolsa plástica que se infla con cien o ciento veinte kilos de residuos. En talleres barriales y caseros los venden, según la calidad del rodaje, a unos 80 o 100 pesos” (*Clarín*, 27 de octubre de 2002). En esta referencia, el carro se caracteriza con pormenores, priorizando un registro informativo destinado a instruir a los lectores en las claves de esta nueva práctica urbana. Así, al integrar al cartonero y su herramienta en una red socioeconómica más densa, el autor parece indicar que, antes que una existencia fugaz y contingente a la crisis, el cartoneo haría parte constitutiva del paisaje urbano poscrisis.

Desde el campo artístico, numerosas obras e instalaciones focalizaron en el valor estético-político del carro como expresión taxativa del fenómeno cartonero y sus significaciones sociales y culturales. Entre 2002 y 2005 la artista Matilde Marín elaboró el proyecto fotográfico “Bricolage Contemporáneo”, donde dedica una serie denominada “La necesidad” a fotografiar distintos modelos de carros utilizados por recicladores en ciudades como Buenos Aires, Santiago de Chile o San Pablo. Desde su perspectiva, “un cartonero se define objetualmente por el vehículo con el que traslada las cantidades de material recuperado (...) Lo que llama la atención de los artistas es un tipo de movilidad que se lee forzosamente como resistencia social. Lo que ya hemos denominado ‘tracción a sangre’ invierte una tecnología corporal que pone en movimiento un artefacto que carece de reconocimiento oficial” (Marín, 2005, pp. 43-44). Casi una década antes, en 1990 la artista Liliana Maresca pidió prestado un carro repleto de objetos y materiales recuperados a “botelleros” que vivían en el Albergue Warnes.⁴ Dicho carro se exhibía tal como había sido entregado, acompañado de otro carro cargado de objetos reales, pero que la artista intervino pintándolos enteramente de color blanco. La composición se completaba con dos pequeñas esculturas que representaban carros cargados de materiales elaboradas con bronce fundido, una

3. Existe una extensa literatura sobre las consecuencias de las políticas aplicadas en Argentina durante la década de los 90. Un buen resumen puede encontrarse en Svampa (2005).

4. Conjunto edilicio que existió entre 1951 y 1991 sobre la Avenida Warnes y que fuera abandonado en avanzado estado de construcción y lentamente ocupado por familias que lo fueron identificando como el Albergue Warnes.

de las cuales fue bañada en plata 1000 y la otra en oro de 24k. Como señala la crítica cultural Ksenija Bilbija (2014), Maresca utilizó el montaje para escenificar un diálogo entre el carro real y la creación artística, denunciando la cosificación de las prácticas culturales del capitalismo: el carro es primero descontextualizado y luego blanqueado, reducido y camuflado en plata y oro, ajustándose a los criterios estéticos de decoración propios de una residencia opulenta donde bien pudiera exhibirse. En efecto, la muestra fue presentada en el Centro Cultural Recoleta en diciembre de 1990 bajo el irónico título de “Recolecta”,⁵ y fue acompañada de textos de Fabián Lebenglick, en los cuales, en pleno auge del neoliberalismo en democracia, se advertía: “Tiemblan los propietarios por la proliferación incontenible del cirujeo. Pero este *lumpen* en ascenso es el protagonista de la nueva Argentina...”.

En estos y otros ejemplos, el carro cartonero cobró valor indexical al objetificar una estética de la degradación y la debacle, que tensionaba la retórica de la modernización y el Primer Mundo que caracterizaba el discurso público de los gobiernos de Menem y De la Rúa, contemporáneos a la producción de estas obras.

En el mundo académico, particularmente desde las ciencias sociales, el abordaje del fenómeno cartonero se dio también en forma temprana, señalando su relación con la degradación de las condiciones de vida de amplios sectores de la población, producto de la implementación de décadas de programas de ajuste estructural y reforma del estado, especialmente en las grandes metrópolis (Salcedo, 1994; Fajn, 2002; Schamber y Suárez, 2002; Paiva, 2004; Dimarco, 2005; Gorbán, 2005). Si bien en todos los casos se destaca la importancia del carro tanto para la realización de la actividad como en términos de un medio de trabajo que posibilita elaborar o reafirmar identidades sociales, se trata de descripciones someras hechas sobre dicho instrumento como parte de una caracterización general de la actividad. No obstante, en trabajos posteriores algunos autores proveyeron una caracterización tipológica y funcional del carro en tanto herramienta de trabajo. Así, Schamber (2008) recupera las diferentes variaciones morfológicas y ergonómicas, pero no en forma descontextualizada, sino en relación con los conocimientos y rutinas prácticas elaboradas por los cartoneros en labor cotidiana. Del mismo modo, Gorbán (2014) sostiene que el carro se conjuga con el cuerpo, conformando dos elementos fundamentales al momento de decidir sobre cargar o no determinado material. Una referencia particular merece el trabajo de Abduca, quien, recuperando una perspectiva etnográfica sobre cultura material, aporta una caracterización detallada de la “carreta” empleada por sus interlocutores de José León Suárez en sus recorridos:

“La carreta es el centro del mundo cartonero, el núcleo de estas prácticas (...) La carreta se compone, básicamente, de una estructura de metro y medio de alto, con dos manijas. Cuando la carreta está en posición de descanso, las manijas sobresalen del cuadro, a dos metros de altura. Este cuadro vertical está soldado a otro cuadro horizontal, de unos 80 cm por 80, donde se coloca

5. Cabe señalar que el centro cultural se encuentra ubicado en el barrio homónimo (Recoleta), zona residencial, tradicional y próspera de la ciudad, donde los inmuebles tienen una de las cotizaciones más elevadas.

una madera para que haga de piso, para soportar el peso del bolsón. Abajo: un eje con dos mazas, dos rodamientos para las dos ruedas (de auto o de moto) (...) Para transportar, hay que bajar la carreta. El cartonero se cuelga de esos manubrios verticales que están sobre la altura de su cabeza, inclina la carreta (que, si está llena, será una operación que se hace no sin esfuerzo) hasta que las manijas queden a la altura de sus hombros, para luego caminar traccionando, con las manijas al costado de los hombros, a un ritmo de marcha, o de trote lento si es necesario. Las piernas, la espalda, las caderas hacen el mayor esfuerzo durante la marcha, mientras los brazos flexionados sujetan firme las manijas, acompañando la tracción en una posición (las manos adelante y arriba de los hombros, los codos hacia adelante) que a la larga los adormece. Los brazos trabajan más al iniciar el recorrido —es decir lo que se llama 'bajar la carreta' y al terminarlo —'largar la carreta'" (Abduca, 2011, p. 190).

Estas referencias aportaron una valiosa clave de lectura sobre el carro en tanto artefacto, señalando que, lejos de constituir mediadores “externos” de la práctica cartonera, resultaban sus objetos constitutivos, así como de las distintas modulaciones que fue adquiriendo a lo largo del tiempo.

Estas primeras miradas sobre el carro cartonero que sintetizamos para cada ámbito reconocen diferencias evidentes. En este sentido, desde la prensa escrita las referencias al carro reforzaban el registro metafórico del fenómeno cartonero como amenaza o riesgo latente. En contraposición, desde el medio artístico el carro va a encarnar un ícono resistente que moviliza un sentido contracultural manifiesto. Finalmente, desde las ciencias sociales, el carro participa activamente en el proceso de producción material y simbólica de este “novedoso” fenómeno. No obstante sus perspectivas complementarias o divergentes, el común denominador a todas ellas está dado por la centralidad que adquiere este particular artefacto. De algún modo no resulta aventurado señalar que, más allá de las diferentes posturas, la idea de un cartonero sin su carro resultaba prácticamente inconcebible.

125

Como desarrollamos en el siguiente apartado, una evidencia indirecta que reafirma esta idea está dada por la recurrencia de iniciativas de gestión pública destinadas a “modernizar”, “transformar”, “reconvertir”, “reemplazar” y “dignificar” el trabajo de los cartoneros a partir, justamente, de intervenir sobre su principal medio de trabajo.

1.2. El reemplazo del carro como *leitmotiv* en la política pública

Con el correr de los años, y en correspondencia con el creciente grado de organización del sector, la labor de los cartoneros fue alcanzando mayores niveles de reconocimiento y legitimidad social, llegando incluso a ser integrados en los sistemas oficiales de gestión de residuos municipales (Saidón y Verrastro, 2017; Shammah, 2009; Sorroche, 2016; Suárez, 2016). Lejos de resultar un proceso lineal, progresivo y virtuoso, este reconocimiento e integración implicó dinámicas complejas no exentas de conflictos y disputas, en tanto también requirió profundas transformaciones a nivel de las trayectorias y prácticas que habían definido históricamente sentidos de identidad y pertenencia entre estas poblaciones (Angélico y Maldován Bonelli,

2008; Villanova, 2015). Estas transformaciones, que algunos autores han abordado en términos de procesos de creciente gubernamentalización de estas poblaciones, tuvieron expresión tanto a nivel de las formas de nominación, reemplazando categorías de autoadscripción tales como “carreros”, “cartoneros” y “cirujas” por aquellas más asépticas de “recuperadores urbanos” y “recicladores de base” (Sternberg, 2013); como en sus modalidades de organización del trabajo, a partir de la homogenización de formas de agrupamiento basadas en lazos de parentesco y afinidad, bajo la “forma cooperativa” promovida desde las políticas públicas (Careno y Fernández Álvarez, 2011); así como también de sus medios y condiciones de trabajo, pasando del trabajo en vía pública a espacios cerrados semindustriales, y reemplazando carros y carretas por otros vehículos “modernos” de carga (Demarchi y Galimberti, 2018).

En efecto, considerando las iniciativas de política pública destinadas al sector, aquella que por lejos resulta la más frecuente focaliza casi exclusivamente en el reemplazo de los carros utilizados por carreros y cartoneros por otro tipo de vehículos. Esto se conjuga estrechamente con la proliferación de iniciativas para la prohibición de la tracción a sangre (TAS) en centros urbanos, impulsadas por ONG “animalistas” que presionan a los gobiernos municipales incriminando la labor realizada por cartoneros, cirujas y botelleros que emplean carros tirados por caballos. Tal como señala Carman (2017), estas acciones promueven una visión humanizada de los animales que encuentra correspondencia con una perspectiva biologizante de los humanos, que prodiga a unos (animales) los atributos que niega a otros (humanos, carreros-cartoneros), desplegando nuevas formas de estigmatización sobre estas poblaciones. En este marco, para buena parte de las administraciones locales, la posibilidad de reemplazar los carros a caballo por otro tipo de vehículos pareció ofrecer una solución plausible y ecuánime para resolver la controversia, puesto que no implicaba prohibir la actividad que realizaban los carreros en sí, sino modificar sus condiciones de realización, evitando de este modo escalar el conflicto con las poblaciones de carreros. Así, desde que en 2006 la municipalidad de Río Cuarto (provincia de Córdoba) propuso reemplazar los carros de tracción animal por vehículos de motocarga adaptados localmente, denominados “zootropos” (*La Nación*, 2006), la idea no dejó de intentar ser replicada a lo largo y ancho del país. Un relevamiento rápido de referencias en Internet permitió identificar más de 25 iniciativas municipales similares que empleaban motocargas, motos o bicicletas eléctricas.⁶ Los argumentos esgrimidos para impulsar estas iniciativas incluían la búsqueda de alternativas ante la sanción de ordenanzas de prohibición de la “tracción a sangre”, la asociación entre la “modernización” de sus medios de trabajo y la “dignificación” de su labor, así como el mejoramiento de la “eficiencia” de la recolección diferenciada. Sin embargo, en ningún distrito el reemplazo propuesto logró consolidarse fehacientemente o sin

126

6. Como ejemplo de esas experiencias, se adjuntan enlaces a algunas de ellas: Villa Mercedes, San Luis (2018): <https://www.eldiariodelarepublica.com/nota/2018-12-18-8-52-0-trece-carreros-recipientes-las-primeras-motocargas-0-km-en-villa-mercedes>; Salta Capital (2017): <http://www.radionacional.com.ar/tag/plan-de-reconversion-integral-de-la-familia-carrera/>; Berazategui (2019): <http://www.snonline.com.ar/prohben-a-los-cartoneros-usar-caballos-y-a-cambio-les-entregarn-bicicletas-elctricas-35938>; Corrientes Capital (2012): <https://www.lanueva.com/nota/2012-8-31-13-14-0-corrientes-reemplazan-vehiculos-de-traccion-a-sangre-de-cartoneros>; y Resistencia (2010): <http://www.diarionorte.com/article/53409/barbetti-confirma-el-proyecto-de-reemplazar-a-los-carros-de-los-cartoneros-por-las-motocargas->.

acciones de resistencia por parte de sus usuarios. En la gran mayoría de los casos, sus “beneficiarios” terminaron por rechazar el uso de estos vehículos para reemplazar sus carros, ante la falta de adecuación de las nuevas herramientas en relación a sus prácticas habituales (menor volumen de carga, falta de entrenamiento en su manejo, fallas mecánicas y roturas, accidentes y robos), o bien debido a la aparición de costos ocultos e imprevistos (mantenimiento, combustible, seguros, elementos de seguridad).

Resulta significativo que estas propuestas de reemplazo y reconversión involucraron la participación de profesionales pertenecientes a disciplinas académicas desde las cuales no se habían realizado previamente demasiados aportes para caracterizar ni comprender la actividad de los recolectores. De este modo, ingenieros y diseñadores industriales, junto con estudiantes y docentes de escuelas técnicas, asumieron la tarea de desarrollar nuevos artefactos con un diseño superador de los rudimentarios carros que debían ser reemplazados. Identificamos al menos una docena de diseños desarrollados tanto en fase prototipo como de producción en serie. Algunos de estos ejemplos realmente se destacaron por la audacia de sus diseños. Es el caso de EQUUS, un triciclo de carga eléctrico elaborado por diseñadores industriales de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), quienes en 2018 ganaron un concurso organizado por la Fundación YPF para desarrollar un prototipo que pudiera ser adoptado por el Sistema Eléctrico de Recolección Ecológica y Social (SERES) impulsado por el municipio de La Plata. El modelo incluía sensores inteligentes para controlar el exceso de peso y un diseño que permite estacionar en forma perpendicular al cordón para no entorpecer la circulación de otros vehículos (0221.com.ar, 2018). En 2014 otro diseñador de la UNLP había desarrollado para la municipalidad de Bahía Blanca el prototipo de TATO, una tricicleta eléctrica alimentada a energía solar, con una autonomía de 45 km y capacidad para transportar hasta 250 kg (Infoblancosobrenegro.com, 2014). Por su parte, con un estilo marcadamente futurista, el diseñador industrial Sebastián Turk, con apoyo de la ONG Franz Weber, desarrolló en Córdoba un prototipo de “Camioncito Recolector”, capaz de transportar dos personas en cabina y una carga de hasta 1000 kg, con una autonomía de 160 km. (24CON.com, 2011).

127

Más allá de las muy loables intenciones de sus diseñadores, quienes se esforzaron en elaborar diseños innovadores que utilizaran fuentes energéticas renovables y permitieran mejorar las condiciones de operación de los recicladores, resulta llamativa la marcada incongruencia de estos desarrollos y las posibilidades técnicas y financieras de las municipalidades en tanto instituciones adoptantes. Así, por ejemplo, resulta difícil pensar en multiplicar vehículos impulsados por costosos paneles fotovoltaicos (como en el caso de TATO) desde los exiguos presupuestos municipales destinados a la recolección diferenciada de reciclables. Del mismo modo, resulta igual de infructuoso imaginar la adopción de un vehículo como EQUUS con sus apenas 150 kg de carga transportable, teniendo en cuenta las largas rutas diarias que deben recorrer los recicladores, en las cuales, para volver rentable su actividad, se duplica fácilmente esa medida. Más difícil aún es pensar en las municipalidades asumirán la inversión necesaria para replicar el “Camioncito” considerando la potencia y el consumo energético requerido para transportar dos personas y una tonelada de carga por parte de una población que todavía lucha por el reconocimiento social de su actividad como un “trabajo”.

1.3. Diseños “innovadores”, modelos de transferencia tecnológica y reciclaje inclusivo desde una perspectiva sociotécnica

La marcada distancia entre la sofisticación de los diseños propuestos y las condiciones objetivas de sus contextos de implementación es una de las principales críticas que desde la perspectiva sociotécnica se hace a ese tipo de propuestas. Además, se cuestiona el sesgo determinista respecto de la relación entre cambio tecnológico y cambio social según el cual los artefactos en cuestión se consideran como un factor dado que no se problematiza, y se asume que las mejoras de diseño resultan condición suficiente para transformar las condiciones de trabajo (Thomas, 2008).

En sentido contrapuesto, el enfoque sociotécnico propone considerar a las tecnologías (de producto, proceso u organización) no como algo dado, sino como resultado de procesos de coconstrucción en los que intervienen tanto aspectos sociales como tecnológicos. Este posicionamiento se distancia tanto del determinismo social, donde las configuraciones sociales definen el repertorio de tecnologías disponibles, como del determinismo tecnológico, en el cual la dotación tecnológica decreta la forma y alcance de las relaciones sociales (Garrido, Lalouf y Moreira, 2014). De este modo, el análisis sociotécnico supone una reconstrucción analítica de las complejas y múltiples interacciones entre usuarios y herramientas, actores y artefactos, instituciones y sistemas tecnoproductivos, ideologías y conocimientos tecnológicos (Thomas, 2008). Como señalan Thomas y Fressoli (2009), la propia definición del “problema” a resolver, tanto como el desarrollo tecnológico a partir del cual se buscan “soluciones” a ese problema, no resulta unívoca ni universal, sino que admite una pluralidad de interpretaciones en función de la diversidad de actores involucrados. Por ende, desde el enfoque sociotécnico se entiende que cualquier tecnología está sujeta a una flexibilidad interpretativa, involucrando no una única definición del problema, sino dinámicas de problema-solución.

128

Thomas, Becerra y Picabea (2014) señalan que este enfoque proporciona una importante clave analítica para abordar procesos de cambio tecnológico y social vinculados a la implementación de acciones de intervención en el campo del desarrollo, en tanto declara que todo nuevo diseño tecnológico no sucede en el vacío, sino que se vincula a un determinado modelo de innovación y transferencia en el cual cobra sentido e inteligibilidad. En efecto, siguiendo a Di Stefano *et al.* (2012) y Godin y Lane (2013), es posible considerar dos modelos dominantes de innovación y transferencia tecnológica. Por una parte, aquellos impulsados desde las instituciones de ciencia y tecnología (institutos de investigación, cátedras universitarias e incubadoras tecnológicas, entre otros) que se derivan de investigaciones generalistas y luego buscan ser aplicadas a un potencial usuario. Por otra, aquellos impulsados por requerimientos específicos de un actor social o económico, que busca satisfacerse a partir de las capacidades disponibles en actores e instituciones de ciencia y tecnología (tanto públicas como privadas) para luego ser transferidas a quien lo demanda. En el contexto latinoamericano, esta última dinámica ha venido teniendo un desarrollo más amplio, evidenciando como particularidad el agenciamiento del sector científico y tecnológico público en el desarrollo de innovaciones destinadas a satisfacer demandas del sector productivo privado (Vaccarezza, 1998; Albornoz, 2001), y un activo involucramiento de las universidades nacionales en la generación

de soluciones para demandas elaboradas por movimientos sociales y otros actores del campo popular (Dagnino y Thomas, 1999).

Los ejemplos señalados constituyen también una variante de este segundo modelo, aunque el actor demandante no se corresponde con quien será el usuario concreto de la innovación, sino con un mediador público que busca impulsar acciones enmarcadas en el denominado “Reciclaje Inclusivo”.⁷ Es decir, quienes definen y jerarquizan los problemas y las soluciones tecnológicas son básicamente funcionarios municipales y no los recicladores de base, pese a que estos últimos son invocados como sus principales beneficiarios. Sus demandas (mejores condiciones de comercialización, promoción de sistemas de separación en origen, reconocimiento de su actividad como servicio público, entre otras) resultan subordinadas frente a otras prioridades vinculadas al ejercicio de la gestión pública, tales como necesidad de encontrar alternativas para los carros, a veces por razones de estética urbana, otras por la prohibición de la tracción animal. Incluso pueden estar vinculadas a brindar soluciones a problemáticas conexas, tales como la promoción del uso de fuentes energéticas renovables y no contaminantes en los sistemas de logística y transporte urbano.

Existe una rica literatura que aborda el rol de los usuarios en los procesos de innovación tecnológica (Oudshoorn y Pinch, 2003; Jelsma, 2003; Sánchez Criado, 2008), tanto como en los procesos innovación social (Hippel, 2005; Apodaka *et al.*, 2012; Hernández-Ascanio *et al.*, 2016). En ella es posible identificar dos problemas recurrentes en el tipo de iniciativas que analizamos. Por una parte, el carácter puntual y artefactual de las innovaciones desarrolladas, y por otra, el tipo de transferencia lineal y *top-down* en el cual se enmarca la articulación con sus futuros usuarios o adoptantes.

129

En relación con el primero, podemos señalar que un problema complejo y multidimensional como la gestión integrada e inclusiva de residuos no puede resolverse desde una intervención puntual que ataca solo una parte de ese problema: reemplazar el carro por vehículos que no utilicen tracción animal. Dicho de otro modo, este enfoque supone pensar que el problema más significativo está localizado en el artefacto sin contemplar el sistema de actividad en el cual adquiere funcionamiento (Thomas, 2008; Callen y Sánchez Criado, 2015). Así, por ejemplo, además de considerar en sus diseños cuestiones relativas al uso de fuentes energéticas renovables, o la mejora de la circulación vehicular en áreas céntricas, es preciso partir de un profundo conocimiento del uso práctico y cotidiano de las distintas alternativas de carros empleados por los recolectores, y dar relevancia a otras cuestiones clave, tales como las distancias a recorrer entre las viviendas de los recicladores y sus áreas de recolección, la multiplicidad de los usos dados al carro (transporte, fletes, venta

7. Se consideran iniciativas de reciclaje inclusivo todas aquellas acciones emprendidas desde las políticas públicas que reconocen y buscan empoderar el rol los recuperadores urbanos en los sistemas de gestión local de los residuos. A este efecto, durante la última década tiene lugar en América Latina la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRRI), que cuenta con apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del sector privado a través de empresas como Coca-Cola y Pepsico. Más información en: <https://reciclajeinclusivo.org/>.

de mercadería), así como el cálculo de costos operativos de cada modelo de carro (combustible, reparación y mantenimiento), entre otros. Resulta pertinente a este inconveniente la experiencia pionera de los “zootropos” de Río Cuarto:

“Concebido como una mera herramienta de trabajo destinada exclusivamente a la actividad de recolección y venta de papel y cartón, el zootropo fue diseñado como un artefacto estándar, descontextualizado y despojado de cualquier inscripción que remitiera al universo urbano, sus actores, prácticas y espacios característicos. No se ajusta, en términos técnicos y funcionales, a la heterogeneidad y diversidad que caracteriza las prácticas de rebusque y la tendencia a la pluriactividad de los ‘beneficiarios’. Situado en la cotidianeidad urbana, el zootropo no se adecua a las lógicas de intercambio habituales (trueques, autoconstrucción y reparación, etc.), los saberes y habilidades consuetudinarios, las formas de sociabilidad características (fundamentalmente grupales y comunitarias), a la vez que reduce las posibilidades de rebusque, limita el acceso a externalidades antes vinculadas al carromato (‘ayudas’ en vestimenta, alimento, mobiliario, etc.), y genera gastos muchas veces inafrontables. Un cambio en las variables de la macroeconomía, como el valor del combustible, por ejemplo, hecha por tierra los márgenes previstos de los ingresos y manifiesta cómo el cambio técnico por sí solo no puede sintetizar la mejora de vida” (Galimberti y Cimadevilla, 2016, pp. 115-116).

130

El segundo problema identificado en la literatura corresponde al modelo de transferencia lineal de los diseños elaborados desde un saber profesional “experto”, pero sin consideración de los conocimientos elaborados por quienes serían sus futuros “usuarios” (Juárez, 2010). En muchos casos, dicha desatención no es un simple descuido, sino una vocación por evitar los obstáculos o las interrupciones que los proveedores de dichos conocimientos podrían generar al desarrollo. Así, en lugar de mitigarlas, esta dinámica tecnocognitiva refuerza las asimetrías existentes entre unos y otros al focalizar en acciones puntuales y voluntaristas derivadas de profesionales y tecnólogos “bien intencionados” que poco tienen que ver con trabajar sistemáticamente, tanto en la definición e implementación colectiva de problemas y soluciones, desde una perspectiva colaborativa y sistémica (Juárez *et al.*, 2019, pp. 13-14). Así, por ejemplo, el uso de fuentes de energía renovable en los diseños de los sistemas de propulsión de los vehículos puede tener máxima relevancia desde la perspectiva de funcionarios que buscan aprovechar el reemplazo de los carros para dar una imagen de modernización y cuidado ambiental de la política de gestión de residuos y espacio urbanos. Sin embargo, a su vez, esa innovación puede resultar absolutamente prescindible si, en consecuencia, el mantenimiento de los artefactos se vuelve demasiado oneroso o requiere de conocimientos técnicos especializados de los que no se disponen.

El enfoque sociotécnico promueve el “codiseño” o “diseño colaborativo” en lugar de la transferencia lineal y asimétrica de tecnologías, en tanto enfatiza la importancia de involucrar a quienes serán los futuros usuarios de las tecnologías desde la etapa cero del proceso de desarrollo de una innovación (Juárez *et al.*, 2019). De este modo,

la definición de problemas (y soluciones) incorpora desde el inicio la perspectiva de sus futuros usuarios, evitando los problemas de las propuestas tecnológicas exogeneradas, en las cuales los procesos de toma de decisión en cuestiones clave son monopolizadas por los técnicos y expertos (Kenbel y Cimadevilla, 2018). Desde esta perspectiva, la inclusión de los recicladores no supone su mera participación nominal en los procesos de desarrollo de tecnologías que los involucren de una u otra manera como beneficiarios, sino más bien una activa participación que ponga en juego sus saberes y conocimientos como parte constitutiva del proceso.

Desde luego, muchas veces la lógica de los procesos de extensión y/o transferencia en los cuales nos involucramos (o nos involucran como profesionales) no están pensados desde esta lógica. Sin embargo, consideramos que es posible reorientar objetivos y metodologías de trabajo en función de esta perspectiva, que se desplaza desde un modelo lineal de transferencia exogenerada hacia modelos que promueven el codiseño y el diálogo de saberes. En la siguiente sección presentamos dos casos en los cuales asumimos esta tensión para luego compartir reflexiones acerca de los desafíos, aprendizajes, límites y posibilidades a los cuales nos enfrentamos.

2. Desarrollo de casos

2.1. Caso base para bolsones CABA

2.1.1. Contextualización del proceso de innovación

A fines de 2007 se clausuraron definitivamente los servicios ferroviarios exclusivos para recuperadores.⁸ Ante los inconvenientes suscitados frente a tal situación, las organizaciones de recuperadores y el flamante gobierno de CABA (GCABA) acuerdan la contratación de camiones (a cargo del GCABA) para trasladar los carros. Los mismos eran entregados vacíos en horario vespertino por los recuperadores en ciertos lugares de la provincia de Buenos Aires, para que fueran subidos a los camiones con los que los trasladaban hacia la CABA. Luego, los recuperadores abordaban los trenes comunes como cualquier pasajero, para encontrarse con sus respectivos carros en determinados sitios de la CABA previamente definidos, que comenzaron a ser identificados como “paradas”. Allí comenzaban su habitual recorrido recolectando materiales, tarea que solía demandarles no menos de cuatro horas. Al finalizar la jornada, el carro cargado era nuevamente entregado en la parada al camión, que lo volvía a trasladar, ahora cargado, hasta el punto de partida en la provincia. Los recolectores volvían hacia su destino en la provincia en tren común, se encontraban con sus carros y los llevaban hasta sus respectivas viviendas. Al día siguiente, los propios recuperadores o algún miembro de su familia descargaban el contenido y procedían a clasificar y acopiar los materiales en determinados espacios de la propia vivienda y el carro descargado estaba listo para comenzar a la tarde una nueva jornada.

8. Se trataba de formaciones conocidas como el “tren blanco” o trenes cartoneros, en las que los recuperadores se trasladaban munidos de sus carros desde sus lugares de residencia en el conurbano bonaerense hasta CABA, donde los residuos reciclables son más abundantes, de mejor calidad y territorialmente menos dispersos (Fraser, 2015).

Las ventas solían realizarse los sábados, abonando para ello el flete necesario para ir con los materiales al depósito.⁹

Durante 2014, a través de Contratos de Gestión Social para la prestación del Servicio Público de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos Secos, firmados entre la Dirección General de Reciclado (DGREC) dependiente del Ministerio de Ambiente y Espacio Público (MAyEP) y 12 cooperativas de recuperadores urbanos, el GCABA les adjudicó zonas exclusivas de la ciudad para la recolección de ese tipo de residuos, infraestructura para su tratamiento (Centros Verdes) y apoyo logístico para el traslado de materiales y personas. Además, se incorporaron al régimen de los incentivos¹⁰ una cantidad importante de RU. Por su parte, las organizaciones se comprometieron al efectivo cumplimiento de los términos contractuales y a incluir paulatinamente a recuperadores independientes (no pertenecientes a ninguna cooperativa) que operaran en las zonas adjudicadas. En el marco de dichos contratos, desde 2014 se ha venido desplegado gradualmente en distintos barrios de la CABA una modalidad de recolección selectiva de residuos reciclables que se conoce con el nombre de etapas, y que involucra una serie de elementos en forma simultánea: la instalación del nuevo tipo de contenedor exclusivo para esa clase de residuos (campanas) y la creación de la figura del recuperador ambiental (RA), que pasa a distinguirse del RU (principal, pero no solamente) porque recibe como incentivo una asignación mensual de casi el doble de pesos.

132

Como se verá a continuación, el cambio al sistema de etapas acarreó importantes modificaciones en la modalidad de trabajo recién descripta. Siempre en horario vespertino, los recuperadores se acercan a las paradas, ya sea por su propia cuenta (generalmente en trenes) o en los autobuses contratados por el GCABA. Una vez allí, personal de la DGREC, denominado responsable de grupo (RG), les toma asistencia. El cobro del incentivo, que se realiza a mes vencido en cuentas bancarias individuales, se relaciona con el presentismo. Es decir, se cobra la totalidad o una parcialidad del incentivo en función de la cantidad de veces que el recuperador se haya presentado a trabajar en la parada.

Una vez dado el presente, el delegado de la parada, que pertenece a la cooperativa, entrega a cada recuperador bolsones y precintos que habían sido previamente descargados en el lugar, provenientes del Centro Verde con el que se encuentran vinculados.¹¹ Cada recuperador tiene asignada la tarea de recolectar los materiales que los vecinos depositaron en determinadas campanas. En el trayecto entre una y otra campana, también retiran material reciclable provisto por algunos “clientes” (comercios, edificios). Una vez concluido el recorrido que no demanda más de dos horas, cada recuperador cierra su bolsón ajustando con fuerza los extremos superiores

9. El trabajo ya mencionado de Gorbán (2014) describe los distintos modos de acopiar y clasificar en distintos espacios del hogar, distinguiendo las situaciones entre aquellos que pueden acopiar y vender semanal o quincenalmente de quienes deben hacerlo diariamente.

10. Los incentivos son un tipo de ingreso que los recuperadores urbanos reciben del GCABA en concepto de retribución por servicios y complemento a los ingresos que perciben por la venta de los materiales que recolectan.

del mismo y espera en determinada esquina correspondiente a su zona el paso del camión de la cooperativa. Los operarios que van en el camión suben los bolsones cargados, mientras que el delegado registra la entrega. El recuperador vuelve a la parada donde espera la salida del transporte contratado por el GCABA que los llevará de vuelta a su respectivo barrio en la provincia, o bien aborda el tren por su cuenta. El camión con la totalidad de los bolsones cargados y la planilla confeccionada por el delegado se dirige al Centro Verde correspondiente, donde otros integrantes de la cooperativa, luego de registrar el peso y el nombre del recuperador responsable de cada bolsón a través de la inscripción en el precinto, continuarán esa misma noche o a la mañana siguiente con la tarea de clasificación y preparación de los materiales para la venta, ya sea mediante su enfardado, embolsado o colocación en “tachos” (como se denomina a los contenedores metálicos que se emplean en la industria de la construcción para el depósito de escombros).

Se puede apreciar como la inauguración del sistema de etapas implicó, entre otras modificaciones, la asignación de un recorrido específico (entre campanas) en una zona determinada (adjudicada por contrato a la cooperativa a la que pertenecen los recuperadores), el abandono del empleo y el traslado por parte del recuperador de su respectivo carro, y su desentendimiento de las actividades de clasificación y venta. Ahora es la cooperativa la que participa del tratamiento y comercialización de los materiales en los Centros Verdes de CABA. Al pasar a ser RA, el recuperador incrementó el monto de su incentivo y transformó el modo en que percibía ingresos por la comercialización de los materiales recogidos. Ahora la cooperativa le abona quincenalmente, en la misma cuenta donde percibe el incentivo del GCABA, un monto variable que se denomina *plus* por productividad y que guarda relación con el pesaje de los bolsones entregados individualmente.

133

En función de los comentarios surgidos en entrevistas mantenidas con varios recuperadores que se adaptaron al nuevo sistema, se aprecia una alta valoración por la mejora en la calidad de vida ocasionada con estos cambios en la modalidad de trabajo. De todas maneras, también existen comentarios que señalan ciertos inconvenientes o desventajas. Se presenta a continuación un cuadro que refleja pros y contras del cambio.

11. Los Centros Verdes son instalaciones acondicionadas para recibir los bolsones cargados con materiales reciclables. Suelen tener tolvas, cintas transportadoras y prensas para enfardar dichos materiales. Cada una de las 12 cooperativas que participan del sistema tiene un Centro Verde de referencia.

Tabla 1. Pros y contras del nuevo sistema de campanas y RA

Pros	Contras
Reducción de horas de trabajo objetos voluminosos para sí o para comercializar	Se perdió la posibilidad de recolectar (electrodomésticos, muebles, colchones)
Menor esfuerzo físico	Desconocimiento del sistema a través del cual se cobra el <i>plus</i> por productividad
Disponibilidad de mayor espacio y comodidad en las viviendas al no llevar materiales. También hay allí mayor orden e higiene	Deterioro de los bolsones
Desentendimiento de las ventas de los materiales, que involucraban el traslado de los materiales y las negociaciones con el comprador	Pérdida de la noción de los valores de la comercialización y sospechas por descuentos sufridos

Fuente: elaboración propia

134

Sin haber sido parte de los propósitos trazados originalmente, durante el trabajo de campo de una experiencia de investigación y transferencia académica¹² se identificaron inconvenientes relativos a nuevas modalidades de trabajo en la recolección de residuos secos. Aspirar a contribuir a la solución de los problemas sociales de los sujetos con los que los investigadores se involucran se asienta en la concepción de las universidades públicas en tanto actores sociales comprometidos con las sociedades en las que se insertan (Mato, 2018). En este sentido, el hecho de que la tecnología que a continuación se describe surgiese durante el trabajo de campo, y a partir de la observación y la escucha sobre la cotidianeidad de la tarea, forma parte de una actitud que transforma al informante en interlocutor (Cardoso de Oliveira, 2004) y entiende que las potenciales transferencias y actividades de extensión son construidas en forma conjunta. Así se originó la idea de diseñar y poner a prueba un instrumento que ayude simultáneamente a disminuir en los recicladores el esfuerzo físico que implica arrastrar los bolsones cargados, aumentar la carga, mejorar los ingresos individuales y colectivos, y reducir el acelerado desgaste de los bolsones para disminuir los costos de su permanente reemplazo.

2.1.2. El proceso de diseño e interacción entre recicladores y otros actores

Una vez identificada la existencia del problema, se precisaron ciertos aspectos condicionantes de la búsqueda de soluciones. Por ejemplo, el artefacto que

12. Proyecto PDTS-CIN-CONICET N °594 Convocatoria 2014 (UNLa-UNQ). Se agradece la colaboración del Lic. Daniel López y su equipo de la Dirección de Patrimonio Histórico de la UNLa, y del Arq. Marcelo González en la confección de los croquis.

disminuyera el esfuerzo físico y permitiera la realización de los recorridos de la etapa debería poder encontrarse y dejarse en la parada, al igual que lo que hoy sucede con los bolsones, pero con la diferencia de que su traslado desde y hacia los Centros Verdes sería innecesario, evitando así todos los inconvenientes de logística que actualmente existen entre las paradas y el Centro Verde, que también fueron detectados. Fue relativamente sencillo advertir que los anclajes metálicos para las bicicletas que el propio GCABA viene colocando en distintos lugares de la ciudad desde 2011 (según su sitio web, son más de 5000 en la actualidad)¹³ no solo cumplen con dichos requisitos, sino que sería una propuesta difícil de refutar ante eventuales resistencias del propio gobierno por el uso del espacio público. También se evaluó la posibilidad de que la base pudiera ser alojada por un vecino o comercio con interés en colaborar con el recuperador, como de hecho sucedió en el caso del prototipo que se puso a prueba. Teniendo en cuenta lo descrito, el principal criterio que se consideró a la hora de diseñar la herramienta fue el minimalismo. Es decir, se buscó concebir un objeto que fuera barato, simple, sin elementos sobrantes, liviano y pequeño, pero que al mismo tiempo fuera resistente, pudiera superar la carga promedio de los bolsones llenos y, no menos importante, que no requiriera mantenimiento.

El primer prototipo que se probó ya estaba construido. Era un rectángulo de 600x500 mm, conformado por barras de ángulos de hierro de alas iguales de 12,7 mm; tenía en las esquinas cuatro ruedas de 40 mm de diámetro hechas de polipropileno y nylon macizas con perno roscado; y se empleaba en la universidad para soportar y mover un generador eléctrico. Su empleo por los recuperadores no dio buenos resultados. Los extremos y el centro del bolsón seguían siendo arrastrados en el asfalto y las ruedas quedaban estancadas en las canaletas del escurrimiento superficial de las aguas presente en las calles. Había que ganar altura. Para el segundo ensayo se empleó otro elemento preexistente: una planchuela de hierro doblada y con dos manijas que servía de mango para tambores de chapa de 200 lts. La forma redonda supuso algunas dudas iniciales respecto a la posibilidad de garantizar estabilidad a un bolsón erguido sobre una base cuadrada, aunque la inexistencia de puntas alimentaba la posibilidad de que se evitaran riesgos de choques y fricciones durante el recorrido. A dicha base redonda de 590 mm se le soldaron dos manijas más y cuatro ruedas de chapa y goma de 160 mm de diámetro. Así la base alcanzó 195 mm de altura. La prueba de este nuevo prototipo con los recuperadores permitió comprobar que la altura era la adecuada, pero el diámetro de la base seguía siendo insuficiente. Por eso, al prototipo existente se le soldó una planchuela de hierro doblada de 950 mm de diámetro. Se comprobó que la forma redonda no presentaba inconvenientes y el diámetro era correcto, pero, al haber quedado las ruedas centralizadas por el uso de la planchuela con diámetro más pequeño, los bolsones cargados no conservaban la estabilidad requerida para la tarea.

Finalmente, en función de la experiencia ganada con los diseños y ensayos anteriores, se fabricó el último prototipo (**Gráfico 1**). Las ruedas fueron soldadas debajo de chapas rectangulares de 60 mm por 40 mm y por fuera del diámetro de la

13. Más información en: <https://www.buenosaires.gob.ar/ecobici/red-ciclovias/estacionamiento>.

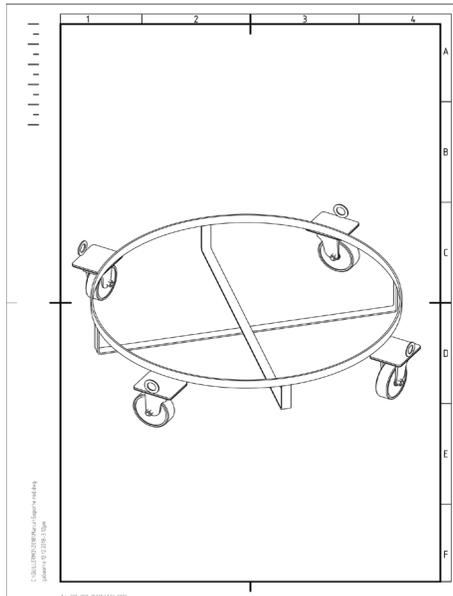
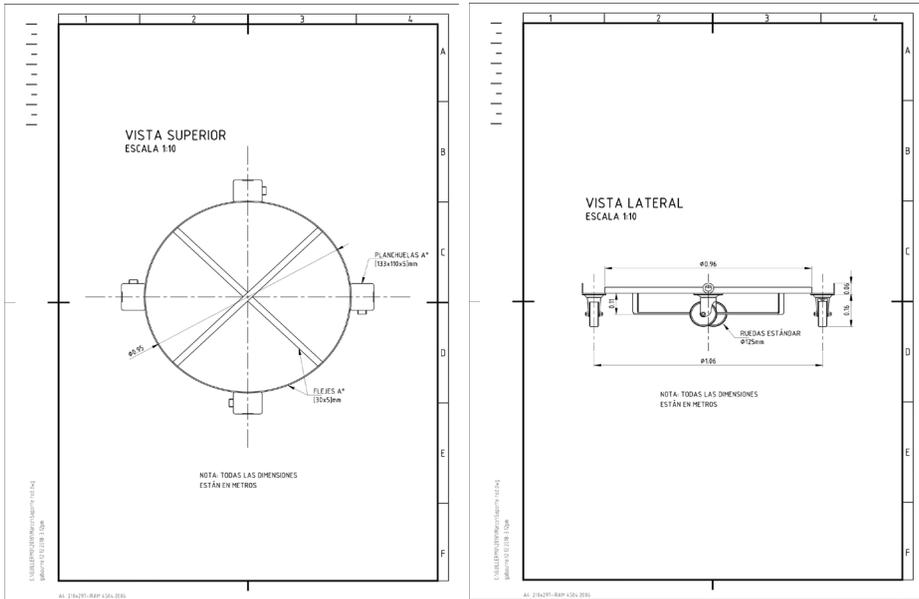
planchuela, evitando así el roce con los extremos del bolsón y permitiendo lograr mayor estabilidad. Además, para dar mayor solidez a la estructura y evitar que el centro del bolsón cargado se apoyara en el suelo, se soldaron en forma de cruz dos planchuelas del mismo espesor que la que forma el diámetro de la base. Respecto de su uso, una recuperadora comentó: “Con este carrito se trabaja mucho mejor. Encima es re cómodo para llevar el bolsón y todo, no es pesado ni nada”. Durante uno de los días de pruebas, acompañando a las recuperadoras que lo empleaban, se advirtió sobre la complejidad que representaba el momento en que hay que desmontar el bolsón cargado de esta base. Levantarlo no resultaba posible debido al peso y volumen; al volcarlo, la base salía disparada hacia cualquier lado. Fue entonces que descubrimos la alternativa de apoyarlo contra el marco de la vereda y empujar el bolsón sobre ella. La experiencia resultó exitosa, el bolsón dejaba su base sin mayores inconvenientes y la base no se alejaba.

Luego de hacer las presentaciones pertinentes al encargado del edificio en cuyo garaje las recuperadoras decidieron guardar cotidianamente la base, y viendo que por el momento no resultaban necesarias nuevas correcciones al prototipo, se decidió que la siguieran utilizando, no sin antes pedirles que informaran respecto de su uso y nos hicieran saber nuevas ideas para su mejora. Al cabo de varias semanas de emplearlo regularmente, una de las recuperadoras envió el siguiente mensaje de voz: “Andamos de diez con el carrito. Nos re salva. Anda re bien. Empezá a hacer otra muestra porque esta no te la devolvemos más, eh, jajajaja”. Dicha expresión fue interpretada como la evaluación de que el prototipo funcionaba.

136

A partir de esta experiencia, elaboramos una propuesta técnica y económica con la intención de ampliar la escala de prueba. Esta propuesta consta de tres aspectos: por un lado, los costos de los materiales; por otro, la capacitación para su elaboración; y, por último, el seguimiento y la evaluación. Nos interesó que los miembros de las propias organizaciones identificados como personal destinado a la fabricación de estas bases fueran quienes las elaboraran en el marco de capacitaciones recibidas en la universidad. La elaboración de nuevas unidades requeriría un nuevo proceso de ensayos y evaluaciones del dispositivo. Su utilización y mantenimiento en una escala mayor posiblemente traería nuevas complicaciones. Existían aspectos de orden práctico que debían ser ensayados en campo y que probablemente hasta ahora no habían sido previstos. Las propuestas fueron remitidas a la Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores (FACCyR), al Área de Ambiente de la Asociación de Trabajadores del Estado (ATE) de CABA y a funcionarios del GCABA, actores de los que esperamos manifestaciones de interés.

Gráfico 1. Base para bolsones CABA



2.2 Caso carro La Matanza

2.2.1. Contextualización del proceso de innovación

Hacia mediados de 2006, la cooperativa “Reciclando Sueños” implementó una experiencia pionera de separación en origen y recolección diferenciada de residuos reciclables en la localidad de Aldo Bonzi (La Matanza, provincia de Buenos Aires), que contó con el acompañamiento de un conjunto de investigadores y becarios pertenecientes al Centro de Estudios e Investigaciones Laborales (CEIL-PIETTE/ CONICET) y con el apoyo del Instituto Municipal de Desarrollo Económico y Social (IMDES). En aquel entonces el municipio no contaba con políticas GIRSU propias, por lo que esta experiencia —desarrollada sobre 150 manzanas del barrio— constituía una primera experimentación acerca de la viabilidad de desarrollar este tipo de iniciativas en un distrito que, a diferencia de lo ocurrido en CABA, no incluía en su agenda pública la cuestión cartonera y por lo tanto no viabilizaba recursos técnicos ni financieros significativos para este tipo de iniciativas. Así, el programa “Reciclando Basura, Recuperamos Trabajo” (RBRT), motorizado por la cooperativa, se nutrió básicamente de los pocos recursos financieros movilizados desde el equipo técnico *ad hoc* que se constituyó para acompañarlo (Fernández Alvarez y Careno, 2012). Dicho equipo estaba conformado básicamente por científicos sociales (antropólogos, sociólogos, politólogos y economistas) y una pareja de diseñadores gráficos que se sumaron voluntariamente, una vez comenzado el proyecto.

138

En forma previa al lanzamiento del programa RBRT, realizamos un sinnúmero de actividades que posibilitaron el desarrollo de esta iniciativa. En principio, sistematizamos la propuesta pergeñada desde la cooperativa para poder presentarla en las numerosas reuniones con funcionarios y técnicos de agencias gubernamentales (nacionales, provinciales y municipales), ONG y otras organizaciones de cartoneros. Luego realizamos un diagnóstico sociocultural rápido en Aldo Bonzi para evaluar la potencial receptividad que esta propuesta podría tener entre sus pobladores. Es preciso recordar que, en aquel entonces, promover el ingreso de cartoneros oriundos de asentamientos periféricos en un barrio de clase media no era precisamente una iniciativa celebrada por sus vecinos ni por los funcionarios públicos, que temían que la iniciativa se volviera una fuente de conflicto. Sin embargo, el resultado positivo que arrojó el diagnóstico (se identificó una particular autopercepción del barrio como un enclave ecológico, así como una gran cantidad de asociaciones dispuestas a involucrarse en una acción de inclusión social) permitió avanzar con una etapa de preparación previa a la implementación del programa, que incluyó tanto talleres con los integrantes de la cooperativa como con los vecinos de Aldo Bonzi, lo que involucró activamente al conjunto de las asociaciones intermedias presentes en ese territorio (delegación municipal, asociación de fomento, destacamento policial, Rotary Club, centros de jubilados e iglesias, entre otros).

Tanto en las entrevistas como en los talleres participativos con vecinos salían algunos tópicos frecuentes, relacionados, por ejemplo, con la preservación de la tranquilidad y convivencia en el barrio, la necesidad de mejorar los hábitos ciudadanos relacionados con la basura y la posibilidad de mejorar el sistema de gestión de residuos por parte del poder público. Se dedicó un esfuerzo en trabajar con la comunicación del programa RBRT tanto en forma previa al lanzamiento como durante

su implementación. Para ello los diseñadores y los integrantes de la cooperativa elaboraron piezas de comunicación gráfica que presentaban los objetivos, las metas y la modalidad operativa del programa de forma ágil y atractiva. En el mismo sentido se diseñaban los materiales a utilizar en los talleres participativos con la comunidad. El equipo técnico preparó a los integrantes de la cooperativa que se encargarían de la recolección puerta a puerta para que pudieran contar con sus propias palabras los objetivos, las metas y las apuestas del programa, enmarcado en una caracterización de la problemática asociada a la gestión de residuos en el AMBA. Otra línea de acción prioritaria estuvo dada por el diseño de una estética particular que identificara a la cooperativa y sus integrantes. Aun contando con muy escasos recursos financieros, se confeccionaron credenciales y uniformes (gorros y pecheras) y se intervino gráficamente el camión de la cooperativa (un viejo Chevrolet '58) para asimilarlo a la estética del programa. Estos esfuerzos se vieron reflejados en los resultados, ya que el programa RBRT fue incorporado rápidamente en la vida cotidiana del barrio, generando un alto nivel de aceptación desde su puesta en marcha. Al cabo de los seis primeros meses, la cooperativa recuperaba entre el 13 y 15% de los residuos generados en el barrio, un porcentaje nada despreciable si tenemos en consideración que la iniciativa prácticamente no contó con recursos financieros genuinos y que, hasta bien avanzada su implementación, recibió un tibio apoyo por parte de las autoridades municipales.

Ahora bien, en el marco de las acciones preparatorias, el tema del carro a utilizar fue considerado clave. Por una parte, porque en los testimonios de los vecinos recopilados como parte del diagnóstico resultaba frecuente encontrar que la labor de los cartoneros era asociada a problemas de tránsito vehicular, así como al carácter informal y precario de la tarea. Por otra parte, porque los integrantes de la cooperativa lo incorporaban en los talleres preparatorios realizados en la cooperativa. Así, en uno de esos encuentros, Enrique, uno de los miembros más veteranos de la cooperativa, argumentó sobre la pertinencia de utilizar parte del escaso dinero disponible en rediseñar el vehículo: “El carro es como mi DNI, las credenciales están hermosas y las pecheras también; por eso no podemos andar con un carrito cualquiera como los que andamos nosotros, armados con rejunte, así nomás” (Notas Taller “Reciclando” Sueños, 4/3/2006). Esta reflexión encontró asidero entre quienes compartieron el taller. Sin embargo, nuestra experiencia como equipo de apoyo social no incluía los recursos técnicos necesarios para avanzar en un rediseño del carro, tales como los que podían proveer ingenieros, diseñadores industriales o técnicos mecánicos. Entonces se decidió movilizar las propias redes de contactos para identificar profesionales de estas disciplinas que pudieran estar interesados en brindar asistencia voluntaria en dicha tarea. Al cabo de un tiempo se identificó a profesionales, quienes se interesaron en proveer un nuevo diseño como parte de la práctica que harían con los estudiantes de la cátedra de la que eran responsables. Luego de un par de reuniones para acordar cuestiones operativas, los colegas ingenieros pusieron manos a la obra, articulándose con los integrantes de la cooperativa.

2.2.2. El proceso de diseño e interacción entre recicladores y otros actores

En un primer momento, el equipo de profesionales y estudiantes de ingeniería realizó una visita a la cooperativa para conocer con mayor profundidad el trabajo que realizaban, hicieron entrevistas y tomaron registros fotográficos de varios de los carros

utilizados. Básicamente se trataba de vehículos del tipo carreta o “zorras”; es decir, un plano horizontal que hace de playa para carga, sobre el que se elevan laterales que forman la caja. Este conjunto se apoyaba sobre un eje fijo con ruedas de automóvil, sobre el borde superior de los laterales partían las lanzas utilizadas para imprimir tracción y dirección. En sentido perpendicular a la caja y desde el borde trasero se alzaban unos parantes de 1,5 metros que servían para colgar un bolsón trasero.

Al cabo de unas semanas, el equipo volvió para presentar el croquis del nuevo diseño a los integrantes de la cooperativa. En términos morfológicos, el modelo era análogo al modelo descrito recién, solo que la caja (base y laterales) estaba conformada por una estructura soldada de perfiles “L” con malla de alambre cuadrículada, para volver más liviana la estructura. Con el mismo propósito, el equipo universitario había diseñado la principal modificación estructural: la leva transversal se reemplazaba por dos horquillas y ruedas tipo ciclomotor. El sistema de tracción también se modificaba al incluir una única lanza con manubrio que salía del medio de uno de los laterales cortos, de modo que, en vez de tirar con la carga atrás, el recolector, tomado con las dos manos del manubrio, empujaba el vehículo hacia adelante, lo cual suponía una mejora ergonómica respecto de la postura corporal que acompañaba el uso del carro. Finalmente, los parantes portabolsón fueron eliminados, en tanto ahora solo obstaculizarían el campo visual de quien condujera el carro, pero además porque, en el nuevo esquema de recolección diferenciada, las rutas de recolección serían más cortas y ya no era necesario cargar tanto volumen en un solo viaje. Por último, el nuevo diseño incorporaba dos alforjas de tela plástica sujetos al borde superior del lateral, de donde salía la lanza, que respondía a la observación registrada por el equipo respecto de las bolsas que los integrantes colgaban de sus carros para guardar pequeños objetos especialmente valiosos como linternas, menaje y vajilla o alimentos que conseguían en sus recorridos.

140

Si bien algunos integrantes puntualizaron dudas respecto a su adaptación a la nueva forma de tracción, así como sus prestaciones al disminuir el volumen de carga, el prototipo parecía sencillo de construir utilizando materiales relativamente baratos, por lo cual inicialmente la propuesta fue bien recibida. Sin embargo, durante la charla posterior, más distendida e informal, surgieron tres objeciones que obligaron a volver sobre el croquis y el diseño propuesto por el equipo. Una de las observaciones, formulada por Lolo, un joven integrante de la cooperativa, tenía que ver con la adecuación del modelo al tipo de recolección que se implementaría en el barrio con el programa RBRT. Su argumento sostenía que el tipo de trabajo a realizar en los barrios, organizado en recorridos cortos de parejas para barrer la cuadrícula casa por casa, no se ajustaba a los recorridos más largos y aleatorios de recolección en la vía pública, que era en realidad a lo que estaban acostumbrados. Por ende, no necesitaban un carro con caja sobre la cual asentar los cartones para cargar más volumen. Su idea era tener algo más liviano y versátil, como las “zorras” que había visto que usaban los cartoneros de CABA, donde el contenedor estaba dado por el propio bolsón, que en caso de llenarse podía ser dispuesto en una esquina para ser retirado por el camión de la cooperativa y seguir el recorrido colocando un nuevo bolsón. Las otras dos observaciones fueron señaladas por Marcelo, fundador de la cooperativa y autor de la idea de lanzar el programa RBRT. En primer lugar, colocó la cuestión del propio transporte de los carros hasta Aldo Bonzi, ya que distaba a unos

cinco km del Barrio San Alberto, donde se localizaba el galpón de la cooperativa y donde residía la gran mayoría de sus integrantes. La idea era arrancar los recorridos por la mañana temprano, por lo cual se utilizaría el camión de la cooperativa para llevar a los recuperadores y los carros. En la ida no había inconvenientes, ya que el camión iría vacío y el problema estaría a la vuelta, ya que en el camión cargado de materiales no habría lugar para los nuevos carros. En segundo lugar, le preocupaba de dónde obtendrían los ejes y las ruedas de ciclomotor para el armado (y posterior recambio o reparación), dado que veía difícil comprar nuevas. Si bien las ya usadas se conseguían localmente de modo más accesible y a menor costo, era sabido que provenían en general de ciclomotores robados y no le parecía conveniente que justamente un nuevo diseño de carro que se proponía mejorar la imagen de los cartoneros incorporara piezas mal habidas.

Las intervenciones abrieron de nuevo una discusión sobre la propuesta. Algunos integrantes del equipo intentaron justificar las decisiones de diseño, aunque consideraron atendibles las observaciones y se comprometieron a reformular la propuesta y volver a presentarla, aunque sin especificar claramente los plazos ni responsabilidades. Luego de varios intercambios en los que no se logró materializar nuevos encuentros, el vínculo con el equipo técnico se fue espaciando y diluyendo, sin lograr arribar a un diseño o prototipo de nuevo modelo de carro.

Al cabo de unas semanas, en lo que se podría considerar un segundo momento, el tema del carro fue nuevamente incorporado en el temario del taller. En esta oportunidad, Marcelo propuso considerar un diseño sobre el cual había comenzado a trabajar a raíz del comentario realizado por Ismael en el taller con el equipo de la universidad. Utilizando uno de los afiches del papelógrafo, comenzó a trazar unos bosquejos mientras comentaba:

“Nosotros los carros que más usamos son estos así, playo, horizontal, montado sobre un eje de auto. Pero Ismael comentó la otra vuelta sobre los que usan en Capital, que son al revés, como si fueran para arriba, verticales, justo de lo que ocupa un bolsón, y no los arrastran, los tiran así, para adelante. Entonces se me ocurrió que para Bonzi, podemos armar uno que combine los dos, o sea ni vertical ni horizontal, sino como un plano inclinado que también tenga solo base y respaldo para enganchar el bolsón, así ganamos en liviano, pero... en vez de quedar siempre parado, así en vertical. Le damos ángulo, lo recostamos sobre el respaldo para que apoye un eje y una rueda que gire sobre un buje y mejore la dirección. En la unión entre respaldo y base, se suelda el eje que va a ser más fino porque no va a necesitar aguantar tanto peso. Así, si querés te queda vertical cuando estas cargando material, por ejemplo, pero después, cuando hechas a andar va en tres ruedas, no te tapa la vista y lo vas llevando así livianito” (Marcelo, Taller “Reciclando Sueños”, 14/04/2006).

La explicación fue seguida con atención por el resto de los compañeros, cosechando gestos de aprobación y algunos comentarios. Por ejemplo, Jesús preguntó qué tipo de ruedas podrían usar para ese eje tan fino. Marcelo aprovechó para especificar que

en una ferretería industrial de San Justo había unas ruedas de goma con cámara de aire de unos 30 cm de diámetro que le habían parecido buenas, blanda, no rompían la vereda ni hacían ruido, detalle “importante para hacer los recorridos en Bonzi y andar bien con los vecinos que nos van guardar los materiales”. Por su parte, Lolo comentó que estos carros serían incluso más livianos que los que habían presentado los ingenieros y que además se podrían apilar para transportarlos arriba del camión.

En la semana que pasó entre ese taller y el siguiente, Marcelo y sus compañeros se las ingeniaron para construir un prototipo en base al diseño propio. El taller funcionó como una instancia de prueba del modelo de cara a su próxima utilización. Así, por ejemplo, sobre el respaldo se soldaron unas curvas de hierro que hacían de ganchos para colgar el bolsón de los ojales que tiene en los vértices. Sin embargo, al colocar el primero, se dieron cuenta que el bolsón era más corto y no llegaba a afirmarse sobre la base. Marcelo dijo, sorprendido, que lo habían hecho midiendo sobre un bolsón, pero que evidentemente no todos guardaban exactamente la misma medida. A raíz de esto, Hugo propuso soldar unas guías y hacer que los ganchos se fijaran a un cabezal móvil que tuviera recorrido y les permitiera adaptarse a las variaciones de tamaño de los bolsones. El taller funcionó entonces como una instancia de diseño abierto sobre el cual se fueron haciendo los últimos ajustes.

Imagen 1. Prototipo del diseño de carro desarrollado en la cooperativa “Reciclando Sueños”

142



Fuente: Mauro Oliver

La **Imagen 1** muestra a Marcelo apoyado sobre el prototipo mientras le enseña al equipo de diseñadores, quienes se entusiasmaron tanto con el proceso que propusieron elaborar el isologo de identidad de la cooperativa en base a este diseño.

Desde entonces, como se aprecia en la **Imagen 2**, tomada durante una actividad municipal por el Día del Ambiente, a la que la cooperativa fue invitada, el logo de la cooperativa está representado por el modelo de carro y acompañado de la frase “Trabajo y transformación”, que refuerza el sentido creativo desde el cual no solo se construyó un nuevo oficio, sino también los medios de trabajo requeridos para su realización.

Imagen 2. Detalle del logo de la cooperativa en un banner durante una actividad de difusión y del modelo de carro diseñado



Fuente: Sebastián Careno

El prototipo final del carro fue presentado 15 días después. Dicha versión ya tenía incorporado el cabezal móvil para sostener el bolsón. Dentro de las pruebas se incluyó una verificación de volumen y peso promedio de carga, para lo cual se procedió a cargar un bolsón de materiales diversos y luego probar su maniobrabilidad sobre las calles y veredas del Barrio San Alberto, donde se localiza el galpón de la cooperativa. El resultado fue muy positivo.

Imagen 3. Pruebas de resistencia y maniobrabilidad sobre el prototipo de carro desarrollado en la cooperativa “Reciclando Sueños”



Fuente Sebastián Careno

144

El carro soportó sin problemas un bolsón con casi 200 kg de peso y resultó muy fácil de llevar, con un andar liviano y gran versatilidad en la dirección. Uno de los encargados de la prueba fue Jesús (**Imagen 3**), quien luego señaló que una de las mayores ventajas del carro consistía en que era angosto y muy fácil de maniobrar, por lo cual podía subir y bajar muy bien de la calle a la vereda y transitar incluso por calles de tierra. Era el mismo tipo de actividad que unos meses después comenzaron a realizar sobre las calles de Aldo Bonzi como parte del programa (**Imagen 4**), generando una respuesta muy positiva por parte de sus habitantes. Al cabo de un tiempo, el carro elaborado en la cooperativa pasó a formar parte del paisaje urbano del barrio, incorporándose como un diacrítico del trabajo realizado por la cooperativa (**Imagen 5**).¹⁴

14. El equipo de profesionales técnicos, que se había involucrado inicialmente con entusiasmo, no consiguió dar continuidad a su participación. Sin embargo, es preciso notar que su intervención no solo permitió que varios de los cartoneros se animaran a pensar y comentar sobre el proceso de diseño del carro, sino que, además, parte de sus indicaciones fue recuperada en el diseño final, como por ejemplo la idea de trabajar sobre un equipo liviano y la propuesta de modificar la posición corporal para imprimir movimiento (de “tirar” a “empujar”), cuestiones que mejoraron la prestación del diseño final en términos ergonómicos.

Imagen 4. Carro en operación durante los recorridos de recolección diferenciada por las calles de Aldo Bonzi



Fuente: Sebastián Careno

Imagen 5. Descarga y preparación de los carros en el marco del programa “Reciclando Basura, Recuperamos Trabajo” en Aldo Bonzi

145



Fuente: Sebastián Careno

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se describieron iniciativas que buscaron reemplazar el carro cartonero por nuevos tipos de artefactos basados en diseños orientados por distintos criterios, principalmente estéticos y ambientales. A tales efectos no pareció resultar necesario ahondar en la identificación de características esenciales respecto del sistema de actividad o el contexto en el cual dichos carros resultan funcionales; tampoco la participación o consulta de los potenciales usuarios en su delineación. A su vez, esta manera de proceder se vincula con el hecho de que “el problema”, la necesidad de reemplazar los carros, tuvo origen en actores distintos de los propios carreros. En resumen, se trata de un tipo de procedimiento concebido desde “afuera” y “arriba”, cuya solución demanda exclusivamente la participación de “expertos técnicos” cuyos rasgos se identifican como propios del modelo de innovación lineal y determinista. Lejos de resultar una caricatura estereotipada, se trata de una práctica harto frecuente en las intervenciones que buscan incorporar mejoras en la gestión integral de los residuos y que, por supuesto, no son exclusivas de este ámbito.

En las experiencias de investigación y transferencia académica en las que los autores estuvimos involucrados, ni los problemas ni las alternativas de soluciones fueron identificadas *a priori* en los proyectos desde donde se produjeron los acercamientos y las intervenciones, sino que surgieron de la práctica etnográfica y el contacto con los interlocutores en el campo. Solo así se hicieron visibles inconvenientes relacionados particularmente con la adaptabilidad de los carros a las nuevas modalidades de trabajo en la recolección de residuos reciclables.

El proceso de diseño, elaboración y puesta a prueba de los prototipos finales (a los que se llegó luego de varios ensayos y pruebas) ponderó saberes que los actores poseen y emplean en el ejercicio de sus propias prácticas en el territorio. Consideramos que la construcción de ese vínculo es el que se corresponde con una concepción de las universidades públicas y las actividades científicas comprometidas con las comunidades en las que se insertan y con los grupos sociales con los que se trabaja; un modo específico de concebir la práctica etnográfica y dar valor a los saberes y discursos de los actores, teniendo en cuenta sus demandas y problemas.

Los casos sintetizados aportan algunos elementos de análisis sugerentes para vincularlos a la reflexión más general sobre otra modalidad de procedimiento que se identifica con el enfoque sociotécnico. Ello implica concebir las intervenciones sobre ciertos objetos sin soslayar una perspectiva más integral acerca del sistema de actividad y el contexto, incorporando pautas organizativas, logísticas, relaciones con el entorno y con las autoridades locales, entre otras. De modo tal que las intervenciones sobre el desplazamiento de bolsones o carros no resultaron limitadas a una acción puntual sobre esas piezas, con escasas posibilidades de incidir y modificar la situación-problema que origina la intervención.

Las diferentes modificaciones que fueron realizándose a los artefactos estuvieron basadas en las permanentes evaluaciones de quienes las emplearían, complementándose con observaciones propias de los investigadores en campo. Las indicaciones de quienes tienen experiencia cotidiana en terreno son las que posibilitan

elaborar un artefacto situado que dé respuestas eficaces a las necesidades de los usuarios de la herramienta. La incorporación de sus conocimientos no solo permitió que se apropiaran del proceso, sino que mejoró sustantivamente el resultado obtenido.

Además de la importancia de involucrar a los usuarios en forma lo más temprana posible a los procesos de transferencia, evitando que el desarrollo de los diseños se realice sin incorporar sus conocimientos en forma directa, resulta oportuno señalar que las instancias de diseño colaborativo o codiseño permiten sortear la falsa dicotomía entre modelos de transferencia tipo *technology-push* o *demand-pull*, al promover nuevas formas de articulación entre investigación, intervención, formación e incidencia política, dotando de mayor apertura al proceso decisorio tecnológico y promoviendo nuevos modos de cooperación entre actores, organizaciones y redes.

La elaboración de la nueva base para los bolsones de CABA y el carro de La Matanza fueron consecuencia de un modo de pensar y ejercitar la práctica de investigación y el papel de las universidades. Como se menciona en el epígrafe de Archetti (2004), los cambios tecnológicos deben darse con relación a los diferentes contextos que condicionan las preferencias de los miembros individuales del grupo que pretende movilizarse. Es con ellos, si es para ellos.

Bibliografía

Abduca, R. (2011). «Acariciando lo áspero». El itinerario cartonero como construcción de un territorio. En F. Suárez y P. Schamber (Comps.), *Recicloscopio II. Miradas sobre recuperadores, políticas públicas y subjetividades en América Latina* (183-222). Buenos Aires: CICCUS/UNLa/UNGS.

Albornoz, M. (2001). Política científica y tecnológica. Una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 1(1).

Angélico, H. y Maldován, J. (2008). El reciclaje de residuos sólidos urbanos: las cooperativas como un actor diferenciado en el circuito productivo. *Revista de la Cooperación Internacional*, 41(2), 79-107.

Apodaka, E., Merlino L. y Villarreal, M. (2012). Crisis y mutaciones de la expertise. Escenarios, políticas y prácticas del conocimiento experto. *Ascide y Zarautz* (Guipuzkoa).

Archetti, E. (2004). Una perspectiva antropológica sobre el cambio cultural y el desarrollo: el caso del cuy en la sierra ecuatoriana. En M. Boivin, M. A Rosato y V. Arribas (Comps.), *Constructores de otredad. Una introducción a la antropología social y cultural* (222-233). Buenos Aires: Editorial Antropofagia.

Bilbija, K. (2014). El valor de un cartonero en el mercado cultural: iconografías argentinas. *Cuadernos del CILHA*, 15(21), 137-155.

Callén B. y Sánchez Criado, T. (2015). Vulnerability Tests. Matters of «Care for Matter», E-waste Practices. *Tecnoscienza*, 6(2), 17-40.

Cardoso de Olivera, R. (2004). El trabajo del antropólogo: mirar, escuchar, escribir. *Avá: Revista de Antropología*, 5, 55-68.

Careno, S. (2014). Lo que (no) cuentan las máquinas: la experiencia sociotécnica como herramienta económica (y política) en una cooperativa de cartoneros del Gran Buenos Aires. *Antípoda*, 18, 109-135.

Careno, S. y Fernandez Alvarez, M. I. (2011). El asociativismo como ejercicio de gubernamentalidad: cartoneros/as en la metrópolis de Buenos Aires. *Argumentos*, 24(65), 171-193.

Carman, M. (2017). *Las fronteras de lo humano*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Dagnino, R. y Thomas, H. (1999). La política científica y tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación. *REDES*, 6(13), 48-74.

Demarchi P. y Galimberti S. (2018). La rurbanidad en foco. (In)visibilidades en la prensa y en la política pública. *Temas y Problemas de Comunicación*, 16, 53-64.

Dimarco, S. (2005). Experiencias de autoorganización en cartoneros: un acercamiento a la configuración de vínculos laborales, sociales y políticos en contextos de exclusión social. Informe final del concurso: Partidos, movimientos y alternativas políticas en América Latina y el Caribe. Programa Regional de Becas CLACSO.

Di Stefano G., Gambardella A. y Verona, G. (2012). Technology-push and demand-pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions. *Research Policy*, 41(8), 1283-1295.

Fajn, G. (2002). *Cooperativas de Recuperadores de Residuos. Exclusión social y autoorganización*. Buenos Aires: IMFC.

Fernández Álvarez, M. y Careno, S. (2012). «Ellos son los compañeros del CONICET»: el vínculo con las organizaciones sociales como desafío etnográfico. *PUBLICAR-En Antropología y Ciencias Sociales*, 0, 9-33. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/publicar/article/view/1562>.

Fraser, B. (2015). Urban Railways in Buenos Aires. Spatial and social alienation in the documentary film *El tren blanco*. *Transfers*, 5(2), 5-22. Recuperado de: https://www.academia.edu/16357401/_Urban_Railways_in_Buenos_Aires_Spatial_and_Social_Alienation_in_the_Documentary_Film_El_tren_blanco._2015.

Galimberti, A. y Cimadevilla, G. (2016). La máquina de ilusionar: rurbanidad, intervención sociotécnica y condiciones de vulnerabilidad. *REDES*, 22(43), 93-123.

Godin, B. y Lane, J. P. (2013). Pushes and Pulls: Hi(S)tory of the Demand-Pull Model of Innovation. *Science, Technology & Human Values*, 38(5), 621–654.

Gorbán, D. (2005). Formas de organización y espacio. Reflexiones alrededor del caso de los trabajadores cartoneros de José León Suárez (Tesis de maestría). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Gorbán, D. (2014). *Las Tramas del Cartón*. Buenos Aires: Gorla.

Hernández-Ascanio, J., Tirado-Valencia, P. y Ariza-Montes, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. *Ciriec-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 88, 164-199.

Jelsma, J. (2003). Innovating for Sustainability: Involving Users, Politics and Technology, Innovation. *The European Journal of Social Science Research*, 16(2), 103-116. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/13511610304520>.

Juárez, P. y Serafim, M. (2010). Tecnologías para la Inclusión Social y Políticas Públicas en América Latina: la problemática alimentaria. *Ciencia y Tecnología para la Inclusión Social Esocite 2010*. Buenos Aires: Esocite.

Juárez, P., Thomas, H., Becerra, L., Careno, S., Trentini, F., Bidinost, A., Dieguez, R., Davenport, O., Arrieta, P., Salazar, A. y Medina, N. (2019). «Puentes de praxis» entre investigación, formación, extensión e incidencia en políticas: Estudio de caso de la Red de Tecnologías para la Inclusión Social Argentina (2011-2019). En R. Pastore (Org.), *Programa CREES-ICOTEA*. Bernal: Ed. Universidad Nacional de Quilmes.

149

Kenbel, C. y Cimadevilla, G. (2018). La extensión rurbana. Experiencias con recuperadores. *Temas y Problemas de Comunicación*, 16, 41-52

Marin, M. (2005). *Bricolage Contemporáneo*. Buenos Aires: Proietto & Lamarque.

Mato, D. (2018). Repensar y transformar las universidades desde su articulación y compromiso con las sociedades de las que forman parte. +E: *Revista de Extensión Universitaria*, 8(9), 38-52. Recuperado de: <https://doi.org/10.14409/extension.v8i9.Jul-Dic.7837>.

Oudshoorn, N. y Pinch, T. (2003). *How Users Matter: The Co-Construction of Users and Technology*. Cambridge: MIT Press.

Paiva, V. (2004). Las cooperativas de recuperadores y la gestión de residuos sólidos urbanos en el área metropolitana de Buenos Aires. *Revista Theomai*, número especial. Disponible en: <http://www.revista-theomai.unq.edu.ar/numespecial2004>.

Saidón, M. y Verrastro E. (2017). Residuos Sólidos Urbanos y nuevas políticas en el territorio metropolitano de Buenos Aires: 2002-2015. *Revista Estudios Socioterritoriales*, 22.

Salcedo, M. T. (1994). Apuntes etnográficos sobre los cartoneros, Pobladores urbanos. Vol. I. «En busca de identidad». Bogotá: Tercer Mundo y ICANH.

Salcedo, M. T. (2000). Escritura y territorialidad en la cultura de la calle. En E. Restrepo y M. V. Uribe, Antropologías transeúntes. Bogotá: ICANH.

Sánchez Criado, T. (2008). Tecnogénesis. La construcción técnica de las ecologías humanas, vol. I y II. Madrid: AIBR.

Saraví, G. A. (1994). Detrás de la basura: cirujas (Tesis de licenciatura). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Schamber, P. (2008). De los desechos a las mercancías. Una etnografía de los cartoneros. Buenos Aires: Editorial SB.

Schamber P. y Suárez, F. (2002). El cirujeo y la gestión de los residuos. Una mirada sobre el circuito informal del reciclaje en el conurbano bonaerense, Revista Realidad Económica, 190. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/actores.pdf>.

Shammah, C. (2009). El circuito informal de los residuos. Los basurales a cielo abierto. Buenos Aires: Espacio.

Sorroche, S. (2016). Gubernamentalidad global y vernaculización en la gestión de residuos. Análisis etnográfico desde la experiencia de cooperativas de cartoneros en el Gran Buenos Aires (Tesis doctoral). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Sternberg, C. (2013). From cartoneros to recolectores urbanos. The changing rhetoric and urban waste management policies in neoliberal Buenos Aires. *Geoforum*, 48, 187-195.

Suárez, F. (2016). La Reina del Plata. Buenos Aires: sociedad y residuos. Los Polvorines: Ediciones UNGS.

Svampa, M. (2005). La sociedad excluyente. La Argentina bajo el signo del neoliberalismo. Buenos Aires: Taurus.

Thomas, H. (2008). De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. conceptos/estrategias/diseños/acciones. En 1º Jornada sobre Tecnologías Sociales, Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS)-MINCYT. Congreso llevado a cabo en Buenos Aires, Argentina, 14 de mayo.

Thomas, H. y Fressoli, M. (2009). En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales. En R. Dagnino (Org.), *Tecnología Social. Ferramenta para construir outra sociedade* (113-137). Campinas: Editora Kaco.

Thomas, H., Becerra, L. y Picabea, F. (2014). Colaboración, producción e innovación: una propuesta analítica y normativa para el desarrollo inclusivo. *Astrolabio*, 12. 4-28.

Thomas, H., Juárez, P. y Picabea, F. (2015). *¿Qué son las tecnologías para la inclusión social?* Colección Tecnología y Desarrollo. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes y RedTISA.

Vaccarezza, L. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18.

Villanova, N. (2015). *Cirujas, cartoneros y empresarios. La población sobrante como base de la industria papelera (Buenos Aires, 1989-2012)*. Buenos Aires: CEICS-Ediciones RyR.

Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.

Fuentes

La Nación, “El cirujeo se convierte en trabajo formal”, 1 de julio de 2001. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/el-cirujeo-se-convierte-en-trabajo-informal-nid316594>.

Clarín, “Los ejércitos de la noche – La Argentina de cartón”, 27 de octubre de 2002. Recuperado de: <http://abcdonline.com.ar/tea/info/BD00161.PDF>.

La Nación, “Crean un móvil de motor para los cartoneros de Río Cuarto”, 20 de agosto de 2006. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/crean-un-movil-de-motor-para-los-cartoneros-de-rio-cuarto-nid811698>.

151

0221.com, “Equis, el carro creado por diseñadores de la UNLP que busca ayudar a cartoneros platenses”, 4 de noviembre de 2018. Recuperado de: <https://www.0221.com.ar/nota/2018-11-4-7-41-0-equis-el-carro-creado-por-disenadores-de-la-unlp-que-busca-ayudar-a-cartoneros-platenses>.

Info Blanco sobre Negro, “Un diseñador recibido en la UNLP presentó un carro eléctrico para cartoneros”. Recuperado de: <http://www.infoblancosobrenegro.com/noticias/6572-un-disenador-recibido-en-la-unlp-presento-un-carro-electrico-para-cartoneros>.

24.com, “Proponen cambiar los carritos cartoneros por camioncitos recolectores. Recuperado de: <https://www.24con.com/nota/57545-proponen-cambiar-los-carritos-cartoneros-por-camioncitos-recolectores/>.

Cómo citar este artículo

Careno, S. y Schamber, P. J. (2021). Reciclaje inclusivo y modelos de transferencia tecnológica en Argentina. Análisis sociotécnico de iniciativas de reemplazo de carros cartoneros. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(47), 119-151.

Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos *

Uma abordagem geral para o desenvolvimento de carros autônomos

A General Approach to the Development of Autonomous Cars

Antonio Luis Terrones Rodríguez **

El propósito de este trabajo consiste en llevar a cabo una aproximación introductoria al ámbito de los coches autónomos. En primer lugar, se hace un breve repaso histórico para observar su evolución y posteriormente se destaca la importancia que posee la investigación en inteligencia artificial para el desarrollo de esta tecnología autónoma. Los coches autónomos suscitan un cambio cultural en la movilidad que viene acompañado de ventajas, oportunidades, riesgos y amenazas que deben ser sometidas a un juicio valorativo. Por ello resulta fundamental llevar a cabo una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos como una novedad tecnológica que condicionará la vida del futuro en materia de movilidad y gestión del tiempo.

153

Palabras clave: coches autónomos; inteligencia artificial; movilidad; cultura; ventajas; desventajas

* Recepción del artículo: 13/05/2020. Entrega de la evaluación final: 25/06/2020.

** Doctor en filosofía por la Universitat de València, España, con una tesis doctoral bajo el título: *Inteligencia artificial responsable. Humanismo tecnológico y ciencia cívica*. Ha sido profesor titular en la Pontificia Universidad Católica y Universidad de los Hemisferios, ambas de Ecuador. Además, ha colaborado como profesor visitante en la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas y en la Universidad de La Habana, ambas de Cuba. Correo electrónico: antonioluis.terrones@gmail.com.

O objetivo deste trabalho é realizar uma abordagem introdutória ao campo de carros autônomos. Primeiro, é feita uma breve revisão histórica para observar sua evolução e, posteriormente, é destacada a importância da pesquisa em inteligência artificial para o desenvolvimento dessa tecnologia autônoma. Os carros autônomos criam uma mudança cultural na mobilidade que é acompanhada de vantagens, oportunidades, riscos e ameaças que devem estar sujeitas a um julgamento de valor. Por esse motivo, é necessário realizar uma abordagem geral ao desenvolvimento de carros autônomos como uma novidade tecnológica que condicionará a vida do futuro em termos de mobilidade e gerenciamento de tempo.

Palavras-chave: carros autônomos; inteligência artificial; mobilidade; cultura; vantagens; desvantagens

The purpose of this article is to carry out an introductory approach to the field of autonomous cars. Firstly, a brief historical review is set forth to detail its progress. Secondly, the importance of artificial intelligence research for the development of this autonomous technology is highlighted. Autonomous cars spark a cultural change in mobility that comes with advantages, opportunities, risks and threats that must be subjected to analysis. For this reason, it is necessary to carry out a general approach to the development of autonomous cars as a technological innovation that will influence life in the future in terms of mobility and time management.

Keywords: autonomous cars; artificial intelligence; mobility; culture; advantages; disadvantages

Introducción

En 1925 Francis Houdina decide innovar en el ámbito de los coches e introduce un mecanismo de radiocontrol. Ha pasado casi un siglo desde aquel experimento y las investigaciones en los coches autónomos van *in crescendo*. Las principales marcas del sector automovilístico se disputan un nicho de mercado a través de los últimos adelantos tecnológicos, entre los que se encuentra la autonomía.

La investigación sobre la autonomía de los coches está compuesta por un entramado de tecnologías de alta complejidad, entre las que se encuentra el reconocimiento óptico, la inteligencia artificial (IA), geolocalizadores, diversos tipos de sensores, etc. Toda esta variedad de tecnologías pretende introducir en las vías coches sin conductor con la más alta garantía de seguridad y confort. Los expertos en el campo en cuestión señalan importantes ventajas y beneficios que devienen de estos coches autónomos; no obstante, advierten que implicarán un cambio en la cultura de la movilidad que debe afrontarse de manera responsable y prudente.

Este cambio cultural conlleva importantes desafíos debido a la introducción de una tecnología caracterizada por la autonomía en un universo donde ésta es mayoritariamente humana. Detrás del concepto de autonomía se suscitan interesantes debates en el entorno de la filosofía moral; sin embargo, ese no es el propósito exclusivo de este trabajo, pues nos ocuparía más espacio. En este sentido, antes de llevar a cabo cualquier análisis valorativo concretamente desde una disciplina, es necesario lograr un acercamiento introductorio a esta novedosa tecnología para comprender sus aspectos más básicos desde diferentes perspectivas.

155

El recorrido histórico permite comprender los rasgos esenciales en su desarrollo, destacando algunos asuntos de importancia. Del mismo modo, es necesario entender que el avance en este campo no podría haberse dado lugar sin ir de la mano de la IA. Las tecnologías implicadas en el desarrollo de los coches autónomos pueden conllevar una diversidad de beneficios y de perjuicios, de promesas y de riesgos, que conviene abordar cuidadosamente y en profundidad. Por ello, resulta fundamental impulsar un acercamiento a esta tecnología para pensarla en el contexto de las exigencias dictadas por la Agenda 2030 (Organización de Naciones Unidas, 2015), como una herramienta de las instituciones de diversa naturaleza para perseguir un bienestar humano y un compromiso cívico.

1. Desarrollo histórico del automóvil sin conductor

El sector de los coches sin conductor ha experimentado asombrosos cambios en función de los avances tecnológicos que han ido sucediéndose con el paso del tiempo. Así pues, un conocimiento introductorio de dichos avances a lo largo de la historia puede brindar unas interesantes coordenadas desde las que acceder a una mejor orientación en este campo que presenta tantas novedades y tantos desafíos en la actualidad y en las próximas décadas.

En agosto de 1925, un extraño espectáculo dejó atónitos a un conjunto de espectadores en Broadway, Nueva York. Un automóvil vacío iba de un lado para otro por la calle; lo seguía de cerca otro automóvil repleto de aparatos de radio y varios hombres que desempeñaban cada uno una función tras un conjunto de controles. Del primer automóvil sale una antena desde la parte de atrás, donde debería estar el asiento trasero, pues en su lugar hay un enjambre de cables, baterías y tubos. Este es el histórico caso del automóvil de Francis Houdina, la primera experiencia de radiocontrol impulsada por la Houdina Radio Control Company (Lee Stayton, 2011).

Aunque las investigaciones más recientes e importantes en el campo de los automóviles automatizados se remontan un par de décadas atrás, impulsadas principalmente por Tesla, Google y Uber, cualquiera podría pensar que los automóviles sin conductor son relativamente una novedad. Esta idea se sostiene principalmente en los avances que se han dado en los últimos años gracias al desarrollo de la IA. No obstante, la historia demuestra que ya en 1925 se había introducido el primer prototipo de automóvil autónomo en las calles de Broadway. Pensar que este acontecimiento histórico fue el inicio de un desarrollo constante y progresivo hasta el automóvil autónomo actual es un error colosal. El desarrollo de este campo ha sido el producto de la convergencia de varias fuentes de conocimiento que se han derivado de diversos paradigmas dados en el curso histórico. El espíritu que se encuentra tras los coches autónomos es el mismo que ha servido de impulso para otros inventos, pues pertenece a una cultura de la electrificación. La síntesis máquina-herramienta y la interconexión en red, entre otros elementos, son producto de las denominadas “acciones modo-maquina” (Collins, 1990, p. 42).

156

Cuando la Houdina Radio Control Company comienza a explorar el campo de los automóviles autónomos, la radio era una tecnología que estaba en boga. Un año más tarde, en 1926, la compañía Aachen Motors exhibió un automóvil a control remoto bajo el nombre de Phantom Auto (Lee Stayton, 2011, p. 13). Aunque en la historia de los automóviles autónomos estos acontecimientos representan el comienzo de un espíritu revolucionario para la movilidad, en su época significaron únicamente una forma de entretenimiento para las personas en lugar de un avance verdaderamente tecnológico. Esto se debió en gran parte a que el vehículo todavía presentaba una gran dependencia de control humano. Un claro ejemplo de esta utilidad de la tecnología orientada hacia el ocio y el entretenimiento fue la Feria Mundial de Nueva York de 1939, donde acudieron 44 millones de visitantes para disfrutar de las muestras que allí se exhibían sobre los últimos adelantos científicos y tecnológicos. El gran triunfador de esta ideología tecno-utópica fue Futurama, una exposición diseñada por Norman Bel Geddes para representar el mundo del futuro por medio de la escenificación de autopistas automatizadas, gigantescos barrios y otras obras de ingeniería sorprendentes para esa época (Wetmore, 2003, pp. 3-4).

Durante la década de 1960, el interés por los vehículos sin conductor siguió presente en el imaginario colectivo de muchos ingenieros automotrices estadounidenses como Andrew Kucher, vicepresidente del departamento de ingeniería e investigación de Ford. Kucher fue mencionado en un artículo publicado en el *Chicago Daily Tribune* con el título: “*In 50 Years: Cars Flying Like Missiles: Can you imagine flying automóviles directed by automatic guidance systems?*”. Unos años antes, en 1953, las compañías

General Motors y Radio Corporation of América exploraron la posibilidad de construir vehículos autónomos mediante experimentos caracterizados por el desarrollo de un sistema de dirección y control a distancia (Wetmore, 2003, p. 6). Como fruto de las investigaciones realizadas por General Motors pueden encontrarse dos vehículos conceptuales, Firebird y Firebird II, aunque no tenían capacidades automatizadas en absoluto. El espíritu de Futurama siguió presente durante la Feria Mundial de Nueva York de 1964, donde General Motors presentó un sistema de carreteras automatizado muy parecido al que una década antes había presentado Vladimir Zworykin, de Radio Corporation of America (Wetmore, 2003, p. 9).

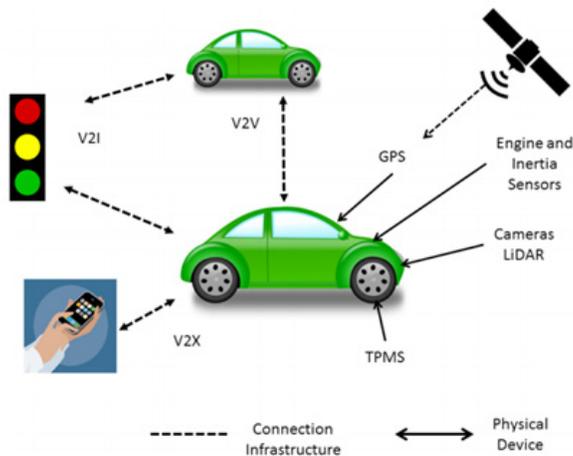
Es importante mencionar que no todas las investigaciones de vehículos autónomos estuvieron dirigidas a los automóviles y que tampoco se dieron necesariamente en los Estados Unidos. Los esfuerzos se centraron principalmente en otras tecnologías, como los peajes electrónicos e información para el conductor facilitada a través de sistemas ubicados fuera del vehículo. A diferencia de la radio, se abrieron paso los sistemas eléctricos que implicaban cambios en las infraestructuras. La investigación de automóviles sin conductor comenzó con unos enfoques novedosos orientados a la visión computarizada. Estas técnicas de visión computarizada se iniciaron en 1969, aunque no fue hasta 1980 cuando despegó en Alemania, donde el ingeniero Ernst Dickmann trabajó en la creación de vehículos autónomos a través de la visión sacádica, que consiste en una serie de movimientos rápidos de los ojos u otras partes de animales o dispositivos, además de cálculos probabilísticos y computación paralela, lo que permite resolver muchos problemas de forma simultánea (Dickmann *et al.*, 1994). El proyecto alemán fue emulado en los Estados Unidos con un automóvil desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon, basado en el soporte físico proporcionado por un Chevrolet que fue probado con éxito en carreteras sin tráfico, alcanzando hasta 60 millas por hora (Bogost, 2014). Posteriormente, EUREKA, una organización intergubernamental para la financiación y coordinación europea en investigación y desarrollo, impulsó el proyecto PROMETEO, que recibió 749 millones de euros y se convirtió así en el mayor proyecto de I+D nunca antes conocido en el ámbito de los coches sin conductor. PROMETEO contó con la participación de numerosas instituciones universitarias y fabricantes de automóviles. Este proyecto se desarrolló entre 1987 y 1995 e involucró el vehículo VaMP14, creado por el laboratorio de investigación de Dickmann junto con su Daimler-Benz, VITA-II. Este modelo utilizaba video analógico digital con señales digitalizadas para detectar carriles y otros vehículos, además de sensores adicionales de presión para detectar el frenado, la temperatura, el ángulo de giro y la aceleración, entre otros (Ulmer, 1994, p. 2). Este proyecto europeo acabó con 1000 kilómetros de operación recorridos por parte de automóviles autónomos en condiciones normales de tráfico en las autopistas de París, así como también un viaje entre Múnich y Copenhague (Dickmann *et al.*, 2014).

Los Estados Unidos emprendieron también el camino de la investigación basada en la visión, aprobada por el Congreso de la Eficiencia del Transporte Intermodal de Superficie. La ley creada en 1991 permitió que 650 millones de dólares se invirtieran para fondos de investigación en vehículos sin conductor durante los siguientes seis años (Novak, 2013). Esta ley fomentó la iniciativa para crear un automóvil automatizado basado en computación y con orientación a la seguridad y el impacto medioambiental. Todas estas investigaciones sirvieron para que en 2004 y 2005 se impulsara el gran

desafío de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA), que despertaría un gran interés y reuniría a importantes expertos para ampliar las capacidades de los automóviles autónomos.

En la actualidad, Google basa sus investigaciones en el escáner LIDAR, una red de cámaras y un complejo sistema de mapeo y GPS de gran precisión. En cambio, Mercedes se centra más en un complejo de cámaras y radares, y no en LIDAR. Por su lado, Tesla está trabajando en un sistema de enfoque interactivo para la autonomía del coche, enfocándose principalmente en actualizaciones de *software* que agregan nuevas funciones de automatización. La compañía Volvo probó sus automóviles hace unos años en las carreteras de Suecia y tiene especial interés en la investigación de sistemas avanzados de asistencia al conductor y en los sistemas de control de vehículos avanzados. La siguiente imagen señala las categorías de grupos de investigación que trabajan en el desarrollo de estas tecnologías autónomas.

Imagen 1. Categorías de grupos de investigación que trabajan en el desarrollo de los coches autónomos



Fuente: Parkinson *et al.* (2017)

La abundante literatura mencionada en este trabajo motiva el resumen mostrado en la anterior imagen, que presenta una ilustración de las categorías de investigadores que actualmente están desarrollando los coches autónomos. Estas categorías incluyen Vehículo 2 Vehículo (V2V), Vehículo a Infraestructura (V2I), y Vehículo a X (V2X), donde X está habilitado para un dispositivo con Internet. Se ilustran además dispositivos con sensores, como sistemas de posición global (GPS, por sus siglas en inglés) y el monitoreo de presión de neumáticos (TPMS, por sus siglas en inglés).

2. Inteligencia artificial y autonomía

Después de uno de los accidentes en los que estuvo involucrado el prototipo de Waymo en la ciudad de Chandler, Arizona, la empresa aprovechó la conferencia Google I/O para explicar con detalles la tecnología que se encuentra tras los automóviles sin conductor y el papel de la IA en la función de la conducción. Como señala un informe (Peña, 2018), el trabajo que han desarrollado los investigadores en este campo no podría haber sido posible sin la experticia en la IA, una herramienta que consideran fundamental, junto con el aprendizaje automático, y que está permitiendo promover el carácter autónomo de los coches en los últimos años.

Los avances de la IA han sido decisivos en muchos ámbitos como el reconocimiento óptico o de voz. Los expertos en IA de Google colaboraron con Waymo para fortalecer la autonomía de sus coches. Los ingenieros de Waymo trabajaron codo con codo con el equipo Google Brain, gracias a los últimos avances en *deep learning* de las máquinas y redes, concretamente en el sistema de detención de peatones. La tasa de error en este sistema de detención consiguió reducirse hasta cien veces gracias a la incorporación de la IA, contribuyendo de ese modo a que estos sistemas sean más eficaces y seguros para las vías.

Gracias a la IA, los avances experimentados han permitido franquear la frontera que existe entre la realidad y la ciencia ficción en materia de vehículos autónomos. Hoy Waymo es la única compañía en el mundo que tiene una flota de automóviles verdaderamente autónomos recorriendo las vías públicas. La IA juega un papel crucial en el engranaje de todas las partes que configuran el sistema de conducción autónoma. Aunque la percepción y el reconocimiento óptico son las áreas que han experimentado una mayor madurez en el aprendizaje profundo de las máquinas, también es utilizada la IA para fortalecer otras esferas que van desde la predicción hasta la planificación, el mapeo y la simulación. A través del *machine learning* pueden emprenderse navegaciones por situaciones con diversos escenarios y variadas exigencias y complejidades. Hasta la fecha, Waymo ha recorrido más de seis millones de millas en vías públicas y se han recopilado cientos de millones de datos a través de la observación de interacciones entre otros automóviles, peatones, ciclistas, etc. La infraestructura algorítmica de Waymo se basa en el ecosistema *TensorFlow* y los centros de datos que les facilita Google, incluida la unidad de procesamiento tensorial o TPU (del inglés *tensor processing unit*), un circuito integrado y desarrollado también por Google que se encuentra orientado para el aprendizaje automático. El TPU le brinda a Wingo un entrenamiento más eficiente de sus redes, lo que permite fortalecer las pruebas que se llevan a cabo y se mejoran de ese modo sus modelos y la implementación a una mayor velocidad.

El reto de los automóviles autónomos es llevar la tecnología de conducción autónoma a todas partes y ante cualquier adversidad, ya sea una intensa lluvia o nevada. En ese sentido, la IA es un esencial soporte tecnológico para que la autonomía pueda fortalecerse y se alcancen nuevos logros. La IA permitirá a este nuevo sector impulsar sus investigaciones y facilitar el alcance a la meta de un transporte más seguro, fácil y accesible para toda la ciudadanía.

3. Los coches autónomos se abren camino

La investigación en el sector de los automóviles sin conductor aumenta a un ritmo considerable como consecuencia de otros avances tecnológicos. El complejo que configura el ámbito de estos artefactos se encuentra impulsado desde varias aristas, lo que hace que su diseño y fabricación se demore tanto tiempo. Ese tiempo de espera es un punto a favor para las sociedades, las instituciones y los organismos que experimentarán su impacto, pues pueden hacer uso de él para valorar la incorporación de esta tecnología en las formas culturales de movilidad. Existe una serie de detonantes que sirven como impulso para este campo de investigaciones. La consultora McKinsey & Company ha identificado diez elementos que representan las condiciones de posibilidad para la creación de estos automóviles.

Tabla 1. Diez elementos que representan las condiciones de posibilidad para la creación de los coches autónomos

Actuación	Nube	Percepción y análisis	Control de conducción de objetos	Toma de decisiones
Dirección, frenado y aceleración	Aprendizaje y actualización de mapas de alta definición, incluidos datos de tráfico, así como algoritmos para la detección de objetos, clasificación y toma de decisiones	Detección, clasificación y seguimiento de objetos y obstáculos	Conversión de salidas de algoritmos en señales de accionamiento para actuadores	Planificación del recorrido del vehículo, trayectoria y maniobras
Localización y mapeo	Análisis	Sistema operativo	Hardware del ordenador	Sensores
Fusión de datos para cartografía de entornos y localización de vehículos	Plataforma para monitorear el funcionamiento del sistema autónomo, detectar fallas y generar recomendaciones	<i>Middleware</i> y sistema operativo en tiempo real para ejecutar algoritmos	Sistema de alto rendimiento y bajo consumo de energía en un chip (SOC) con alta confiabilidad	Múltiples sensores, incluyendo lidar, sonar, radar y cámaras

Fuente: McKinsey & Company, 2017

En este momento, la creación de automóviles autónomos se concentra en el desarrollo de tecnologías de asistencia en la conducción. La Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE Internacional) identifica seis niveles de autonomía en los vehículos en general:

- *Sin automatización*: el conductor humano tiene todo el control y realiza todas las tareas.
- *Asistencia al conductor*: algunas funciones simples y mínimas, como la dirección, pueden ser realizadas por el vehículo, aunque todas las funciones restantes recaen bajo estricto control humano.
- *Automatización parcial*: el sistema de asistencia del vehículo comienza a ayudar en algunos elementos de la conducción como la aceleración; se utiliza información que se obtiene del entorno de conducción (sensor de lluvia). En este nivel es necesario todavía un conductor preparado que se haga responsable de las tareas más primarias.
- *Automatización condicionada*: el automóvil comienza conducir en la mayoría de situaciones, como el cambio de carril, aunque el conductor todavía puede intervenir en el manejo de estas situaciones.
- *Alta automatización*: el automóvil tiene la habilidad de asumir la conducción frente a cualquier situación sin la necesidad de intervención humana. No obstante, en situaciones climáticas severas se puede desactivar el piloto automático. El desarrollo de los coches de Google se encuentra en este nivel.
- *Automatización completa*: este nivel se caracteriza principalmente por la completa autonomía frente a todas las situaciones por muy complejas que sean sin necesidad de intervención humana (SAE International, 2019).

Es importante destacar que existe una especie de “carrera de la automatización” entre las empresas de este sector en pugna por alcanzar los niveles 4 y 5. Esto se debe principalmente a que aquellas empresas que alcancen esos niveles podrán hacerse con la exclusividad comercial. Entre las empresas más destacadas de este sector se encuentran Google, Tesla, Uber, Apple, BMW, Toyota, Audi, Mercedes Benz, Volvo y Volkswagen, entre otras.

161

4. Cambio cultural de la movilidad

Más allá de los desafíos tecnológicos que enfrentan los automóviles autónomos, el cambio cultural de la movilidad que se proyecta en la sociedad es uno de los retos más difíciles afrontar. No es de extrañar que, debido a los accidentes que han ocurrido en 2018 en los Estados Unidos, la ciudadanía muestre desconfianza ante esta tecnología. Incluso hay quienes se han opuesto a que este tipo de transportes autónomos lleven a cabo sus pruebas en áreas urbanas donde hay muchos transeúntes (Berboucha, 2018).

Los coches autónomos posibilitarán un cambio en la cultura de la movilidad de la ciudadanía, pues plantearán nuevas formas y posibilidades desde las que entenderla. Personas que en la actualidad han abandonado el uso del coche, como los ancianos o los invidentes, podrán hacer uso nuevamente de los vehículos sin conductor, asumiendo que se les brinda una nueva posibilidad para ampliar su horizonte móvil. Además, dos estudios, uno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y otro de Barclays, ambos de 2015, revelan una reducción significativa de las flotas de coches, debido a que los coches sin conductor estarían

en condiciones de sustituir los desplazamientos llevados a cabo tanto por vehículos particulares como por taxis u otros medios de transporte público. Los denominados SAV (un automóvil con un servicio múltiple que depende de la demanda de cada momento, similar a los taxis, pero sin conductor) y los PSAV (un vehículo similar a los SAV, pero de uso compartido simultáneo) promoverán otra movilidad diferente a la conocida hasta ahora. Se liberarán además espacios viales gracias a la menor necesidad de plazas de estacionamiento, lo que favorecería la descongestión de la circulación y también el aprovechamiento de esos espacios para otros fines.

Otro aspecto a tener en cuenta es el menor tiempo dedicado a la conducción que permitirá un desplazamiento de los horarios diarios de domicilio-trabajo y los resignificará de otro modo, lo que posiblemente influirá de manera positiva en la salud y la productividad de las personas en el trabajo y en una mejor conciliación con la vida familiar. Los coches autónomos podrían contribuir al bienestar de la ciudadanía que dedica tiempo a la conducción porque representarían una menor preocupación frente a dicha actividad.

Gracias a las redes de conexión que presentan los coches sin conductor, los servicios de geolocalización permitirán acceder a un mayor conocimiento sobre el conductor en materia de costumbres y preferencias, y las tecnologías integradas en estos vehículos, como sensores y cámaras, ofrecerán aplicaciones fundadas en el estudio de comportamiento. Esto facilitará que los conductores puedan localizar a lo largo de su trayecto o en el destino aquellos servicios que puedan interesarle en función de los patrones surgidos del análisis de su comportamiento: restaurantes, hoteles, miradores, teatros, cines, lugares de interés, sitios turísticos, aeropuertos, etc. Además, se podrán elegir trayectos alternativos si así se desea. A pesar de lo interesante de esta propuesta, es importante destacar que el acceso a los datos personales puede plantear problemas de confidencialidad, que en Europa ya están siendo planteados (Comisión Europea, 2009). Por lo tanto, el coche 100% autónomo posibilitará una liberalización de tiempo en el trayecto de cada desplazamiento, permitiendo la dedicación para otras ocupaciones según el deseo del conductor o su estilo de vida. La posibilidad de no conducir podría provocar una reducción de las situaciones de estrés y repercutirá positivamente en el bienestar social y personal.

La presencia de automóviles autónomos en las vías no repercutirá solamente en la cultura de la movilidad, sino también en la seguridad vial y en cómo se la percibe. Debido a la falta de necesidad de control humano, no habrá conductores en estado de embriaguez ni con muestras de somnolencia al volante. Sería una solución a muchos de los problemas de mortalidad en las carreteras, ya que reduciría los errores humanos. No obstante, debido a la coexistencia durante un tiempo de conducción autónoma y humana, la transformación de esta cultura de la conducción en materia de seguridad vial se demorará un tiempo.

Por último, también tendrá un impacto positivo en la relación con el medioambiente, pues contribuirá de manera positiva al reconocimiento del valor que se le concede a la naturaleza, ya que los automóviles autónomos que están siendo desarrollados están basados en fuentes de energía renovables o en la electricidad.

5. Las ventajas de la autonomía

Las investigaciones en el sector de los automóviles autónomos se ven motivadas por los beneficios que ofrecerá la incorporación de esta tecnología en el futuro. Debido a la distancia temporal, resulta difícil imaginar muchas de estas ventajas. Rouhiainen (2018, pp. 196-198) destaca las siguientes:

- *Más seguridad en las calles*: según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), al año se producen 1,35 millones de muertes en todo el mundo por accidentes de tráfico. Entre las principales causas se encuentran las distracciones al volante y el consumo de alcohol. Con la autonomía de los vehículos esto ya no será un problema y las vías serán más seguras, tanto para conductores como para peatones.
- *Reducción de los gastos de hospital*: estrechamente relacionados con la seguridad se encuentran los gastos sanitarios. Si hay menos siniestros de tráfico, los gastos sanitarios se reducirán considerablemente.
- *Incremento de la productividad*: debido a la conducción automática, tanto el conductor como sus acompañantes liberarán tiempo que podrán dedicar a otras tareas u obligaciones.
- *Distribución más rápida de los negocios*: los modernos sistemas de navegación permitirán ganar tiempo y optimizar nuestras tareas de forma más eficiente, lo que tendrá un efecto positivo en el capítulo económico.
- *Mejora en la eficiencia del tráfico*: los coches autónomos no repetirán los patrones culturales del manejo inadecuado de determinados episodios de tráfico y, por lo tanto, la movilidad será más fluida y segura.
- *Menos problemas de aparcamiento*: los vehículos autónomos no tendrán siempre la necesidad de aparcar y por lo tanto de ocupar un espacio. El espacio libre podrá ser entonces utilizado con otras finalidades y los aparcamientos no serán un problema para la planificación urbana de las instituciones políticas.
- *Opciones de movilidad más económicas*: debido al ahorro en el capítulo de personal, los coches sin conductor implicarán una reducción en los costos de movilidad.
- *Menor impacto medioambiental*: las investigaciones en los automóviles autónomos se centran en la búsqueda de fuentes de energías renovables o en la electricidad, motivo por el que se producirán menos emisiones de CO₂ a la atmósfera y, por lo tanto, se contribuirá con la calidad de vida de la ciudadanía.

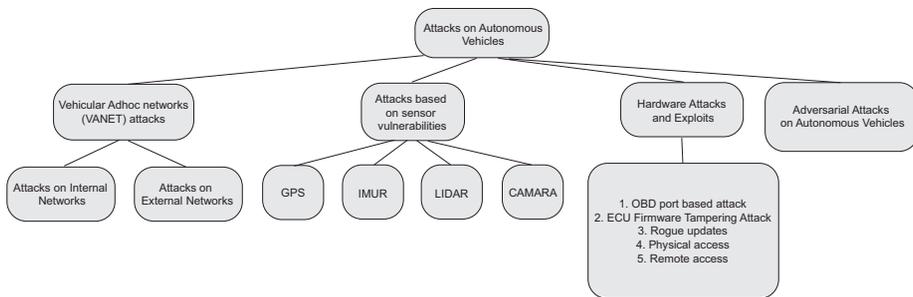
163

En definitiva, existen importantes beneficios en el ámbito de los coches sin conductor, aunque eso no quiere decir que la cuestión de la crítica y la responsabilidad ética deban ser descuidadas. Con más motivos, la incorporación de la responsabilidad en este contexto es fundamental para orientar todos los diseños y proyectos hacia un fortalecimiento de los pilares democráticos y cívicos que sostienen las sociedades actuales a través de un compromiso con la Agenda 2030. Esta tecnología puede contribuir sin duda a la garantía de cuidado y compromiso con los retos actuales, ya que representa una valiosa herramienta para la consecución de los mismos desde sus particulares posibilidades.

6. Desafíos, vulnerabilidades y amenazas

Como en cualquier otro despliegue de la actividad tecnológica más avanzada, el contexto de los automóviles sin conductor también presenta importantes desafíos en torno a las vulnerabilidades y amenazas. Esta tecnología sostenida sobre el espíritu de la autonomía conduce a un horizonte de nuevas posibilidades de diversa índole que pueden ser interpretadas y consideradas a la luz de la voluntad del ser humano. Así pues, no solo pueden ser aprovechadas para el fortalecimiento de los desafíos que enfrenta la humanidad en el ámbito de los ODS, sino también con fines maliciosos y perjudiciales para la ciudadanía. La siguiente imagen representa las principales vías de acceso para las amenazas.

Imagen 2. Principales vías de acceso para las amenazas en los coches autónomos



164

Fuente: Kumar Amara *et al.* (2018)

Esta exposición hacia fines que se alejan de un compromiso con el bienestar y la democracia encuentra su origen en las tecnologías de doble uso. A continuación, se detallarán algunos de estos desafíos relacionados con las vulnerabilidades y las amenazas que deparan los automóviles sin conductor:

A. Brechas de seguridad

- Los vehículos que comenzaron a fabricarse a partir de 2009, y concretamente a partir de 2015, poseen cada vez más sistemas de control electrónico que permiten testear el sistema interno o estar conectados a una centralita de control de la marca de nuestro automóvil. En ese sentido, con el Internet de las cosas y la comunicación entre máquinas, los automóviles se encuentran más expuestos a ciberataques, por ejemplo el clonado de mecanismos de acceso a los aparatos como las llaves. El sistema integrado de control de los automóviles se sitúa en el área de una red como Flexuras, Local InterConnect Network (LIN), Ethernet, etc. Ruiz Domínguez (2017) destaca que los ciberataques a un automóvil pueden darse de forma directa o inalámbrica: mediante el acceso a los puertos USB, que permite la conexión de dispositivos electrónicos; mediante una computadora de diagnóstico, que facilita el

acceso al ordenador de a bordo, o también conocido como cerebro o centralita; o también a través del CD-ROM, un acceso cada vez más inusual. Además, los ciberataques también pueden producirse por control remoto a través de las llaves del vehículo, de la monitorización de la presión de los neumáticos, de los sistemas de asistencia al conductor y por último a través de *bluetooth* o *wifi* (Park y Choi, 2020).

- De los dos tipos de ataque, el que se realiza por medios inalámbricos es más peligroso porque permite atacar múltiples objetivos al mismo tiempo; en cambio, el caso contrario requiere de un contacto directo con el ordenador de a bordo, lo que limita el riesgo (Ruiz Rodríguez, 2017, pp. 4-5). Algunos estudios demuestran el riesgo al que se encuentran expuestos los automóviles debido al entramado de redes que los configuran y que se encuentran integradas en ellos (Checkoway *et al.*, 2011).

B. Acceso y tratamiento de los datos

- Los automóviles sin conductor dependen en mayor medida de las bases de datos que les son suministradas para optimizar su funcionamiento y configuración. Esta cantidad de datos al que tendrán acceso plantea la necesidad de llevar a cabo un ejercicio de preocupación por el tratamiento de los mismos y una incorporación de criterios de responsabilidad bajo parámetros de seguridad. Rouhiainen (2018, pp. 199-200) menciona un informe elaborado por Intel y Strategy Analytics bajo el título *Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy*, para poner de relieve la cantidad de control de datos a los que están expuestos los consumidores.

- Rouhiainen advierte que los gobiernos de distintos niveles deben comenzar a considerar esta exposición para que los datos que son utilizados en los automóviles sin conductor respeten la identidad del consumidor y procedan con mecanismos de transparencia. Esta advertencia se debe no solo a la información facilitada de forma voluntaria por los usuarios, sino también a aquellos datos de conducción que son recopilados por sistemas electrónicos de control de los vehículos almacenados en los ordenadores de a bordo y transferidos a algún servidor de almacenamiento de información.

165

C. Controversias éticas

- Entre los desafíos más importantes están las implicaciones éticas que la llegada de los coches autónomos y robotizados tendrá sobre la industria y las instituciones públicas. Son los desafíos éticos los que verdaderamente están provocando importantes rompecabezas en los principales laboratorios de IA del mundo. El MIT impulsó el proyecto *Moral Machine*, que, como se indica en su página web, es “una plataforma para recopilar una perspectiva humana sobre las decisiones morales tomadas por las máquinas inteligentes, como los coches autónomos” (Massachusetts Institute of Technology, 2016).

- La responsabilidad adoptará una nueva dimensión tras la irrupción a gran escala de los coches sin conductor. Tanto es así que el mundo de los seguros y del derecho ya ha comenzado a discutir la implantación de nuevas medidas ante este tipo de novedades tecnológicas. En torno al principio ético de la responsabilidad, están girando importantes controversias que ponen a los automóviles autónomos en el centro del debate.

D. *Uso malicioso*

- Una vez que han sido mencionados algunos de los riesgos ante los que se encuentran los automóviles autónomos, es más fácil afirmar que estas máquinas pueden ser un medio empleado para la generación de daños personales y materiales. Los coches autónomos podrían ser utilizados para el crimen organizado o para ataques terroristas, dado que son un elemento fácilmente accesible y manipulable mediante las técnicas de hackeo orientado a la ciberguerra (Ethical Hacking News Tutorials, 2016).
- Puede hacerse un uso de estas tecnologías avanzadas para que promuevan fines para los que no fueron concebidas. Así pues, como otras creaciones tecnológicas avanzadas, el automóvil autónomo implica importantes riesgos, dada la vulnerabilidad de sus sistemas informáticos integrados. De la misma manera que algunos ataques terroristas de los últimos tiempos se han perpetrado con coches o camiones, puede pensarse que los automóviles inteligentes son un objeto muy atractivo para grupos criminales especializados en el robo en sociedades a nivel global.

E. *Impacto político y económico*

- Igualmente hay que dar importancia a las políticas públicas que reglamentarán los ciberataques y las manipulaciones de los coches sin conductor, así como a las causas y consecuencias de los accidentes, y las cargas de responsabilidad que de ellas se derivan. Los mercados deben estudiar las posibles consecuencias de las campañas que pueden generarse contra este producto tecnológico cuando se produzcan algunos siniestros.
- Al igual que la industria robótica está teniendo un impacto positivo en la economía industrial, los coches autónomos pueden tener un efecto similar. No obstante, un informe de Barclays en 2015 estima que el número de automóviles por hogar se reducirá drásticamente: en los Estados Unidos el número autos caerá de los 2.1 actuales a 1.24, mientras que en Reino Unido pasará de 1.2 a 0.7. Ese fenómeno también tendrá un impacto en la economía de los hogares, pues el modelo común de movilidad de un coche/una persona se verá desplazado hacia nuevas formas de movilidad, como ya se ha señalado al mencionar los SAV y los PSAV. Además, el mercado de los automóviles tradicionales (con conductor) se reducirá considerablemente en las próximas dos décadas.

F. *Reconocimiento público*

- Uno de los desafíos más importantes que enfrenta la introducción de los coches sin conductor consiste en la aceptación pública que debe ir precedida de un convencimiento de su necesidad. Los accidentes ocurridos durante 2018 no representan un motivo a favor de este reconocimiento público, aunque parecen no ser suficientes como para mostrar una firme oposición a estas tecnologías. Así pues, este tipo de vehículos debe necesariamente aceptarse por parte de la ciudadanía; sin embargo, antes es importante que ofrezcan las suficientes muestras de seguridad.

G. La imputación de responsabilidad jurídica

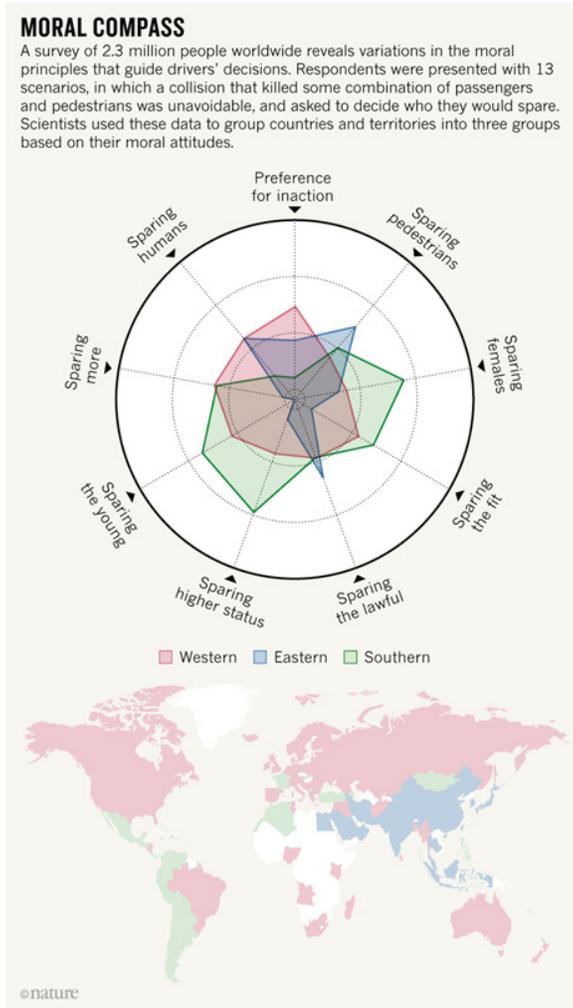
- En el desarrollo de los coches autónomos surge una variedad de interrogantes jurídicos que no deben ser eludidos (Moisés, 2019). Principalmente, el desafío de la imputación de responsabilidad por los daños causados por estas tecnologías autónomas es muy importante, ya que uno de los retrasos de la introducción de estos vehículos en las vías de circulación se debe a este asunto.
- Todavía no hay un marco jurídico lo suficientemente avanzado que permita esclarecer de quién es la responsabilidad en caso de daño causado: si de las aseguradoras, los fabricantes, etc. Diéguez (1993, p. 194) señala que el progreso tecnológico ha favorecido un escenario en el que la exigencia de responsabilidad se diluye y para ello identifica cuatro posibles causas: i) que los sistemas están constituidos por un complejo de redes donde la toma de decisiones se somete a una gran cantidad de procesos donde resulta difícil aplicar el principio de causalidad; ii) que el trabajo es desempeñado por grupos de trabajo muy diversos, lo que en el ámbito de los drones se conoce como “contexto de enjambres”, generándose una descentralización del poder, ya que la agencia es distribuida (Coeckelbergh, 2011, p. 273); iii) que las sociedades líquidas, en términos de Bauman (2017), caracterizadas por los continuos y complejos cambios de diversa índole, dificultan la previsión de las consecuencias en el uso de determinadas tecnologías; y iv) que la tecnocracia también dificulta la imputación de responsabilidad, ya que en ocasiones los fines se imponen por la propia técnica y cualquier cuestionamiento por el fundamento pierde todo sentido. Esto significa que la cuestión de la responsabilidad jurídica y las formas de aseguramiento tendrán que rediseñarse en función de la ausencia de un conductor humano. Así pues, antes de que la sociedad pueda disfrutar de estas tecnologías autónomas es necesario que los problemas jurídicos sean abordados y resueltos.

167

H. Relatividad moral

- La circulación de los coches sin conductor implica la formulación de juicios éticos vinculados al comportamiento vial. Esto plantea el interrogante sobre la necesidad de establecer un código moral universal para la programación de los vehículos. Sin embargo, esta es una compleja tarea, como sugiere una encuesta realizada a 2,3 millones de personas alrededor del mundo. Esta encuesta, perteneciente al estudio *The Moral Machine Experiment* (Awad *et al.*, 2018), pone de relieve que los principios y códigos morales que guían las decisiones de las personas varían en función de los países, las culturas, etc.

Imagen 3. Principios, guías y decisiones morales



168

Fuente: Maxmen, 2018

- Los investigadores observaron importantes correlaciones entre los factores sociales, económicos y culturales de un país para emitir las opiniones. El resultado de esta encuesta revela que existe una gran pluralidad de preferencias morales entre las personas. Estudios como el mencionado anteriormente pueden contribuir a poner en valor la necesidad de una discusión pública sobre los consensos sociales en materia de conducción autónoma, los riesgos que conlleva y los juicios morales involucrados.

7. Bienestar y compromiso cívico

En este apartado se llevará a cabo una contextualización de las exigencias de responsabilidad en el marco de la Agenda 2030 y los límites planetarios en el ámbito de los coches autónomos. A continuación, se detallan algunas de las prioridades de responsabilidad que podrían asumir estas tecnologías inteligentes del ámbito de la movilidad:

A. Educación con medios interactivos para promover los ODS

- Debido al cambio cultural al que conduce el carácter autónomo de los automóviles y el tiempo liberado como resultado de la ausencia de control humano en la conducción, ese espacio temporal podría ser destinado a la educación. Un tiempo dedicado a la educación, mediante las herramientas interactivas que estos automóviles ofrecen, podría favorecer el cultivo de habilidades cívicas y democráticas y por lo tanto fortalecer el compromiso con las exigencias del mundo actual.
- Esta apertura de posibilidades debido a la liberación temporal sugiere una nueva gestión del tiempo y por lo tanto un cambio cultural respecto a él. Durán Heras (2010, 2012) es una investigadora española que durante décadas se ha especializado en el estudio del trabajo no remunerado y su relación con estructuras sociales y económicas. El tiempo es un recurso escaso y cada persona hace un uso diferente, aunque Durán Heras (2010, p. 15) trata de reflexionar si la gestión del tiempo es voluntaria u obligada y si en realidad existen posibilidades de cambios en el futuro (Durán Heras, 2010, p. 15). A colación del uso cívico del tiempo que liberan los coches autónomos, es importante llevar a claro una diferenciación conceptual entre trabajo y empleo:

“La delimitación de la frontera entre trabajo y empleo no es una cuestión lingüística, es, sobre todo, una cuestión política, porque el estatuto del trabajador va asociado con algunos de los más importantes derechos y obligaciones sociales y económicas. En España, el derecho laboral, tal como afirma el Estatuto de los Trabajadores, solo se aplica a una pequeña parte de lo que puede considerarse trabajo. Quedan excluidos, en el sentido de que no se rigen por estas normas, numerosos trabajadores que desarrollan otros tipos de trabajo: a) El trabajo no retribuido. b) El trabajo forzoso. c) El trabajo de los familiares que conviven con el empresario y no son asalariados. d) El trabajo por cuenta propia. e) El trabajo independiente. f) Algunos tipos especiales de trabajo que se regulan por normas propias (funcionarios de la Administración Pública y otros)” (Durán Heras, 2010, pp. 21-22).

- Las investigaciones de Durán Heras sobre el impacto directo que tiene el tiempo en las estructuras económicas y sociales resultan muy útiles para esclarecer que las tecnologías más avanzadas liberan un espacio temporal en el que pueden cultivarse conocimientos que contribuyan a poner solución a las problemáticas de esta época. El tiempo estaría siendo destinado a un trabajo no remunerado, pero que representa una acción directa sobre el mundo.

- La educación ciudadana es fundamental en los contextos democráticos y una liberación de tiempo acompañada de un aprovechamiento de las herramientas tecnológicas de estos automóviles; favorecería considerablemente la formación cívica. Por ello habría que orientar el diseño de los asistentes tecnológicos de los coches sin conductor hacia un nuevo núcleo de posibilidades que posibilitaran una educación para la ciudadanía. Una ciudadanía formada es una potente herramienta para el compromiso que están demandando los desafíos del planeta en la actualidad. En ese sentido, podría impulsarse el diseño de los automóviles sin conductor y asumir un compromiso con el ODS 4, relativo a la educación de calidad, que se encuentra estrechamente vinculado con las demás exigencias de la Agenda 2030, pues sin una formación de calidad resulta muy difícil la toma de conciencia cívica.

B. Compromiso con el medioambiente y cero emisiones

- El sistema capitalista ha ocasionado la destrucción del medioambiente como consecuencia de los altos niveles de contaminación que generan sus industrias y modelos de consumo. La nube de polución que acecha a las ciudades y pueblos es más que evidente y son escasas las políticas públicas que los gobiernos están promoviendo para solucionar esta grave crisis y su repercusión en la salud pública y el equilibrio de la biosfera. Por ello resulta urgente plantear un modelo de movilidad alternativo al actual, que surja desde un cambio cultural en la movilidad ciudadana, basada mayoritariamente en el uso del automóvil privado e impulsado por un motor de combustión de energías fósiles, poco eficiente y sostenible como medio de transporte, y que, como sostiene un informe de Ecologistas en Acción (2007), es la principal causa de la contaminación urbana.

- Ante este panorama de vulnerabilidad medioambiental está surgiendo una disrupción tecnológica que podría provocar una transformación cultural en el ámbito de la movilidad, pues la humanidad se encuentra a las puertas de la incorporación en las vías de los automóviles sin conductor. Estas tecnologías autónomas generarán una revolución sin precedentes en la movilidad urbana y en la configuración de las ciudades, teniendo una influencia directa sobre las condiciones medioambientales. Al promover una nueva cultura de la movilidad, el vehículo autónomo dejará de ser visto como un objeto de consumo para convertirse en un medio tecnológico que brindará un servicio que podrá utilizarse en función de las necesidades específicas de movilidad. Además, un estudio desarrollado por el Rocky Mountain Institute ha puesto de relieve que los coches sin conductor tendrán un impacto positivo en el medioambiente, por ejemplo en la reducción de los recursos utilizados para la fabricación de partes destinadas a la protección y la seguridad, ya que se espera que estos automóviles reduzcan la frecuencia de los accidentes (Walker, 2014).

- Por último, dado que las fuentes que proporcionarán el suministro energético para los coches autónomos proceden de recursos renovables y no fósiles, no solo no se emitirán gases contaminantes, sino que también se producirá una incidencia directa sobre la disminución de CO₂. Así pues, los coches autónomos como medio tecnológico contribuirían a desarrollar un compromiso con los siguientes ODS: salud y bienestar, energía asequible y no contaminante, industria, innovación e infraestructura, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable, acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres.

C. Contribución para que las ciudades sean más seguras y habitables con menor siniestralidad

- Los accidentes ocasionados por los coches sin conductor durante 2018 en los Estados Unidos, concretamente en Arizona, con un prototipo de Uber que tuvo un desenlace fatal tras la muerte de una mujer (Limón, 2018), y en California, con un prototipo de Tesla que no tuvo víctimas mortales (Álvarez, 2018), sirvieron para que las principales empresas del sector que están investigando en esta materia fortalecieran sus esfuerzos para exigir mejoras en materia de seguridad. A pesar de estos accidentes, los datos que arroja la OMS cifran los accidentes de automóviles con conductor en 1,35 millones al año a nivel mundial. Estos datos ponen de relieve que supondría un error el magnificar de forma impertinente los accidentes que han tenido los coches sin conductor, ya que según la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) de los Estados Unidos, el 94% de los accidentes en ese país se deben a errores humanos (Sánchez, 2018).
- Al contrario de lo que promueven algunas portadas de diarios sensacionalistas, los automóviles sin conductor podrían favorecer la seguridad vial, ya que se reducirían progresivamente, en función de la incorporación de estos automóviles, ciertas conductas viales que favorecen una movilidad insegura. Además, una conducción más segura y prudente por parte de estos automóviles serviría de ejemplo para que los seres humanos fueran adquiriendo ciertos parámetros de comportamiento orientados a fortalecer las habilidades cívicas. En definitiva, la conducción autónoma podría tener un impacto positivo, tanto cualitativo, al servir de ejemplo formativo y mejorar la calidad de la conducción y la habitabilidad de los entornos urbanos, como cuantitativo, al reducir los costos destinados a material de seguridad y también las víctimas por accidentes de tráfico. Esta sería una propuesta comprometida con el bienestar de la ciudadanía, la habitabilidad de las ciudades y la seguridad vial. En este caso, estarían involucrados los siguientes ODS: salud y bienestar, industria, innovación e infraestructura y ciudades y comunidades sostenibles.

171

D. Liberación de espacios anteriormente dedicados a aparcamientos para zonas verdes u otras finalidades cívicas

- Uno de los efectos derivados del cambio cultural en materia de movilidad es una menor utilización de los automóviles privados y personales y una consecuente despreocupación por la búsqueda de estacionamiento. Si los vehículos autónomos utilizados para la movilidad en el ámbito urbano asumen una función de transporte compartido, como los SAV y los PSAV, existirá una menor flota debido al correspondiente uso colectivo.
- La movilidad compartida permitiría una reducción considerable de la flota de automóviles y por lo tanto una liberación del espacio dedicado al estacionamiento. Esos espacios destinados al estacionamiento de automóviles podrían adquirir otra función que los grupos de interés acordarían mediante un ejercicio deliberativo. Las nuevas funciones de estos espacios deberían asumir la necesidad de reorientar su finalidad para potenciar un uso público y cívico de los espacios y de este modo contribuir con los ODS, entre los que podrían encontrarse los siguientes: salud y bienestar, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, industria

y ciudades y comunidades sostenibles. La tecnología incorporada en los coches autónomos tendría una consecuencia directa sobre el hábitat, ya que contribuirían a una resignificación de la utilidad y las funciones cívicas y democráticas de los espacios que tradicionalmente han estado destinados a estacionamientos.

Es importante destacar el poder transformador que tiene la tecnología de los coches autónomos y cómo puede contribuir al alcance de las metas de la Agenda 2030. Otra forma de concebir la tecnología es posible y eso se ha demostrado en este trabajo a través de los coches autónomos, que plantean notables ventajas frente a los coches tradicionales con conductor, uno de los principales causantes del deterioro medioambiental y del caos en los espacios urbanos contemporáneos. La revolución en materia de movilidad es inminente y los actores implicados tienen la responsabilidad de promover un aprovechamiento de las tecnologías más avanzadas en este ámbito para el fortalecimiento de las exigencias cívicas y la democracia, en términos de una mejora de las condiciones de vida de la ciudadanía.

Conclusiones

A lo largo de estas páginas se ha ofrecido una panorámica sobre el ámbito de los coches autónomos. Es importante destacar que muchos asuntos han permanecido intactos y no han sido abordados; sin embargo, esos serían objeto de otro trabajo reflexivo. El propósito de este trabajo, mencionado en la introducción, ha sido el de llevar a cabo un acercamiento introductorio a los coches autónomos, con el objetivo de contar con un conocimiento básico desde el que arrancar futuras profundizaciones reflexivas desde otras perspectivas más especializadas.

La autonomía de los coches es un arma de doble filo, pues presenta importantes ventajas, desventajas, beneficios y riesgos para la ciudadanía. Por ello, resulta fundamental una aproximación a este campo tecnológico, con el fin de impulsar una exploración más exhaustiva en un entorno que exige constantes investigaciones debido a la complejidad y las controversias que suscitan. En definitiva, un conocimiento aproximativo a los coches autónomos permite llevar a cabo un ejercicio anticipativo para profundizar en aquellos caminos que dan forma a esta tecnología, que implicará un cambio cultural en la movilidad ciudadana.

Bibliografía

Awad, E., Dsouza, S., Kim, R., Schulz, J., Henrich, J., Shariff, A., Bonnefon, J.-F. y Rahwan, I. (2018). The Moral Machine experiment. *Nature*, 563, 59-64. Recuperado de: <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6>.

Barclays (2015). Disruptive Mobility: A Scenario for 2040. Recuperado de: <https://www.investmentbank.barclays.com/content/dam/barclaysmicrosites/ibpublic/documents/investment-bank/global-insights/barclays-disruptive-mobility-pdf-120115-459kb.pdf>.

Barclays (2016). Driverless vehicles: A new engine for economic transformation? Recuperado de: <https://www.barclayscorporate.com/content/dam/barclayscorporate-com/documents/insights/innovation/barclays-corporate-driverless-vehicles-oct-2016.pdf>.

Bauman, Z. (2017). *Modernidad líquida*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.

Berbouch, M. (2018). Uber Self-Driving Car Crash: What Really Happened. *Forbes*, 28 de mayo. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/meriameberboucha/2018/05/28/uber-self-driving-car-crash-what-really-happened/#708feea4dc41>.

Bogost, I. (2014). The Secret History of the Robot Car. *The Atlantic*, noviembre. Recuperado de: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2014/11/the-secret-history-of-the-robot-car/380791/>.

Checkoway, S., McCoy, D., Kantor, B., Anderson, D., Shacham, H. y Savage, S. (2011). Comprehensive Experimental Analyses of Automotive Attack Surfaces. Recuperado de: <http://www.autosec.org/pubs/cars-usenixsec2011.pdf>.

Coeckelbergh, M. (2011). From Killer Machines to Doctrines and Swarms, or Why Ethics of Military Robotics Is not (Necessarily) About Robots. *Philosophy & Technology*, 24, 269-278.

Collins, H. M. (1990). *Artificial Experts*. Cambridge: MIT Press.

173

Comisión Europea (2009). Vehicle Event Recording base don Intelligent Crash Assessment. Recuperado de: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects_sources/veronica2_final_report.pdf.

Dickmannl, J., Appenrodt, N. y Brenk, C. (2014). Making Bertha: Radar is the key to Mercedes-Benz's robotic car. *IEEE Spectrum*, 44–49.

Diéguez, A. (1993). Tecnología y responsabilidad. *Revista de Filosofía*, 9, 189-200.

Durán Heras, M. A. (2010). *Tiempo de vida y tiempo de trabajo*. Madrid: Fundación BBVA. Recuperado de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/101047/3/Duran_Tiempo_vida_trabajo.pdf.

Durán Heras, M. A. (2012). *El trabajo no remunerado en la economía global*. Madrid: Fundación BBVA. Recuperado de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/76517/3/Duran_Trabajo_No_Remunerado.pdf.

Ethical Hacking New Tutorials (2016). *Hacking a Car with an Ex NSA Hacker CYBERWAR Clip* YouTube. Youtube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=OIP8An2t15w>.

Kumar Amara, D., Renu Chebrolu, N., Vinayakumar, R. y Soman, K. (2018). *A Brief Survey on Autonomous Vehicle Possible Attacks, Exploits and Vulnerabilities*.

Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/328189443_A_Brief_Survey_on_Autonomous_Vehicle_Possible_Attacks_Exploits_and_Vulnerabilities.

Lee Sayton, E. (2011). *Driverless Dreams: Technological Narratives and the Shape of the Automated Car*. MIT Press.

Limón, R. (2018). El coche del accidente mortal de Uber tenía inhabilitada la frenada de emergencia. *El País*, 12 de junio. Recuperado de: https://elpais.com/tecnologia/2018/06/12/actualidad/1528798311_923424.html.

Massachusetts Institute Of Technology (2016). *Moral Machine*. Disponible en: <http://moralmachine.mit.edu/hl/es>.

Maxmena, A. (2018). Self-driving car dilemmas reveal that moral choices are not universal. *Nature*.

McKinsey & Company (2017). *Self-driving car technology: When Will the robots hit the road? Our Insights*. Recuperado de: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/self-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road>.

Moisés, B. A. (2019). Consideraciones jurídicas acerca del coche autónomo. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, 52, 101-108.

174

Novak, M. (2013). The National Automated Highway System That Almost Was. *Smithsonian*. Recuperado de: <http://www.smithsonianmag.com/history/the-national-automated-highway-system-that-almost-was-63027245/>.

Organización de Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

Park, S. y Choi, J.-Y. (2020). Malware Detection in Self-Driving Vehicles Using Machine Learning Algorithms. *Journal of Advanced Transportation*, 3, 1-9.

Parkinson, S., Ward, P., Wilson, K. y Miller, J. (2017). Cyber Threats Facing Autonomous and Connected Vehicles: Future Challenges. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(11).

Peña, M. (2018). Waymo explica el rol esencial de la inteligencia artificial en la tecnología autónoma. *Digital Trends*, 8 de mayo. Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/autos/waymo-inteligencia-artificial-autos-autonomos/>.

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Barcelona: Editorial Planeta.

Ruiz Domínguez, F. (2017). *La implantación del automóvil inteligente: ¿un riesgo calculado para la seguridad global?* Madrid: Instituto Español de Estudios

Estratégicos. Recuperado de: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2017/DIEEEO60-2017_Automovil_Inteligente_FRuizDominguez.pdf.

SAE International (2019). Levels of Driving. Recuperado de: <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>.

Sánchez, C. (2018). Parar de investigar el coche autónomo por los accidentes sería un gran error. Eldiario.es, 12 de abril. Recuperado de: https://www.eldiario.es/hojaderouter/movilidad/Parar-investigar-coche-autonomo-accidentes_0_760124707.html.

Ulmer, B. (1994). VITA II - Active Collision Avoidance in Traffic. Proceedings of the Intelligent Vehicles. 94 Symposium, 1-6.

Walker, J. (2014). Robots Don't Drink and Drive. Recuperado de: <https://rmi.org/robots-dont-drink-drive/>.

Wetmore, J. (2003). Driving the Dream: The History and Motivations Behind 60 Years of Automated Highway Systems. Automotive History Review. Recuperado de: <https://cspo.org/library/driving-the-dream-the-history-and-motivations-behind-60-years-of-automated-highway-systems-in-america/>.

Cómo citar este artículo

Terrones Rodríguez, A. L. (2021). Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad — CTS, 16(47), 153-175.

Representação social e educativa das comissões de ética no uso de animais *

Representación social y educativa de las comisiones de ética en el uso de animales

Social and Educational Representation of Animal Ethics Committees

**Marta Luciane Fischer, Marina Kobai Farias
e Lilian Gauto Quintana Jankoski ****

As comissões de ética em pesquisa com animais (CEUA) concebidas sob o regimento da bioética institucional balizam a relação da academia com os animais por meio de valores e princípios éticos. A partir da inserção das determinações legais atenuou-se o papel dialogador pronunciando vulnerabilidades dos animais, pesquisadores, colegiado e sociedade. Considerando a responsabilidade social da pesquisa científica, questiona-se qual é a representação social da CEUA. Objetivou-se identificar a concepção do papel social das CEUA no meio científico e popular através de revisão integrativa e aplicação de questionário. Os resultados atestam que as vulnerabilidades têm sido discutidas, atribuindo idoneidade ao uso de animais, porém sem interesse em dialogar com a sociedade. Os respondentes, oriundos principalmente do ambiente universitário, demonstraram valores éticos antropocêntricos, utilitaristas e bem-estaristas que legitimam o uso de animais, reconheceram os procedimentos éticos e legais, porém não expressaram interesse se envolver. A necessidade de retomar os princípios bioéticos nos espaços das CEUA é um desafio que visa garantir o respeito e fortalecimento do diálogo com a comunidade. A efetividade desta comunicação propiciará a identificação de diferentes visões, facilitará o reconhecimento de questões de difíceis soluções, melhorando a identificação das vulnerabilidades e garantindo o respeito a todos os atores inseridos nas CEUA.

177

Palavras-chave: CEUA; bioética; ética animal; Lei Arouca; Princípio dos 3R

* Recebimento do artigo: 18/12/2019. Entrega da avaliação final: 28/10/2020.

** *Marta Luciane Fischer*: doutor em zoologia, docente do Programa de Pós-Graduação em Bioética da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Brasil. Excoordenadora de CEUA. Correio eletrônico: marta.fischer@pucpr.br. *Marina Kobai Farias*: mestranda em bioética, PPGB/PUCPR. *Lilian Gauto Quintana Jankoski*: mestre em bioética, PUCPR.

Concebidos bajo la regulación de la bioética institucional, los comités de ética en la experimentación con animales (CEEA) orientan la relación de la ciencia con los animales mediante valores y principios éticos. A partir de la inserción de determinaciones jurídicas, la importancia del diálogo entre sectores se atenuó y se pronunciaron las vulnerabilidades de los animales, los investigadores, los colegiados y la sociedad. Teniendo en cuenta la responsabilidad social de la investigación científica, se cuestiona la representación social de los CEEA. El objetivo de este artículo es identificar la concepción del papel social de los CEEA en los entornos científicos y legos a través de la revisión integradora y la aplicación de cuestionarios. Los resultados demuestran que se han discutido las vulnerabilidades, pero sin interés por forjar un diálogo con la sociedad sobre estos temas. Los encuestados, principalmente del entorno universitario, demostraron contar con valores éticos antropocéntricos, utilitarios y de bienestar que legitiman el uso de animales; también reconocieron procedimientos éticos y legales, pero no expresaron interés en involucrarse en su difusión. La necesidad de retomar principios bioéticos en los espacios de los CEEA es un desafío que tiene por objetivo garantizar el respeto y el fortalecimiento del diálogo con la comunidad. La eficacia de esta comunicación propiciará la identificación de diferentes puntos de vista y facilitará el reconocimiento de cuestiones de difícil solución, mejorando la identificación de vulnerabilidades y garantizando el respeto por todos los actores involucrados en los CEEA.

Palabras clave: CEEA; bioética; ética animal; Ley Arouca; Principio 3R

Conceived under the standards of institutional bioethics, Animal Ethics Committees (AECs) guide the relationship between science and its treatment of animals by means of ethical values and principles. Since the inclusion of legal regulations, their role in fostering dialogue was reduced and the vulnerabilities of animals, researchers and society were pronounced. Considering the social responsibility inherent in scientific research, this article uses data derived from surveys and an integrative review to identify the social role of AECs held within scientific and public environments. The results show that the vulnerabilities have been discussed among experts, but without any interest in dialoguing with society on these issues. Those surveyed, mainly experts from universities, showed anthropocentric, utilitarian and wellness-based ethical values that legitimized the use of animals. They also recognized the importance of ethical and legal processes, but did not express any interest in becoming involved in its discussion and communication. The need to reopen bioethical principles in the spaces held by AECs aims at guaranteeing respect and strengthening dialogue within the community. The effectiveness of this communication should foster the recognition of different points of view and facilitate the acknowledgement of issues without an easy solution, the identification of vulnerabilities and the respect towards all actors involved in AECs.

Keywords: AECs; bioethics; animal ethics; Arouca Law; the 3Rs Principles

Introdução

A interação dos humanos com os animais não humanos se constituiu de um propulsor do desenvolvimento tecnológico, contudo a sua crescente utilização como recursos incitou o questionamento dos limites dessa exploração. Os princípios éticos norteadores possuem suas raízes na modernidade com Jeremy Bentham que legitimou a senciência animal e culminou na difusão do princípio da igual consideração de interesses na ética utilitarista (Singer, 2004) e no princípio de não serem tratados como propriedade na ética abolicionista (Regan, 2006).

No Brasil, a publicação da Lei 11.794/08 (CONCEA, 2016) fortaleceu a discussão sobre o uso de animais, cuja a normatização do ensino e pesquisa é intermediada pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), monitorada pelas comissões de ética no uso de animais (CEUA) e balizadas pelo princípio dos 3R (Russell e Burch, 1959): *replacement*, *reduction*, *refinement*. Deve-se considerar que a abolição do uso de animais pela substituição por métodos alternativos é a motivação primária dos movimentos e políticas públicas, contudo a perspectiva utilitarista permite o uso de animais para situações em que são estreitamente necessários e para os quais todavia não existem alternativas, incentivando nessa situação a redução ao máximo do número de animais e o refinamento das técnicas prevendo a diminuição da dor e sofrimento. Contudo, segundo os defensores da causa animal o meio acadêmico e a sociedade se acomodaram com as medidas paliativas, atrasando cada vez mais o dia da abolição total do uso do animal. Sendo, assim, suplantada pela aceitação como medida ética da redução no número de animais e do refinamento dos procedimentos, tolerando a dor e o sofrimento desde que justificados (Tréz, 2018).

179

As CEUA devem atestar a adequação técnica, ética e legal dos procedimentos com animais e promover a educação, sendo imprescindível a formação bioética do colegiado multidisciplinar composto obrigatoriamente por biólogos, médicos veterinários e representante de sociedade (Fischer *et al.*, 2014; CONCEA, 2016). Desde a implantação das CEUA, no início da década de 1980 na Europa e América do Norte e, extraoficialmente na década de 1990 no Brasil (Fischer e Oliveira, 2012), esses conselhos deliberativos vêm sofrendo críticas fundamentalmente apoiadas na desuniformidade dos pareceres levando ao descrédito da comunidade acadêmica, resistente a ter que se submeter a mais um processo burocrático, bem como dos defensores de animais, que conclamavam por uma legislação mais intolerante (Pulz, 2013).

As CEUA foram concebidas sob o regimento da bioética institucional, cujos princípios morais balizavam a relação entre os acadêmicos e as cobaias (Feijó, 2009). A participação da sociedade é tida como essencial, mesmo destituída de subsídios técnicos para avaliar a real necessidade da pesquisa e as condições de bem-estar animal. Inúmeros estudos investigaram a opinião e o conhecimento da população a respeito da experimentação animal englobando professores (Rodrigues *et al.*, 2011) e estudantes universitários (Hagelin e Carlsson, 2000, Pinto e Rimoli, 2005, Saucier e CAIN, 2006, Feijó *et al.*, 2008, Deguchi *et al.*, 2012, Fischer e Tamioso, 2013), do ensino médio (Dias, Guedes, 2018) e a sociedade no geral (Williams *et al.*, 2007, Vonrotten, 2013). Segundo Garutti (2010), a sociedade não acredita que

as CEUA contribuam efetivamente para diminuição da dor ou na amenização do conflito entre a justificativa e a necessidade da pesquisa. O afastamento da bioética dessas questões, principalmente no espaço deliberativo e educativa da CEUA, pode pronunciar a insensibilização para o sofrimento animal (Tréz, 2011) decorrentes de angústias diante de uma situação de alto conflito moral, que para Reis e Tréz (2009), resulta na aceitação dos processos em ponderação aos benefícios pessoais e sociais.

A invasão do Instituto Royal em 2013, na qual ativistas alegando morosidade das autoridades brasileiras com relação as denúncias de maus-tratos, se mobilizaram para resgatar cães da raça beagle utilizados na validação de medicamentos. A exploração midiática do caso retomou o debate sobre os limites da experimentação, instigando na sociedade, munidas de informações imprecisas, incompletas e conflitantes, o questionamento dos processos da Ciência (Graebin, 2015; Martinez, 2016). A repercussão do caso e argumentos inconsistentes levaram a constatação da existência de deficiências envolvidas nos processos de comunicação com a sociedade, levantando o questionamento das repercussões sociais caso a idoneidade dos processos da ciência sejam colocados em dúvida.

Considerando o papel educativo e intermediativo das CEUA na comunicação entre a academia e a Sociedade, bem como da identificação das vulnerabilidades emergentes do afastamento da perspectiva bioética desses espaços, justifica-se a importância de se conhecer representação social das CEUA, a fim de subsidiar intervenções educativas. A melhoria e efetividade da comunicação propiciará a identificação de diferentes visões, e facilitará o reconhecimento de questões de difíceis soluções. Assim, sob o questionamento de qual a representação social das CEUA testou-se as hipóteses: a) a abordagem da CEUA difere entre o meio acadêmico e popular; b) a representação social da CEUA envolve uma concepção estigmatizada resultante de um incipiente processo de comunicação. Objetivou-se identificar a concepção do papel social das CEUA no meio científico e popular por meio de revisão integrativa e aplicação de questionário. Os resultados foram analisados conforme a perspectiva bioética de identificação e mitigação de vulnerabilidades envolvidas em conflitos existentes nos atores inseridos nas CEUA.

180

1. Material e métodos

1.1. O papel social da CEUA sob a perspectiva acadêmica e popular

O levantamento dos pontos favoráveis, deficiências e conflitos relacionados à CEUA no âmbito acadêmico se deu pela revisão integrativa em textos científicos recuperados por meio da ferramenta Google Scholar. A verificação do conteúdo na mídia digital se deu pela análise de notícias em forma de texto ou vídeos disponibilizados no Google notícias e no Youtube. Em ambos utilizou-se os descritores: “Comitê de ética no uso de animais”, “Comissão de ética no uso de animais”, “CEUA” e “*Animal Ethics*” e “*Ética Animal*”, sendo recuperados e categorizados os 100 primeiros registros de cada, cujo banco de dados foi complementado com informações correspondentes à textos referenciados nos artigos recuperados, igualmente até o número de 100 amostras.

1.2. Representação social da CEUA

O instrumento utilizado foi idealizado e validado para esse estudo, contendo doze questões para caracterização do participante como estudante, membro sociedade, membro de ONG, gênero, nível de formação e autodenominação com a identificação com a pesquisa realizada na universidade (posicionamento ativista, cientista, membro da sociedade ou indiferente). A representação da CEUA se deu por meio da pontuação na escala Likert de 1 a 9 para questões envolvendo legislação, CEUA, bioética e crença de como as pesquisas são realizadas. A penúltima questão visou atestar a concordância do participante com assertivas relacionada às obrigações da CEUA, contudo com concepções éticas antropocêntricas, utilitaristas, bem-estaristas, abolicionistas e biocêntricas. Na última questão participante poderia opinar sobre o caso ocorrido no Instituto Royal em 2013. As respostas foram categorizadas de acordo com as argumentações elencadas para justificar o posicionamento (**Quadro 1**).

Quadro 1. Identificação com o grupo social, assertivas com desfechos éticos e situação problema utilizados para avaliar a representação social da CEUA

<p>Como você se classificaria com relação aos animais. Acredito que os animais são vulneráveis com relação aos interesses pessoais, científicos e econômicos da humanidade. Por isso delego ao favor deles sempre, denunciando os maus-tratos e lutando por seus direitos</p>	<p>Tipo ativista</p>
<p>Acredito que todo ser vivo é merecedor de respeito, contudo também defendo o desenvolvimento tecnocientífico da humanidade, mesmo que para isso sejam necessários utilizar alguns animais para realizar pesquisas importantes e necessárias, desde que não haja outro forma e os animais utilizados sejam tratados com respeito e cuidado evitando ao máximo qualquer tipo de sofrimento.</p>	<p>Tipo cientista</p>
<p>Acredito como a maioria das pessoas que cada ser vivo tem seu papel na sociedade, alguns fundamentais para manutenção da vida e dos ecossistemas que devem ser preservados; outros que devem ser criados para servir de alimentos ou ajudar de alguma maneira as pessoas; enquanto os que causam transmitem doenças ou são perigosos para as pessoas ou para o ambiente devem ser controlados</p>	<p>Tipo membros da sociedade</p>
<p>Acredito que não tenho subsídios suficientes para opinar sobre esse tema</p>	<p>Tipo indiferente</p>
<p>Eu acredito que a CEUA deveria defender o bem-estar dos animais utilizados na pesquisa, pois se o animal estiver sofrendo ou sentido dor pode afetar o seu sistema imunológico e assim afetar todo resultado da pesquisa e assim atrasando pesquisas que devem oferecer resultados importantes e necessários para questões como a cura de doenças ou que favoreça os seres-humanos de alguma forma</p>	<p>Ética antropocêntrica</p>
<p>Eu acredito que a CEUA deveria defender o bem-estar dos animais utilizados nas pesquisas levando em consideração o quanto a pesquisa é necessária e importante para resolver questões graves - com a busca de cura de doenças que fazem milhares de seres humanos sofrerem e morrerem. As CEUA deveriam ainda se</p>	<p>Ética utilitarista</p>

<p>certificar se não tem outra forma de se alcançar esse conhecimento que não precise utilizar animais ou use animais que sofram menos. Desta forma, deveria aprovar apenas pesquisas que justificassem que o uso do animal é fundamental e não tem alternativas</p> <p>Eu acredito que a CEUA deveria defender o bem-estar dos animais aprovando projetos de pesquisas importantes e necessárias, porém que em todas as etapas da pesquisa fosse levado em consideração se o animal está sofrendo ou sentindo dor, e se fizesse de tudo para diminuir e eliminar as condições de criação, manipulação e eutanásia que causassem dor ou sofrimento.</p> <p>Eu acredito que a CEUA não deveria aprovar nenhuma pesquisa que use animais como recursos, pois independente do quanto o pesquisador diz que irá minimizar o sofrimento animal, ele continuará ser tratado como se fosse um mero tubo de ensaio vivo. Acredito que os animais têm o direito de não ser explorados pelos seres-humanos para absolutamente nada</p> <p>Eu acredito que a CEUA não deveria aprovar projetos de pesquisa com animais apenas levando em consideração se sentem mais ou menos de dor ou sofrimento. Em primeiro lugar é necessário considerar que são seres vivos, e por isso já possuem um valor moral e que não é possível atribuir um valor monetário ou utilitário</p> <p>Eu acredito que a CEUA não deveria avaliar os projetos considerando apenas o bem-estar do animal específico, pois todo animal faz parte de uma cadeia ecológica e assim, tirar um animal da natureza, para fazer uma pesquisa científica, pode comprometer todo o ecossistema, que depende de um equilíbrio para se manter saudável</p> <p>Um grupo de militantes dos direitos dos animais com, ao menos, cem pessoas invadiram na madrugada de 18/10/2012, o Instituto Royal, em São Roque/SP. O objetivo dos manifestantes era retirar os cães do local, pois, naquela instituição, eram realizados testes em animais, principalmente cães da raça Beagle. Os ativistas, por meio da imprensa e das redes sociais, alegaram que o laboratório praticava maus-tratos contra os animais com a finalidade de produzir experiências científicas. Ao certo, 178 cães, sete coelhos e mais de 200 camundongos foram retirados do Instituto. Os ativistas definiram o estado dos Beagles como feridos e mutilados. Os cães que eram usados em testes serviam para pesquisas sobre medicamentos que seriam lançados. E segundo os responsáveis pelo Instituto as pesquisas estavam sendo conduzidas dentro da lei, pois uma Comissão de Ética da própria instituição acompanhava as pesquisas. Após as invasões e a repercussão mundial do caso, o prédio do instituto foi abandonado, pois as inúmeras pesquisas em andamento, muitas delas importantíssimas, foram interrompidas. Exponha a sua opinião sobre o ocorrido em relação a retirada dos cães do instituto.</p>	<p>Ética bem-estarista</p> <p>Ética abolicionista</p> <p>Ética biocêntrica</p> <p>Ética ecocêntrica</p> <p>Situação problema</p>
--	--

1.3. Análise dos dados e procedimentos legais

Os dados foram analisados por meio da comparação da frequência dos parâmetros em cada categoria e entre as variáveis, sendo os categóricos testados pelo teste do qui-quadrado e os de média pelo teste ANOVA e posteriori de Tukey, tendo como hipótese nula a distribuição homogênea a uma confiança de 95% e erro de 5%.

O projeto foi desenvolvido de acordo com princípios de integridade na pesquisa, análise e veiculação dos dados e nos preceitos éticos envolvendo seres humanos seguindo orientações da Resolução da CNS nº466/12 e do nº 510/16 da CONEP, sendo o protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, parecer de nº 1.800.651.

2. Resultados

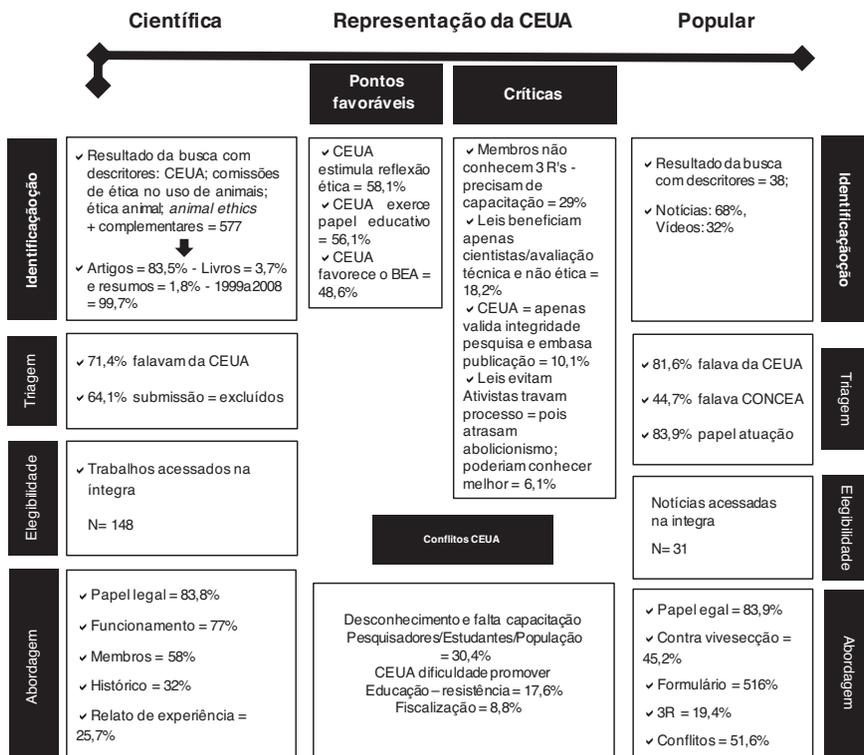
2.1. O papel social da CEUA sob a perspectiva acadêmica e popular

A inserção da CEUA no meio científico foi atestada em 85,5% dos textos recuperados, cuja maioria consistiu em artigos brasileiros, pronunciados principalmente após 1999. Destes, 71,4% abordava a CEUA, porém 64% apenas se referia a aprovação da pesquisa por uma CEUA. Dos que abordavam especificamente a temática (N=148), a maioria direcionou para o papel legal e o funcionamento (**Figura 1**). As CEUA não representaram um tema comum em notícias populares, sendo que 85% do conteúdo analisado possuía um viés favorável, abordando principalmente o papel legal (**Figura 1**).

Dos argumentos a favor se pronunciou o estímulo à reflexão ética e ao papel educativo, sendo que o posicionamento favorável predominou nas notícias populares. Como críticas se pronunciou o desconhecimento do princípio dos 3R e a necessidade de capacitações frequentes (**Figura 1**).

183

Figura 1. Categorização do conteúdo científico e popular que veiculam conteúdo com CEUA



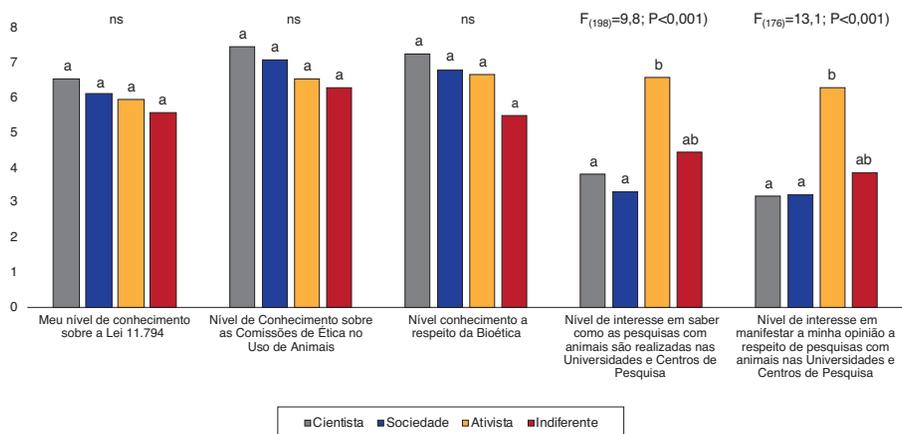
184

Fonte: Os valores das categorias dos parâmetros de avaliação se deram pela aplicação do teste do qui-quadrado, sendo os valores significativamente maiores ($P < 0,05$) destacados na caixa escura. Os valores de média foram comparados por meio do teste do Anova sendo os valores significativamente diferentes ($P < 0,05$) acompanhados por letras distintas.

2.2. CEUA na concepção popular

Os participantes desta pesquisa representaram um recorte social com predomínio de mulheres (74%) e portadoras de ensino superior (58%) (ensino básico=11,8% e pós-graduação=29,7%), cuja maioria se autodenominou cientistas (40,2%), quando comparados com sociedade (32,5%), ativistas (24,9%) e indiferentes (2,2%). A atribuição de pontuação quanto ao conhecimento da Lei 11.794/08, CEUA e bioética não diferiu entre os grupos autodenominados, contudo os ativistas demonstraram mais interesse em saber como as pesquisas são realizadas e de manifestarem sua opinião (Figura 2).

Figura 2. Pontuação conforme a concordância ao nível de conhecimento e interesse pela experimentação animal

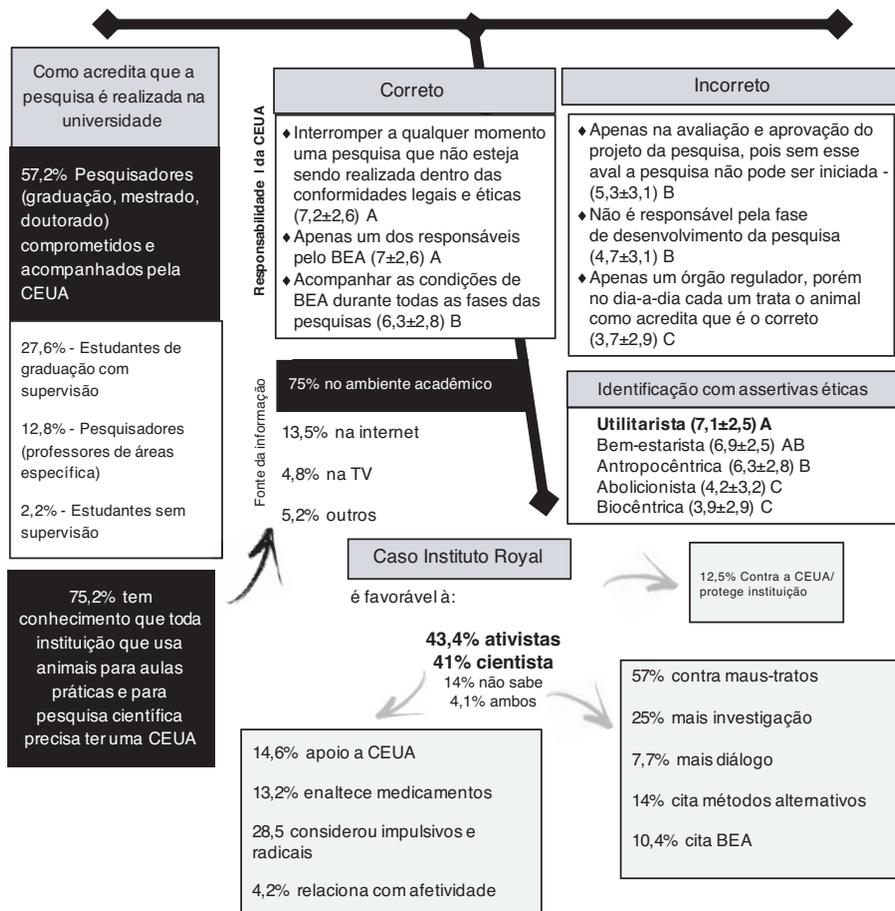


Nota: os valores foram comparados por meio do teste Anova entre as variáveis de identificação com perfil cientista, sociedade, ativista e indiferente, sendo as médias significativamente diferentes ($P < 0,05$) acompanhadas de letras distintas e as não significativas por ns. Fonte: os autores

A maioria dos respondentes indicou acreditar que as pesquisas são conduzidas por profissionais comprometidos com a legislação e intermediados por condutas éticas, as quais são acompanhadas pela instituição através das CEUA. Assim como, afirmou saber da obrigatoriedade da CEUA para realização de pesquisas com animais, relacionando a aquisição desse conhecimento no próprio ambiente acadêmico. Maiores pontuações foram atribuídas a responsabilidades corretas das CEUA relacionadas com o poder de interromper pesquisas fora da conformidade e de que representa apenas um dos responsáveis (**Figura 3**).

Os respondentes apresentaram identificação com posicionamentos utilitaristas quando comparados com abolicionistas e biocêntricos (**Figura 3**). O posicionamento e a argumentação diante do conflito decorrente da invasão do Instituto Royal indicaram igual proporção dos que foram favoráveis aos processos científicos e os que endossaram a atitude dos ativistas. Favoráveis ao Instituto enaltecem o medicamento, mas também preocupação com o BEA, discordando da atitude impulsiva e radical dos ativistas, associando-as com visão mais afetiva dos animais e clamando por investigação e diálogo. Já os contrários, alegaram que as CEUA protegem a instituição e camuflam os procedimentos (**Figura 3**).

Figura 3. Categorização da representação social da CEUA



Nota: os valores das categorias dos parâmetros de avaliação se deram pela aplicação do teste do qui-quadrado, sendo os valores significativamente maiores ($P < 0,05$) destacados na caixa escura. Os valores de média foram comparados por meio do teste do Anova sendo os valores significativamente diferentes ($P < 0,05$) acompanhados por letras distintas. Fonte: os autores

3. Discussão

Os dados do presente estudo expressam um panorama da concepção social das CEUA atestada por meio de análise documental e por consulta à sociedade, cujos pontos favoráveis e limitações estão atrelados ao exercício do papel educativo que lhe é próprio.

O conteúdo analisado evidenciou a temática CEUA direcionada para consolidação do papel legal e funcionamento, preferencialmente à procedimentos burocráticos em detrimento da mediação pela bioética (Paixão, 2004). Segundo Paixão (2004), desde

a sua origem as CEUA são permeadas por conflitos como: BEA versus avaliação da dor; necessidade da experimentação versus status moral; mérito da pesquisa versus competência do colegiado; aplicação do princípio dos 3R versus até quando refinar; como avaliar o custo/benefício em espécies e situações dispare. Para Filipecki *et al.* (2010), o colegiado da CEUA também se vê vulnerável conflitando entre as obrigações legais e a resistência de pesquisadores e defensores.

Os pontos favoráveis das CEUA na literatura enaltecem a reflexão ética, educação e BEA, contudo negligenciar esses predicados em prol apenas da adequação legal pode conduzir às críticas contrárias. A descredibilidade dos processos e intenções foi vinculada com incipiência de capacitação ética dos membros, enaltecimento das análises técnicas e viés utilitário da submissão vinculado às exigências de revistas científicas (Feijó, 2009). Fischer e Rodrigues (2018) conceberam como parâmetro integridade na pesquisa científica o rigor e o comprometimento do pesquisador na elaboração, execução e divulgação de investigações com animais, o qual pode ser subsidiado pelo instrumento administrativo e legal que conduz a reflexões sobre o teor técnico, ético, social e jurídico dos dados obtidos os quais devem contribuir para uma ciência idônea e em confluência com as aspirações da sociedade. Russo (2017), alertou que para um debate efetivo sobre a integridade na pesquisa é preciso extrapolar a mobilização inerente ao meio científico e inserir no debate diferentes atores envolvidos com a produção e consumo da ciência congregando em um mesmo espalho de ideias estudantes, cientistas, editores, juristas e, obviamente, a sociedade.

A associação das diretrizes legais na substituição animal corrobora Garutti (2010) cujas comissões estão mais preocupadas em refinar e reduzir do que efetivamente em estimular as alternativas. Tréz (2018) discutiu as limitações do princípio dos 3R passados 10 anos da publicação da legislação brasileira, pontuando que a expectativa era a consolidação na Substituição, contudo a permissão moral para Redução e Refinamento fez com que os pesquisadores e a sociedade se acomodassem, e o momento da substituição fosse consecutivamente prorrogado. Esturião *et al.* (2018) comungaram essa ideia ao discutirem a concepção do animal como propriedade e a relação de poder que jamais poderá lhe garantir o direito à autonomia. Segundo Tinoco (2007), a legislação beneficia apenas a Ciência, uma vez que maquia os excessos cometidos contra o animal e legaliza a experimentação, atrelada ao progresso legitimado pela sociedade, protegendo o cientista contra a opinião pública (Greif e Tréz, 2000). Von Roten (2013), ao analisar a opinião de cidadãos europeus, evidenciou aceitação da experimentação, principalmente de roedores, pronunciada em países mais industrializados. A cobrança do pesquisador sem promover formação e capacitação continuada (Paixão, 2004; Guadi *et al.*, 2011) poderá ampliar as resistências, demandando fiscalizações mais invasivas e, conseqüentemente, elevando a carga de trabalho, pressão e conflitos nos colegiados (Fischer *et al.*, 2014).

A legislação concebeu a participação social nos colegiados das CEUA por meio do membro externo. Contudo, a captação de membros da sociedade é tida como uma das principais limitações das CEUA (Fischer *et al.*, 2014) e imprescindíveis para legitimidade e transparência dos processos (Paixão, 2004), além da inserção de percepções destituídas de viés técnico. O arranjo proposto pela legislação passou por vários momentos de captação e validação desse membro, porém Filipecki *et al.* (2014)

pontuaram que o papel e função não foram bem definidos e os critérios de seleção, incluindo a formação universitária, aumentou a desconfiança resultando na abstinência de participarem até mesmo da consulta pública que revia esses critérios. O membro externo, no geral, não vivencia uma boa experiência nos colegiados, pois além de ter que dispende de recursos próprios e alocar seu tempo de trabalho voluntário, suas argumentações não-científicas são facilmente suplantadas, representam apenas um voto, além de ter que manter o sigilo e não poder compartilhar suas experiências com a sociedade (Correa-Neto *et al.*, 2012; Filipecki *et al.*, 2014). As limitações no processo comunicativo também comprometem a identificação da sociedade com os valores científicos, logo o desinteresse em legitimá-lo. Na legislação da Suécia, tida como referência, Röcklinsberg (2013) ressaltou que um projeto só é aprovado se for de interesse público, embora atualmente a participação popular no colegiado tenha sido reduzida, tribunais civis estabelecidos nas universidades, apresentam o projeto transposto em um texto simples e acessível para ser aprovado pela comunidade. Indubitavelmente, a aproximação da sociedade dos ambientes acadêmicos e participação nas decisões é fundamental para o desenvolvimento legítimo de uma ciência que prima para um bem comum.

A análise dos conteúdos populares refletiu o interesse midiático em veicular informações polêmicas e momentâneas enaltecendo os conflitos com estudantes ou ativistas e atendendo as necessidades mais informativas do que reflexivas, como atestados por Graebin (2015). Esse resultado elucida uma baixa preocupação das CEUA de promoverem uma comunicação mais próxima com a sociedade, esclarecendo os procedimentos, informando as demandas pelo BEA, angariando a adesão da sociedade e a legitimação de uma pesquisa com responsabilidade social, ética e legal.

O recorte desta pesquisa angariando mulheres e oriundas do ambiente acadêmico concordantes com os processos e concepções da Ciência, conhecimento das leis, CEUA e bioética desinteressadas em acompanhar como as pesquisas são conduzidas e em propagarem sua opinião, personifica a desensibilização inerente ao ambiente acadêmico diante de uma situação opressora (Tréz, 2011). Já no início do século, Hagelin e Carlsson (2000) atestaram que estudantes suecos de medicina veterinária eram majoritariamente a favor do uso de animais na experimentação contrapondo com os da medicina. Esse resultado foi decorrente de um curso de experimentação animal o qual os acadêmicos de veterinária foram expostos e promoveram a sua insensibilização. Para Reis e Tréz (2009), está diminuindo o número de estudantes incomodados com a destituição de vida de um animal saudável para repetir processos já conhecidos. Segundo os autores, esse resultado se dá uma vez que os estudantes superam os conflitos apoiados nas recompensas acadêmicas, sociais e pessoais. Os autores encontraram na fala de professores universitários que o seu desconforto foi amenizado com o tempo, apoiado na necessidade da pesquisa. Saucier e Cain (2006) também verificaram que 70% de estudantes norte-americanos endossavam a pesquisa com animais, mais proeminente para produção de medicamentos, enquanto Deguchi *et al.* (2012) registraram menos de 50% de conhecimento de universitários sobre legislações e descrédito aos métodos alternativos. Para Pinto e Rimoli (3005) a prevalência dos interesses econômicos, industriais e científicos demandam a intervenção da instituição de ensino. Por outro lado, Feijó *et al.* (2008)

constataram que a temática é de interesse dos universitários, compreendendo que os conflitos morais devem ser discutidos de forma plural e fundamentada em conceitos teóricos pertinentes à esfera da bioética. Para tal, reafirmaram o papel da CEUA na intermediação do debate com o meio acadêmico.

A compreensão do poder da CEUA em interromper uma pesquisa em qualquer de suas etapas e que os pesquisadores não podem fazer o que bem entenderem contrapõe com dúvidas às questões que igualmente deveriam estar bem consolidadas. Tais como, o papel da CEUA em acompanhar a pesquisa, sugerindo ruídos na comunicação com os demais atores envolvidos na experimentação animal. Fischer e Oliveira (2012) e Fischer *et al.* (2014) levantaram a questão sobre a importância de se estabelecer um ponto de comunicação entre academia e sociedade, sendo fundamental para o fortalecimento da confiança da sociedade, principalmente em países como o Brasil, no qual a pesquisa é mantida predominantemente por recursos públicos. Para os autores, a população deveria ser consultada sobre suas necessidades e adesão aos processos e desta forma estabelecer metas e prioridades.

O posicionamento ético dos respondentes correspondeu com a expectativa de um viés antropocêntrico/utilitarista/bem-estarista, inerente do meio acadêmico e igualmente atestado por outras pesquisas (Fischer e Tamioso, 2013, 2016). Porém, diante do estudo de caso do Instituto Royal, metade dos respondentes se posicionou contra o uso de animais, indicando o poder da opinião coletiva e popular frente a um tema amplamente divulgado, mesmo que apoiado em informações incompletas. Dias e Guedes (2018) mostraram que estudantes do ensino médio, embora detendo pouco conhecimento sobre como os animais são tratados nas universidades, e quase nenhuma informação sobre a existência de legislação, demonstram predisposição para vislumbrar a importância do BEA e da bioética. O fato desses adolescentes representarem o cientista como uma pessoa cruel, contrapondo a imagem do benfeitor de tempos atrás, pode ser tomado como um alerta para que a CEUA se posicione esclarecendo os processos da Ciência e reconquistando o apoio da opinião pública. Martinez (2016) analisou a imagem do pesquisador e ativista veiculada pela mídia no caso do Instituto Royal reforçando a representação do cientista lógico, articulado, sistemático, integrante de uma elite, convicto da importância do seu papel social e que colocar ordem na confusão gerada pelos ativistas sentimentais, casuais e impulsivos. Contudo, hábil em camuflar a vulnerabilidade, incertezas e humanidade do cientista, como apontado por Trajano e Silveira (2008). Segundo Graebin (2015), as consequências dessa falta de comunicação com o caso do Instituto Royal, que por sua natureza instantânea e ímpar, proporcionou efeitos sociais e jurídicos ainda não totalmente compreendidos.

O posicionamento dos respondentes diante da atitude dos ativistas no caso Instituto Royal, embazou na concepção de que embora o BEA deva ser prioridade, a questão não deve ser resolvida com radicalismo, impulsividade ou emotividade, mas sim atrelada a um processo de gerenciamento eficiente. Willians *et al.* (2007) em consulta a cidadãos da Nova Zelândia obtiveram 75% de concordância com uso de animais na pesquisa e 60% em aula, desde que destituídos de sofrimento e com justificativa validade. Filipecki *et al.* (2014) indagaram os motivos que levaram ao fechamento do Instituto Royal, uma vez que estavam na legalidade suscitando perplexidade na

população, demandando a aplicação de mecanismos que dê maior visibilidade, tanto conceitual quanto informativa. A formação e a vivência em questões plurais habilitariam as CEUA a promoverem a compreensão do porquê, como e quantos animais usar e, assim, ampliar a transparência da rede de proteção superando a cultura do animal coisa, capacitando a sociedade a refletir sobre suas escolhas traspostas para forma como interagem com outras espécies e como consome os produtos disponibilizados pelo comércio.

A apropriação do viés educativo que naturalmente cabe à CEUA é uma demanda que se pronuncia. Segundo Slomka (1994), embora seja reconhecível a dificuldade de ajudar instâncias deliberativas e educativas nas comissões de ética, o colegiado tem a responsabilidade de educar a si próprio, seus colegas e a comunidade, a fim de melhorar a qualidade das práticas profissionais (Correa-Neto *et al.*, 2017). Oliveira *et al.* (2013) vislumbraram a CEUA como ambientes de debates com a comunidade acadêmica visando a conscientização acrescida da busca do consenso e a tarefa de mudança cultural, igualmente frisadas por Guadi *et al.* (2011).

No início da instauração das comissões de ética, a intenção era a educação para mudança de paradigma do porquê ser ético no uso de animais na experimentação (Fischer e Oliveira, 2012). Atualmente, além dessa demanda não ter sido atendida, acresce-se os conflitos acentuados com a entrada em vigor da legislação. Tanto os pesquisadores quanto o colegiado se acomodaram nas normativas legais para categorizarem suas pesquisas como éticas, paralisando-se na ausência de diretrizes para casos específicos. É virtualmente impossível a legislação abarcar os referenciais biológicos e ecológicos de todas as espécies e, ainda, para os diferentes tipos de pesquisas (Moura-Leite e Fischer, 2018). Trajano e Silveira (2008) evidenciaram essa questão em situações polêmicas como no controle de pragas e na pesquisa com animais na natureza, cujos parâmetros éticos ainda se contrapõe com a finalidade das intervenções. O pesquisador deve ser hábil em transpor a legislação e refletir sobre os limites de suas intervenções no BEA, nas coletas excessivas e nos impactos no ambiente. Este é o motivo que justifica a existência de espaços deliberativos para atuação da bioética como intermediadora da busca de soluções justas para todos, ampliação dos limites éticos balizadores e com vias a mitigação de vulnerabilidades (Rodrigues *et al.*, 2011). Desta forma, deve contribuir para construção de um pesquisador autônomo, crítico e consciente, cujo valor que intermedeie suas decisões seja uma pesquisa íntegra quanto às demandas do animal e a qualidade dos dados os quais deverão suprir as demandas da sociedade (Fischer e Rodrigues, 2018).

Conclusão

O fato da CEUA não se constituir de um tema comum no meio científico e popular pode contribuir para o pronunciamento dos conflitos por atrasar a concepção e os fundamentos dessa instituição, a adesão popular e exercício do papel educativo. A baixa referência às vulnerabilidades das CEUA sugere pouco interesse no aprimoramento da comunicação academia *versus* sociedade. Os ruídos que surgem levam a conflitos históricos como os evidenciados entre ativistas e academia e que continuam a trazer prejuízos científicos e econômicos como o presenciado no caso do Instituto Royal,

no Brasil. A mídia não abre espaço para uma comunicação transparente gerando confusão no posicionamento do cidadão, evidenciado até mesmo nos respondentes desta pesquisa inseridos no meio acadêmico.

A bioética institucional se posicionou na consolidação das comissões de ética no intuito de orientar o encaminhamento das pesquisas levando em consideração as vulnerabilidades e os meios de mitigá-las. No caso da experimentação animal, a questão é mais polêmica, pois o uso e o sofrimento animal estão condicionados à descoberta de medicamentos que podem salvar vidas humanas. Assim, a sociedade atribui confiança ao pesquisador, à sua idoneidade e responsabilidade com a pesquisa. A medida que a legislação tomou as réguas da normatização da pesquisa, a bioética perdeu espaço na intermediação dos conflitos, uma vez que a exigência de protocolos cada vez mais precisos e detalhados não dão margem a discussão e equalização de interesses, tornando o processo instrumental e burocrático. Contudo, existem questões que transpassam ao número de animais utilizados e dos padrões de manutenção e manipulação. A integridade ética, técnica e legal de todos os envolvidos não deve ser intermediada por apenas legislação, mas uma concepção ética da idoneidade da prática e dos limites do ser humano, mesmo estando no papel de cientista. Para tal, se faz necessária uma comunicação mais efetiva, cujas concepções, aspirações, desejos e valores sejam trabalhados em prol de um bem comum. Essa comunicação pode ser estabelecida pelas CEUA exercendo o papel educativo e dialogante que sempre lhe coube na identificação e mitigação das vulnerabilidades.

Deve-se considerar que a sugestão da ampliação da esfera de atuação da CEUA pode em um primeiro momento parecer insustentável, tendo em vista a questão logística de alocação de tempo dispendido na atuação direta seja avaliando os protocolos de pesquisa ou destinados para formação ética de pesquisadores e estudantes do meio acadêmico. Contudo, caso a intervenção social da CEUA estabeleça parcerias com os cursos de graduação e pós-graduação, potencializaria as chances de viabilizar intervenções em escolas, comunidades e locais específicos que ainda mantêm o animal cativo para inúmeras finalidades, tais como companhia, lazer e entretenimento. Assim, as CEUA poderiam intermediar o diálogo entre os atores envolvidos em uma questão ética e intervenha na busca de solução consensual e justa para todos, intrínseca às aspirações da sociedade. Para tal, demanda o conhecimento dos argumentos desses atores quanto à adesão ou não aos processos conservadores. Desta forma, será possível a identificação dos valores comuns a fim de prover uma ciência consistente, apoiada nos princípios éticos da responsabilidade, honestidade e imparcialidade. A bioética, representada por membros capacitados nos processos desta ciência, inserida na essência das CEUA, deve prover instrumentos técnicos e legais para condução de uma pesquisa técnica e eticamente íntegra, por meio de processos educativos.

191

Agradecimentos

Agradecimentos aos participantes da pesquisa e a PCUPCR e CAPES pela bolsa de iniciação científica e de mestrado.

Referências bibliográficas

Correa-Neto, J. L., Lorenzo, C. e Sanchez, M. (2017). Influência de uma comissão de ética na proteção de animais. *Revista Bioética*, 25(3), 630-635.

CONCEA (2016): Normativas do CONCEA para produção, manutenção ou utilização de amíbias em atividades de ensino ou pesquisa científica. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/institucional/arquivos/concea/240230.pdf>.

Deguchi, B. G. F., Molento, C. F. M. e Souza, C. E. P. (2012). The perception of students on the use of animals in higher education at the Federal University of Paraná, southern Brazil. *ATLA*, 40, 83-90.

Dias, T. M. e Guedes, P. G. (2018). Percepção de estudantes sobre as pesquisas científicas utilizando animais. *Revista Bioética*, 26(2), 235-244.

Feijó, A. G. S., Sanders, A., Centurião, A. D., Rodrigues, G. S. e Schwanke, C. H. (2008). Análise de indicadores éticos do uso de animais na investigação científica e no ensino em uma amostra universitária da Área da Saúde e das Ciências Biológicas. *Scientia Medica*, 18(1), 10-19.

Feijó, A. G. (2009). A função dos comitês de ética institucionais ao uso de animais na investigação científica e docência. *Revista Bioética*, 12(2).

192

Esturião, H. F., Paixão, R. L. e Fischer, M. L. (2018). Sistemas de classificação de severidade: análise abolicionista da categorização do animal-coisa. *Revista brasileira de Bioética* 14, 1-18.

Fischer, M. L. e Oliveira, G. M. D. (2012). Ética no uso de animais: a experiência do comitê de ética no uso de animais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. *Estudos de Biologia*, 34(83), 247-260.

Fischer, M. L., Oliveira, G. M. D. A. E., Malheiro, A., Feijo, A. G. S., Molinaro, E., Silva, L. L. C., Peters, V., Gimpel, J., Quintana, L. G. e Molinari, R. B. (2014). Workshop? Sucessos e Vicissitudes dos CEUAS - Regimento e protocolo. *Estudos de Biologia*, 36,1-12.

Fischer, M. L. e Tamioso, P. R. (2013). Perception and position of animals used in education and experimentation by students and teachers of diferente academic fields. *Estudos de Biologia*, 35(84), 85-98.

Fischer, M. L. e Tamioso, P. R. (2016). Bioética ambiental: concepção de estudantes universitários sobre o uso de animais para consumo, trabalho, entretenimento e companhia. *Ciência e Educação (Bauru)*, 22(1), 163-182.

Fischer, M. L. e Rodrigues, G. S. (2018). Planejamento e divulgação da pesquisa com animais como parâmetro de integridade. *Revista Bioética*, 26(4), 543-555.

Ana Tereza Pinto Filipecki, C. J. S. M. e de Oliveira Teixeira, M. (2010). Análise de uma experiência local de acompanhamento e controle de uso científico de animais na pesquisa biomédica. *Filosofia e História da Biologia*, 5(2), 195-215.

Filipecki, A. T. P., Valle, S. e Teixeira, M. (2014). As sociedades protetoras na regulamentação da experimentação animal. *Jornal da Ciência*, 27(752), 3.

Garutti, S. P. B. (2010). Experimentação científica com animais: considerações sobre os comitês de ética. *Revista de História Comparada*, 4(2), 107-124.

Graebin, C. (2015). Os Movimentos Sociais 2013: A invasão do Instituto Royal e a efetivação dos direitos de proteção aos animais não humanos. *Revista Eletrônica do Mestrado em Direito da UFAL*, 5(1), 138-155.

Greif, S. e Tréz, T. (2000). A verdadeira face da experimentação animal: a sua saúde em perigo. Rio de Janeiro: Sociedade Educacional Fala Bicho.

Hagelin, J., Hau, J. e Carlsson, H. (2000). Attitude of Swedish veterinary and medical students to animal experimentation. *The Veterinary Record*, 146(26), 757.

Martinez, M. (2016). A imagem do cientista no imaginário contemporâneo: o caso do Instituto Royal. *Rizoma*, 4(2), 122-137.

Moura-Leite, J. C. e Fischer, M. L. (2018). Questões éticas em pesquisas conduzidas com animais silvestres na natureza, no laboratório e em cativeiro. Curitiba: Pucpress.

193

Oliveira, L. N., Rodrigues, G. S., Gualdi, C. B. e Feijó, A. G. S. (2013). A Lei Arouca e o uso de animais em ensino e pesquisa na visão de um grupo de docentes. *Biotikos*, 7, 39-149.

Paixão, R. L. (2004). As comissões de ética no uso de animais. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, 32, 13-20.

Pinto, M. C. M. e Rímoli, A. O. (2005). Vivência dos estudantes das áreas biológicas, agrárias e da saúde da Universidade Católica Dom Bosco quanto ao uso de animais em aulas práticas. *Biotemas*, 18(1), 193-215.

Pulz, R. S. (2013). *Ética e Bem-estar Animal*. Canoas: ULBRA.

Reis, P. C. e Tréz, T. A. (2009). A experimentação animal na Universidade Federal de Goiás: elementos para uma abordagem crítica. *Revista Contrapontos*, 9(2), 77-89.

Regan, T. (2006). *Jaulas Vazias, encarando o desafio dos direitos dos animais*. Canoas: Lugano.

Rodrigues, G. S., Sanders, A. e Feijó, A. M. G. (2011). Estudo exploratório acerca da utilização de métodos alternativos em substituição aos animais não humanos. *Revista Bioética*, 19(2), 577-596.

Röcklinsberg, H. (2013). Ethical assessment in Animal Ethics Committees in Sweden. Symposium Taking Ethical Considerations Into Account? Viena: University of Veterinary Medicine, Vienna.

Russel, W. M. S. e Burch, R. L. (1992). The principles of humane experimental technique. Londres: Universities Federation for Animal Welfare.

Russo M. (2017). Ética e integridade na ciência: da responsabilidade do cientista à responsabilidade coletiva. *Estud Av*, 28(80), 189-198.

Saucier, D. A. e Cain, M. E. (2006). The foundations of attitudes about animal research. *Ethics e Behavior*, 16(2), 117-133.

Singer, P. (2004). *Libertação animal*. Porto Alegre: Lugano Editora.

Slomka, J. (1994). The ethics committee: providing education for itself and others. *HEC Forum*, 6(1), 31-38.

Trajano, E. e Silveira, L.F. (2008). Conservação, ética e legislação brasileira: uma proposta integrada em defesa dos animais não-humanos. *Ciência e Cultura*, 60(2), 27-33.

Tréz, T. A. (2011). Experimentando a desumanização: Paulo Freire e o uso didático de animais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 4(2), 50-66.

Tréz, T. A. (2018). Considerações sobre o conceito dos 3Rs e o potencial conflito com novas compreensões do animal experimental. *Revista Brasileira de Zootecias*, 19(2), 97-113.

Tinoco, I. A. P. (2008). Lei Arouca: Avanço Ou Retrocesso? *Revista dos Tribunais*, 1, 98.

Vonrotten, F. C. (2013). Public perceptions of animal experimentation across Europe. *Public Understanding of Science*, 22(6), 691-703.

Williams, V. M., Dacre, I. T. e Elliott, M. (2007). Public attitudes in New Zealand towards the use of animals for research, testing and teaching purposes. *New Zealand Veterinary Journal*, 55(2), 61-68.

Como citar este artigo

Fischer, M. L., Farias, M. K. e Quintana Jankoski, L. G. (2021). Representação social e educativo das comissões de ética no uso de animais. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(47), 177-194.

Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento. El caso del desarrollo de radares en Argentina (2003-2015) *

Capacidades dinâmicas na produção de bens intensivos em conhecimento. O caso do desenvolvimento de radares na Argentina (2003-2015)

Dynamic Capabilities in the Production of Knowledge-Intensive Goods. The Case of Radar Development in Argentina (2003-2015)

Juan Martín Quiroga **

En este trabajo se analiza el rol que las capacidades dinámicas de la empresa INVAP y su conjunción con aquellas de la Fuerza Aérea Argentina tuvieron en el desarrollo y la fabricación de radares en Argentina entre 2003 y 2015. El caso analizado permite ilustrar cómo una empresa tecnológica de un país semiperiférico pudo generar capacidades dinámicas que, al ser recombinadas entre sí, permitieron diversificar su cartera de productos del área nuclear a la satelital, y luego a la de defensa. Sin embargo, solo con este tipo de capacidades no se explica cabalmente esta diversificación, y por ello se introduce el concepto de metacapacidad dinámica. Este hace referencia a aquellas capacidades dinámicas que brindan a la organización un marco para que pueda orquestar recursos, lo cual implica disponer del conjunto de las capacidades dinámicas (tanto de carácter operativo como gerencial, y sus posiciones de activos) para el desarrollo de nuevos bienes tecnológicos, y su posterior producción y comercialización.

195

Palabras clave: metacapacidades dinámicas; gestión de empresas de base tecnológica; radar; historia del radar; INVAP

* Recepción del artículo: 25/07/2019. Entrega de la evaluación final: 19/12/2019. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

** Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo. Río Negro, Argentina. Correo electrónico: jquiroga@unrn.edu.ar. Este trabajo es una parte de la tesis de maestría en ciencia, tecnología e innovación del autor, dirigida por Diego Aguiar y defendida el día 12 de diciembre de 2017. Una versión preliminar fue presentada el mismo año en las VI Jornadas de Historia de la Industria y los Servicios.

Este artigo analisa o papel que as capacidades dinâmicas da empresa INVAP e sua conjugação com as da Força Aérea Argentina tiveram no desenvolvimento e fabricação de radares na Argentina, entre 2003 e 2015. O caso analisado ilustra como uma empresa tecnológica de um país semiperiférico foi capaz de gerar capacidades dinâmicas que, quando recombinações entre si, permitiram diversificar seu portfólio de produtos, da área nuclear para a área de satélites e, em seguida, para a área de defesa. No entanto, só com este tipo de capacidades esta diversificação não é totalmente explicada, pelo que se introduz o conceito de metacapacidade dinâmica. Isto se refere às capacidades dinâmicas que fornecem à organização um marco para orquestrar recursos, o que implica ter o conjunto de capacidades dinâmicas (operacionais e gerenciais, e suas posições de ativos) para o desenvolvimento de novos bens tecnológicos, e sua posterior produção e comercialização.

Palavras-chave: metacapacidades dinâmicas; gestão de empresas de base tecnológica; radar; história do radar; INVAP

This article analyzes the role played by the combination of the dynamic capabilities of the INVAP Company and the Argentine Air Force in the development and manufacture of radars in Argentina between 2003 and 2015. This case illustrates how a technology company from a semi-peripheral country is able to develop dynamic capabilities that, when recombined internally, allow it to diversify its portfolio from the nuclear field to satellite products, and then to defense. However, this type of capabilities cannot fully explain this diversification, and therefore the concept of dynamic meta-capabilities is introduced. This concept refers to the dynamic capabilities that provide the organization with a framework for marshalling resources, which implies rearranging its set of dynamic capabilities (both operational and managerial, and their asset positions) for the development of new technological goods, and their subsequent production and sale.

196

Keywords: dynamic metacapabilities; management of technology-based companies; radar; radar history; INVAP

Introducción

En octubre de 2004 el presidente Néstor Kirchner, por medio del decreto 1407/04, crea el Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVICA). Se trató del tercer intento de la Argentina tendiente a establecer un sistema de control del espacio aéreo.¹ Este nuevo plan tenía una distinción fundamental con los anteriores, puesto que explicitaba que la “capacidad tecnológica disponible en la industria nacional” permitía encarar al desarrollo de la tecnología radar en Argentina. Este aspecto sobresaliente del nuevo sistema de vigilancia y control aeroespacial, estableció una diferencia sustancial con los dos proyectos anteriores en la materia, al incorporar la fabricación nacional de radares a su *corpus*, buscándose generar una posición de soberanía tecnológica, en contraste a la dependencia que en materia de radarización había tenido el país durante más de 50 años. Asimismo, esta referencia al diseño y desarrollo nacional a partir de capacidades existentes, también fue vista en el decreto 1407/04, desde una perspectiva más amplia, como tendiente al “desarrollo económico y social del país por medio de la producción nacional” de tecnología radar.

Este giro en la política de radarización tiene fuertes vínculos conceptuales con el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia Tecnología y Sociedad (PLACTS), surgido durante las décadas de 1960 y 1970. Esta escuela de pensamiento se basa en la idea de que ciencia y tecnología son factores sine qua non para el desarrollo, y entre sus mayores exponentes se encontraban pensadores argentinos como Amílcar Herrera, Jorge Sabato y Oscar Varsavsky. Durante los gobiernos de Kirchner y Cristina Fernández de Kirchner, entre 2003 y 2015, esta línea de pensamiento fue retomando fuerza en la agenda política argentina, particularmente a través del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPyS), virtualmente un ministerio de tecnología paralelo al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCyT). Conceptos como “innovación”, “sistema nacional de innovación” o incluso “soberanía tecnológica” pasaron a formar parte de las agendas públicas, más allá del ámbito de las políticas específicas de ciencia y tecnología. Este desarrollo de radares es ejemplo de aquello señalado por Bijker de que “tecnología y políticas (públicas) se constituyen recíprocamente en gran medida” (Bijker, 2006, p. 682).

197

En este artículo se analiza el caso del desarrollo nacional de radares en Argentina entre 2004 y 2015, para exponer de qué manera las trayectorias institucionales permiten generar y fortalecer capacidades dinámicas organizacionales que pueden generar desarrollo soberano de bienes intensivos en conocimiento en contextos semiperiféricos.²

1. Los anteriores, que no llegaron a ejecutarse, habían sido el Sistema Integrado de Control del Tráfico Aéreo (SICEA), de la década de 1970, y el Plan Nacional de Radarización (PNR), de la década de 1990.

2. El concepto de semiperifería (Wallerstein, 1974; Evans, 1979) es importante para contextualizar el desarrollo de tecnología radar en Argentina, así como también para dimensionar el significado del desarrollo de radares aquí expuesto. Este tema, si bien de suma relevancia, no es objeto de estudio en este trabajo, puesto que el análisis se focaliza en un tema micro, las capacidades dinámicas de las organizaciones que participaron en el desarrollo de esta tecnología. Respecto al análisis de desarrollos tecnológicos en entornos semiperiféricos, cabe mencionar los trabajos de Hurtado (2012) y Hurtado, Lugones y Surtayeva (2017) que analizan los casos de la industria nuclear y la nanotecnología en Argentina. Asimismo, el trabajo de Pablo de León (2017) explora además los condicionantes tanto internos como externos vinculados con el desarrollo de tecnologías duales en Argentina, a partir del caso del misil (vector) Cóndor II. Finalmente, respecto a las implicaciones que en las relaciones internacionales han tenido los desarrollos tecnológicos argentinos vinculados a satélites y vectores, pueden consultarse los trabajos de Vera y Guglielminotti (2019) y Blinder (2009), respectivamente.

Para ello, se identifican y analizan las capacidades dinámicas desarrolladas en las trayectorias institucionales de la Fuerza Aérea Argentina (FAA) y la empresa INVAP SE,³ las principales organizaciones implicadas en el desarrollo de tecnología radar en Argentina.

El artículo, realizado en base a fuentes primarias y secundarias, comienza con la presentación del marco teórico utilizado para luego pasar a una revisión de las trayectorias organizaciones de la FAA e INVAP. Para ello se realiza un resumen de la historia del uso del radar en Argentina, buscándose la identificación y el análisis de las capacidades que, vinculadas a estos artefactos, fueron desarrollándose en la trayectoria de la FAA. Luego se pasa a describir la trayectoria de la empresa INVAP. En el quinto apartado se presenta una descripción de los primeros contactos entre estas organizaciones, así como una reseña del desarrollo de los radares secundarios y primarios objeto de este artículo. En el sexto se analiza cómo fue la utilización de capacidades dinámicas preexistentes y la creación de nuevas, así como también la combinación de capacidades de ambas organizaciones y se propone el concepto de metacapacidad dinámica. Luego, se discute el concepto de metacapacidad dinámica, el rol de las capacidades de FAA en el desarrollo de radares y la metacapacidad de acción gubernamental de INVAP. El artículo finaliza con conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones.

1. Marco teórico

198

En el marco de la economía evolucionista se reconoce el rol que juegan las instituciones, la naturaleza del cambio tecnológico y las características y comportamientos de las firmas. Este enfoque, al centrarse en la empresa como principal promotor del cambio tecnológico, tiene puntos de encuentro con la literatura sobre administración, y de allí la posibilidad de que ambos enfoques se complementen y enriquezcan mutuamente, tal como ha sido señalado por Nelson (1991a, 1991b). Bajo esta concepción de la economía ha surgido hace algunos años el enfoque de las capacidades dinámicas, que son entendidas como los medios mediante los cuales es posible la creación y mantenimiento de competencias centrales en las organizaciones.⁴ El postulado central de los trabajos sobre capacidades dinámicas es que, a lo largo de su trayectoria, las organizaciones van desarrollando, junto con su estrategia y estructura, rutinas organizativas que constituyen una jerarquía que abarca tanto a aquellas desarrolladas por los niveles operativos, y su coordinación, así como también los procesos decisorios de sus niveles directivos (Eisenhardt y Martin, 2000; Nelson, 1991b, 1991a; Teece y Pisano, 1998; Teece, Pisano y Shuen, 1997). Entendidas de este modo, las capacidades dinámicas, en la medida que son interconectadas y recombinadas entre sí (a modo de bloques constructivos), permiten que las organizaciones sobrevivan a —y se desarrollen en— entornos dinámicos, particularmente cuando el cambio está mediado por el avance tecnológico. En dichos entornos, su importancia radica en que,

3. En adelante se hará referencia a esta empresa sin explicitar su tipo societario, sociedad del Estado (SE).

4. Para un desarrollo del concepto de competencias centrales, véase Prahalad y Hamel (1990).

en la medida que se da esta recombinación e interconexión, facilitan el desarrollo de productos y procesos innovadores.

Asimismo, se ha postulado que las capacidades dinámicas se basan en tres componentes: i) procesos, tales como aquellos vinculados a aprendizaje, coordinación y reconfiguración organizacional; ii) posiciones de activos (*asset positions*), vinculados a activos tecnológicos, financieros,⁵ la reputación de la firma, activos estructurales (tales como los vínculos interpersonales intra e interorganizacionales), y los activos institucionales, tales como las políticas públicas e instituciones que regulan la actividad; y iii) las trayectorias, noción que hace referencia a que lo hecho en el pasado es relevante en la actualidad, pues sienta las bases de aquello que puede hacerse en el futuro, de forma tal que la posición que tiene en un momento dado una organización es consecuencia de su trayectoria a través del tiempo (Teece y Pisano, 1998). Pero complementariamente, “a dónde la firma puede ir es consecuencia de su posición actual y de las caminos [alternativos] que tiene por delante” (Teece, Pisano, y Shuen, 1997, p. 522).

En otras palabras, las capacidades dinámicas empresariales facilitan el cambio estratégico, puesto que son catalizadoras de la creación de nuevos productos y procesos productivos, favoreciendo la adaptación a, y eventualmente la generación de, los cambios en el mercado. Así, las rutinas organizacionales que permiten llevar adelante nuevos desarrollos tienen una naturaleza diacrónica (se van moldeando a lo largo de las trayectorias, en perspectiva histórica) y, a su vez, son conformadas por la posesión de determinados activos. Por ello, en este enfoque los procesos, las posiciones y las trayectorias pasadas deberían facilitar consecuentemente las trayectorias posibles a ser transitadas (Teece y Pisano, 1998; Teece, Pisano, y Shuen, 1997), posibilitando además la generación de nuevas oportunidades (Helfat *et al.*, 2007).

Estos últimos autores, basándose en una revisión de la literatura sobre la temática, definen a las capacidades dinámicas como “la capacidad de una organización de crear, extender y modificar su base de recursos en forma deliberada”, incluyendo esta noción de recursos a las capacidades en sí mismas (Helfat *et al.*, 2007, p. 4). Esta será la definición utilizada a lo largo de este trabajo. Nótese que, a diferencia de los trabajos seminales que vinculaban a las capacidades dinámicas con empresas, en este caso se considera que ellas también son necesarias en todo tipo de organización. Esta noción será de extrema utilidad para analizar la trayectoria previa de la FAA y su participación en el desarrollo de radares.

Por su parte, cabe mencionar el trabajo de Adner y Helfat (2003), quienes desarrollaron el concepto de capacidades gerenciales dinámicas (*dynamic managerial capabilities*),

5. En la medida en que la empresa posee activos financieros, en contraposición a pasivos, tiene una mayor capacidad de realizar cambios en su estrategia. En el caso de tener que financiarse externamente, al recurrir a acreedores externos, parte del control de los posibles cursos de acción es transferido a acreedores que serán menos propensos al riesgo, limitando los grados de libertad de la empresa.

el cual ha acaparado la atención de diversos investigadores.⁶ Éste se focaliza en el rol que el accionar gerencial⁷ de mayor nivel jerárquico (*top management*, o ápice estratégico en la caracterización de Mintzberg, 1991) tiene sobre el cambio estratégico, puesto que permiten “construir, integrar y reconfigurar recursos y competencias organizacionales” (Adner y Helfat, 2003, p. 1020). Estos autores indican que estas capacidades se basan en tres factores subyacentes y sus interacciones: el capital humano, es decir, las habilidades, experiencias y conocimientos adquiridos por los gerentes; el capital social, que se basa en los vínculos sociales, tantos internos como externos a la organización; y la cognición gerencial, noción que remite a las creencias y modelos mentales. Estas capacidades permiten explicar a los autores por qué los equipos gerenciales son importantes y por qué, enfrentados a similares condiciones ambientales, obtienen resultados disímiles entre sí.

Helfat y Martin (2015) indican que una de las funciones principales de las capacidades gerenciales dinámicas radica en lo que Helfat *et al.* (2007) llaman orquestación de activos (*asset orchestration*); es decir, la organización y coordinación de activos y capacidades, así como también la adquisición y generación de nuevas capacidades. A esta consideración Harris y Helfat (2013) agregan que las capacidades gerenciales dinámicas pueden, en algunos casos, exceder en su alcance los límites de las organizaciones al permitir modificar atributos propios del ambiente. En el caso analizado este aspecto se torna fundamental, puesto que la participación de INVAP y la FAA en el establecimiento y la puesta en marcha de una nueva agenda de política pública de radarización permitió orientarla en un sentido beneficioso a ambas instituciones.

200

Por último cabe mencionar a Teece, quien explora la relación entre las capacidades dinámicas y los “microfundamentos” del desempeño empresarial, e indica que la percepción de oportunidades, su aprovechamiento y el manejo de amenazas y la reconfiguración consecuente de la organización, sus activos y capacidades, constituyen actividades clave del top management, y constituyen además la base para la competencia en entornos altamente dinámicos, como aquellos vinculados al desarrollo de bienes tecnológicos. Estas tareas, junto con la coordinación, el aprendizaje y la reconfiguración, “pueden pensarse como el proceso de orquestación de activos” (Teece, 2007: 1341).

2. La FAA y los radares

Argentina se convirtió en el primer país sudamericano en contar con radares para control del espacio aéreo (González, 2014) al comprar los primeros artefactos a Inglaterra en 1948. La FAA, en su carácter de autoridad aeronáutica del país, sería el organismo responsable, no solo de la adquisición y mantenimiento del material,

6. Para una revisión de la literatura sobre este tema, puede consultarse a Helfat y Martin (2015).

7. Entendido tanto en la dimensión personal de cada gerente como en la dimensión colectiva en tanto equipos gerenciales.

sino además del mantenimiento y uso de radares para el control del espacio aéreo (orientado a la defensa) y del control del tráfico aéreo (orientado a la ayuda en la navegación aérea) del país. A partir de fines de la década de 1970, la FAA impulsó dos planes de radarización integral del espacio aéreo que no llegaron a ejecutarse: el Sistema Integrado de Control del Espacio Aéreo y el Plan Nacional de Radarización, de las décadas de 1970 y de 1990 respectivamente. Ambas iniciativas tuvieron la característica de que preveían la compra de sistemas llave en mano a empresas extranjeras (Quiroga y Aguiar, 2016).

Según estos autores, a lo largo de su trayectoria la FAA realizó esfuerzos tempranos en pos de dominar esta tecnología y su uso, aunque luego de que Juan Domingo Perón fuera derrocado en 1955, los incipientes desarrollos tecnológicos fueron dejados de lado. En cambio, la formación de personal para operación y mantenimiento fueron prácticas abordadas desde el inicio de la operación de radares, gracias al establecimiento de un grupo de instrucción en la materia. Por su parte, las compras de material (radares y sistemas vinculados) y las licitaciones para los planes integrales de radarización que se sucedieron entre fines de la década de 1940 y mediados de la de 1990 implicaron la generación de capacidades y conocimientos específicos vinculados tanto a operación y mantenimiento como a la generación de pliegos de licitaciones en los que se detallaban los requerimientos técnicos del material a adquirir, y a la posterior evaluación técnica de las propuestas recibidas. Esto implicó un proceso paulatino de acumulación de capacidades que con el tiempo se volvería un componente necesario para el desarrollo nacional de radares (Quiroga, 2018).

Pese a esta acumulación de capacidades, la dependencia tecnológica se mostraba como un factor limitante que implicaba la necesidad de recurrir a empresas extranjeras a fin de adquirir repuestos para realizar mantenimiento, o bien para el reemplazo de los radares en uso.⁸ Adicionalmente, esto implicaba que la capacidad de compra del Estado fuera utilizada para comprar tecnología foránea, con el consecuente gasto de divisas.

Luego del infructuoso PNR de la década de 1990, el estado general de la radarización para el 2000 era aceptable en términos de control del tránsito aéreo, pero precario en lo referente a control del espacio aéreo (defensa). El primero dependía del Comando de Regiones Aéreas (CRA)⁹ de la FAA y los radares disponibles para este fin estaban ubicados en las ciudades de Buenos Aires, Paraná, Córdoba, Mendoza y Mar del Plata, dando cobertura a un corredor que concentraba, aproximadamente, el 75% del tránsito aéreo comercial del país (Quiroga y Aguiar, 2016).

8. Como consecuencia de la carrera armamentística en el marco de la guerra fría, los avances de países como los Estados Unidos y la Unión Soviética en materia de tecnología aeronáutica, misilística y radar fueron prácticamente continuos, y por ello constantemente se desarrollaban nuevas prestaciones o equipos con mayor versatilidad en cualquiera de estos campos. En el caso de Argentina, estos avances tecnológicos implicaban una absoluta dependencia de países centrales.

9. El CRA era, en aquel entonces, el área encargada de velar por el control del tránsito aéreo en el país.

Respecto al control del espacio aéreo, se contaba con cinco radares primarios¹⁰ móviles estadounidenses, Westinghouse AN-TPS 43, comprados a fines de la década de 1970. La situación de mantenimiento de este material era precaria, principalmente por falta de fondos, y se vio agravada a comienzos de la década de 2000, cuando la empresa fabricante (Westinghouse) fue absorbida por Northrop-Grumman, y se notificó a la FAA la decisión de discontinuar la fabricación de repuestos de estos equipos. Esta decisión intensificó el problema operativo de los radares de defensa, puesto que, ante fallas críticas, ya no podrían ser reparados. Ante esta situación, la FAA tenía la urgente necesidad de analizar alternativas a fin de hacer frente al complicado escenario operativo que se tenía por delante, y en ese contexto decidió impulsar el desarrollo nacional de tecnología radar.

3. Trayectoria de INVAP SE

INVAP SE (Investigación Aplicada - Sociedad del Estado) es una empresa argentina, propiedad de la provincia de Río Negro, que comenzó sus operaciones en 1976 y está dedicada a proyectos tecnológicos complejos. Sus operaciones se han desarrollado y afianzado en diversos mercados que se caracterizan por requerir la realización de actividades, procesos y productos que son intensivos en conocimiento tales como el área nuclear.

202

A lo largo de su trayectoria, INVAP fue realizando una estrategia de diversificación basada en la utilización de conocimientos tecnológicos que paulatinamente dieron lugar al establecimiento de capacidades dinámicas, las que a su vez, al recombinarse entre sí, permitieron el dominio de diversas tecnologías que permitieran ofrecer nuevos productos y servicios. Esta estrategia implicó el ingreso a mercados sustancialmente distintos, como lo son el mercado nuclear, satelital o de control del tráfico y espacio aéreo, por mencionar algunos.

La estrategia de diversificación en la trayectoria de la empresa, se puede observar fuertemente a partir de la crisis que atravesó a principios de la década de 1990, vinculada a la gran dependencia que tenía respecto de su área nuclear. En ese momento INVAP era contratista del gobierno argentino, en el marco su plan nuclear. La crisis económica en la que se sumió Argentina en ese momento generó una significativa reducción del gasto público en el área nuclear, lo cual tuvo un impacto negativo en la empresa, que se vio agravado con la posterior cancelación de proyectos

10. Los radares pueden clasificarse tomando en cuenta si la información se obtiene o no gracias a la colaboración de los objetos detectados. Los radares primarios son utilizados con fines de defensa y control del espacio aéreo, puesto que no requieren colaboración del objeto detectado para obtener información acerca de su distancia al radar, acimut (ángulo respecto del meridiano) y, eventualmente, altura. Por su parte, los radares secundarios constan de un emisor terrestre que envía pulsos codificados que son respondidos por un artefacto llamado transponder, ubicado a bordo de la aeronave, que da información sobre ella. Son utilizados tanto en control de tránsito aéreo como en defensa, y derivan del dispositivo *Identification Friend or Foe* (IFF, por su sigla en inglés), diseñado durante la Segunda Guerra Mundial a fin de discernir, en la totalidad de los ecos recibidos por los radares primarios, cuáles correspondían a aviones amigos y cuáles no.

nucleares en el exterior, la finalización de otros y la dificultad para conseguir nuevos contratos. Esta combinación de factores generó una profunda crisis en la empresa.¹¹

Esta crisis dio lugar, en los niveles directivos de INVAP a un cambio en la concepción estratégica, en el cual fue central el concepto de versatilidad, a partir del cual se buscaba que la empresa fuera caracterizada por su capacidad de “lograr soluciones tecnológicas basadas en desarrollos de *software*, *hardware*, química, (y) sistemas de control” (Entrevista a Fuente 1, 2014); es decir, en sus capacidades dinámicas más que en la experiencia adquirida en un cierto sector industrial, en particular. Esto permitió una notable diversificación del porfolio de productos y servicios tecnológicos que incluye actividades en las áreas nuclear (reactores de investigación, plantas de radioisótopos), espacial y gobierno (satélites y radares), industrial y energías alternativas, TIC y servicios tecnológicos (televisión digital terrestre, sistemas médicos) (INVAP, 2017; Versino, 2006), gracias a la aplicación de capacidades dinámicas referidas a electrónica, guiado y control, análisis estructural, cálculo térmico, desarrollo de software y mecanizado especial de piezas (Seijo y Cantero, 2012).

A mediados del 2000, INVAP ganó la licitación para la construcción en Australia del reactor de investigación OPAL (acrónimo de *Open Pool Australian Lightwater*). El contrato firmado en julio de ese año significaría el ingreso de divisas por un total de 180 millones de dólares, monto que, con la fuerte devaluación del peso argentino luego de la crisis de diciembre de 2001, permitiría a la empresa realizar sustanciales inversiones.¹² La disponibilidad de estos fondos y la necesidad de diversificar la cartera de productos permitió que los niveles directivos de INVAP asumieran la decisión de iniciar, a riesgo de la empresa, el desarrollo de nuevas tecnologías no relacionadas directamente con las áreas nuclear o satelital, las de mayor significación en la historia de la empresa, en un nuevo impulso a su estrategia de diversificación.

203

4. El vínculo INVAP-FAA y el desarrollo de radares

En este contexto, en el cual la dirección de la empresa buscaba la explotación de las capacidades existentes, y habiendo diseñado un radar de apertura sintética (SAR, por su sigla en inglés) en el marco del diseño y desarrollo de la constelación de Satélites

11. Si bien INVAP comenzó su existencia como brazo ejecutor de la CNEA, luego de mediados de la década de 1980 logró contratos considerables de venta de tecnología, tal como es el caso de la venta de un reactor nuclear de experimentación a Argelia (Versino, 2006). Posteriormente, durante la década de 1990, bajo la premisa de la necesidad de achicar el Estado llevada a cabo en el marco del alineamiento del país con los preceptos del consenso de Washington, en los gobiernos de Menem la inversión pública en el área nuclear fue reducida en forma drástica y, paralelamente, se comienza a incursionar en el desarrollo de satélites. Este último caso, con un relativo apoyo de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) de los Estados Unidos, se dio como parte del acuerdo propuesto por el gobierno de dicho país al gobierno de Argentina a cambio del desmantelamiento del proyecto del vector Cóndor II (Hurtado, 2014). Para un análisis del proyecto Cóndor II, y particularmente el vínculo entre el desmantelamiento de dicho proyecto y el inicio del desarrollo de satélites en Argentina, puede consultarse a de León (2017).

12. El contrato con la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (ANSTO) fue, hasta ese momento, “el mayor monto implicado en una venta al contado de una planta de tecnología de avanzada, ‘llave en mano’, hecha por Argentina” (INVAP SE, 2006, p. 67).

SAO COM,¹³ hacia fines de 2002 y principios de 2003 se realiza un ofrecimiento de desarrollo de un radar SAR para aviones IA. 58 Pucará de la FAA (Quiroga y Aguiar, 2016). Las características del radar ofrecido estaban por fuera de los parámetros habituales, y si bien esta propuesta no cumplía con los requerimientos necesarios para su operación, entre otras cuestiones por no tener dichos aviones la posibilidad de proveer la energía necesaria para alimentar el radar (Fuente 2, 2014; Fuente 3, 2014; Fuente 4, 2015), fue el puntapié inicial para que comenzara un acercamiento entre la FAA e INVAP. Este primer contacto le sirvió a la FAA, según evoca uno de sus protagonistas, para “tomar conocimiento de que existía en la Argentina una empresa que contaba con la capacidad para llevar adelante el desarrollo de tecnología radar” (Fuente 2, 2014). Luego de este primer contacto, y al tomar conocimiento de las capacidades residentes en INVAP, los oficiales radaristas impulsaron ante sus superiores la idea del desarrollo nacional de radares de control de tránsito aéreo (secundarios).

Posteriormente, la Dirección de Sensores Radar (DSR) de la FAA, a cargo del Comodoro González, y en ese momento dependiente del Comando de Regiones Aéreas (CRA), propone formalmente a la empresa INVAP que presupueste el diseño y la producción de radares secundarios (Fuente 3, 2014a), significando este pedido un cambio fundamental en la manera en que la FAA encaraba el tema de la adquisición de tecnología radar, al orientarse por primera vez a la compra de tecnología nacional.¹⁴ Este nuevo enfoque era mutuamente beneficioso: i) desde la perspectiva de la FAA por dos motivos: permitía solucionar la falta de cobertura radar en aquellas aerovías que no tenían, a la vez que disminuiría (y eventualmente eliminaría) la dependencia externa para la obtención de repuestos; y ii) desde la perspectiva de INVAP, constituía la oportunidad de aplicar capacidades dinámicas y conocimientos existentes —así como desarrollar nuevos— en un nuevo artefacto tecnológico, de forma tal de ampliar la cartera de productos, a la vez que diversificaba el riesgo que la fuerte dependencia respecto de las actividades referidas al área nuclear y satelital imponían a la empresa.

Si bien FAA e INVAP tenían necesidades disímiles entre sí (relacionadas con su diversa naturaleza), la fuerte compatibilidad en sus respectivos objetivos en lo referente al desarrollo de radares permitía una significativa confluencia en el interés común en pos del desarrollo de tecnología radar. Es por esto que se ha considerado que, en el marco de la política de radarización a partir de 2003, existió una coalición de causa¹⁵ entre INVAP y la FAA basada en la trayectoria de estas dos instituciones,

204

13. Entre los trabajos efectuados en el marco del diseño y desarrollo de estos satélites INVAP diseñó y desarrolló dos componentes, el módulo de transmisión/recepción y el generador de señales y sincronismos, piezas centrales del radar SAR, y antecedentes fundamentales para incursionar en el desarrollo de radares, tanto secundarios como primarios. Para una sinopsis del desarrollo del SAR véase Quiroga y Aguiar (2016).

14. Este hecho también supuso un cambio fundamental en la orientación de las políticas públicas de radarización de la Argentina, que ha sido analizado desde la perspectiva del enfoque de coaliciones de causa. Véase Quiroga (2017).

15. Una coalición de causa está constituida por diversos actores que comparten ciertas creencias normativas y causales, tienen algún tipo de preocupación respecto de la temática en cuestión, y por ello buscan realizar sus objetivos individuales por medio de la política pública que resuelva el tema de dicha cuestión. Para este fin se organizan logrando determinado nivel de coordinación interno sostenido a lo largo del tiempo que les permite agregar sus intereses y creencias en la generación de políticas públicas (Jenkins-Smith y Sabatier, 1994; Sabatier y Weible, 2016; Sabatier, 1986).

ambas con experiencia y capacidades de acción política a nivel gubernamental. Esta coalición de causa fungió de catalizadora del impulso, y posterior ejecución, de un nuevo plan de radarización, en el cual se incorporó explícitamente la fabricación nacional de radares como un componente de la política pública en la materia, y esto fue plasmado, en el Decreto 1407/2004, que creaba el Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVICA) (Quiroga, 2017). Posteriormente este marco legal sentó las bases para el desarrollo de radares primarios no previstos en dicho plan, originalmente el Radar Primario Argentino 3D de Largo Alcance (RPA3D-LA)¹⁶ y, como un producto derivado, el Radar de Alcance Mediano Experimental (RAME). Esto a su vez implicó el aprovechamiento de capacidades existentes en el país que residían en la forma de capacidades dinámicas de INVAP y FAA, así como también de capacidades de un numeroso grupo de empresas nacionales en las cuales fueron tercerizados diversos trabajos (Quiroga, 2017).

4.1. El Radar Secundario Monopulso Argentino

En marzo de 2003, durante la presidencia de Eduardo Duhalde, se firmó el primer acuerdo marco entre INVAP y la FAA para la fabricación de un radar secundario, el primero a construirse en Argentina. Este acuerdo marco preveía las actividades de diseño, desarrollo, construcción y puesta en funcionamiento del prototipo de radar, que luego se conocería como Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA). El derrotero burocrático de aprobaciones pertinentes y firmas de contratos implicó que los trabajos efectivos comenzaron a riesgo de la empresa INVAP (Banti, Bizzolatti y Losada, 2007). Cabe resaltarse que este comienzo a riesgo de la empresa fue posible gracias a la disponibilidad de fondos de que ésta gozaba por el desarrollo y construcción del reactor OPAL de Australia, es decir, una posición de activos en términos del enfoque de capacidades dinámicas.

205

La Dirección de Sensores Radar (DSR) de la FAA, comitente del encargo a INVAP en nombre del Ministerio de Defensa (MD), tuvo un rol técnico tanto en lo referente a establecer los requerimientos del desarrollo encargado como también de asesoramiento a la empresa y supervisión de los avances. En este sentido, por la participación activa de la FAA, fue posible establecer un vínculo e interacción entre sus capacidades dinámicas con las de INVAP.

En poco más de dos años desde la firma del primer contrato, el prototipo del radar secundario fue emplazado en el aeropuerto de la ciudad de San Carlos de Bariloche, y comenzó a ser ensayado durante 2005, logrando en febrero de ese año la primera detección a partir de un *transponder* (Fuente 8, 2014).¹⁷ Su puesta en servicio se realizó con posterioridad a la realización y aprobación de pruebas y testeos llevados a cabo por parte de la autoridad aeronáutica nacional asistida técnicamente por la OACI entre agosto y septiembre de 2007, quedando a partir de ese momento operativo (Bria, 2010).

16. A los fines prácticos, se ha decidido abreviar el nombre de este radar como RPA en todo el artículo.

17. El *transponder* es un artefacto ubicado a bordo de los aviones, que responde a un pulso enviado por un radar secundario.

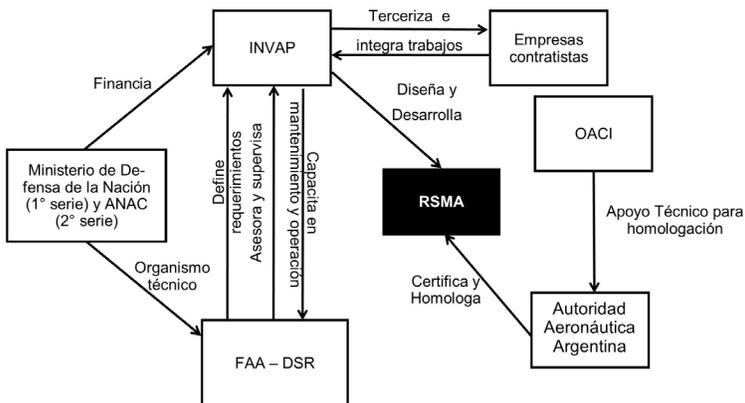
Entre 2007 y 2014, INVAP construyó e instaló, además del mencionado prototipo de Bariloche, los restantes 10 radares RSMA de la primera serie (primer contrato) y 11 radares adicionales correspondientes a la segunda serie, encargados durante 2010 (Resolución MPFIPyS 12883/10). En la **Tabla 1** se detallan las ubicaciones de todos estos RSMA.

Tabla 1. Ubicación de RSMA, según serie y año de instalación

Serie 1		Serie 2	
Ubicación	Año de instalación	Ubicación	Año de instalación
Bariloche	2007	Corrientes	2011
Las Lomitas	2011	Tucumán	2010
Quilmes	2008	Posadas	2011
Santa Rosa	2008	Pehuajó	2012
Bahía Blanca	2009	Comodoro Rivadavia	2012
San Luis	2009	Río Gallegos	2012
Neuquén	2008	Malargüe	2013
Córdoba	2008	Puerto Madryn	2013
Morteros	2009	Esquel	2013
La Rioja	2009	Ushuaia	2014
Salta	2010	San Julián	2014

Fuente: elaboración propia en base a Télam (2013)

Esquema 1. Red sociotécnica del desarrollo del Radar Secundario Monopulso Argentino (RSMA)



Siglas: ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil; FAA – DSR: Fuerza Aérea Argentina, Dirección de Sensores Radar; OACI: Organización de Aviación Civil Internacional; RSMA: Radar Secundario Monopulso Argentino.

Fuente: elaboración propia en base a Resolución MD 1244/06, Decreto 1592/06 y Resolución MPFIPyS 12883/10.

4.2. El Radar Primario Argentino

Paralelamente a la homologación del prototipo del RSMA, comienza a analizarse la posibilidad de encarar el diseño y desarrollo de un radar primario, artefacto mucho más complejo que el radar secundario (véase la nota al pie 10). Se buscaba:

“(…) hacer un radar primario que fuera competitivo con productos que estaban ofreciéndole a FAA (...). Entonces, lo que se planteó en la empresa fue iniciar un proyecto a riesgo y que fuera parte de un desarrollo hacia un radar primario competitivo. Entonces se armó un plan de desarrollo del RPA, que se dividió en etapas” (Fuente 3, 2014).

El inicio de los trabajos en el RPA, a cuenta y riesgo de INVAP, comenzaron en julio de 2007. En ellos se incluía la participación de la FAA como organismo técnico asesor y futuro usuario. Este desarrollo se planteaba a partir de la construcción de cinco Modelos de Evaluación Tecnológica (MET), donde cada MET permitiría avanzar en forma modular hacia la fabricación de un Radar Prototipo Operativo (RPO) al finalizar la fabricación del MET 5. De esta manera, el 13 de diciembre de 2007 se firma un contrato entre la DGFM e INVAP, ad referéndum del Poder Ejecutivo Nacional (MPFIPyS, 2007), por un monto total de \$141.577.492. Según ese contrato, el rol conferido a la FAA incluía la evaluación de la ingeniería de diseño, la ingeniería de detalle y la realización de las pruebas necesarias para aprobar cada MET. En la Tabla 2 se detallan las principales características de cada uno.

207

Tabla 2. Modelos de evaluación tecnológica del RPA y sus características

	Año de certificación	Características
MET 1	2008	Consistía en una estructura portante del radar 3D no activo. El objetivo era verificar la resistencia del sistema motriz de rotación de la antena, y la resistencia estructural a cargas de viento reales.
MET 2	2008	Modelo activo en banda L, montado sobre antena de RSMA de alcance corto: entre 32 a 48 km. Permitía demostrar la posibilidad de emitir y recibir señales y procesarlas en forma digital, y demostrar la capacidad de dirigir el haz (de ondas de radio).
MET 3	2009	Antena de un cuarto de la superficie prevista y de media potencia. Se trata de un instrumento autónomo capaz de cubrir el rango intermedio [llamado en la jerga <i>gapfiller</i>] capaz de detectar pequeñas aeronaves que vuelan a baja altura. Permitía variar la frecuencia utilizada, incorporaba simulador de IFF y tenía algunas contra-contra medidas electrónicas a fin de evaluar las capacidades para guerra electrónica que podían desarrollarse.

MET 4	2010	Posteriormente, este modelo se vendió al Ministerio de Defensa bajo el nombre de Radar de Alcance Mediano Experimental (RAME). Se trataba de un radar no activo, cuyo fin era resolver y demostrar el cumplimiento de los requerimientos de transportabilidad en un avión de carga (tipo C-130 Hércules). Sobre este modelo estructural se agregaría la electrónica a fin de integrar (fabricar) el MET 5.
MET 5	2010	Radar activo de largo alcance que tenía la antena completa y operaba a potencia plena. Sirvió como banco de prueba de las contra-contra medidas electrónicas (CCME), aún no poseía IFF (estas señales se simulaban) y permitía evaluar el desempeño general del sistema.
RPO	2013	Se trataba de un prototipo operativo que realizó ensayos en forma permanente, en la localidad de las Lomitas, Formosa, que generó propuestas de modificaciones y mejoras utilizadas como insumo para la consolidación y cierre del proyecto. Durante el tercer trimestre de 2012 se le instalaron los sistemas de contra-contra medidas electrónicas. Se utilizó para hacer las validaciones funcionales por parte de la FAA, en la Base Aérea Morón, en la Provincia de Buenos Aires.

Fuente: elaboración propia en base a Fuente 3 (2014), Fuente 9 (2014), INVAP SE (2009, 2011, 2012, 2013 y 2015), MPFIPyS (2007) y Télam (2013)

5. Desarrollo de radares y capacidades dinámicas

Del análisis del caso surge que tanto el diseño como el desarrollo, primero el RSMA y luego el RPA, fueron posibles gracias al stock de capacidades dinámicas disponibles en INVAP, al desarrollo de nuevas capacidades y conocimientos, y la interacción con el cuerpo de radaristas de la FAA y las capacidades que había desarrollado a lo largo de su trayectoria. De las entrevistas realizadas en el transcurso de esta investigación se infiere que aquellas capacidades dinámicas de INVAP descritas por Seijo y Cantero (2012), preexistentes al inicio de los trabajos con radares fueron de gran utilidad en el desarrollo del radar: electrónica, análisis estructural, modelística (que incluye cálculo térmico), desarrollo de *software* y mecanizado especial de piezas (Fuente 7, 2014).

Sin embargo, la recombinación de los saberes implícitos en estas capacidades *per se*, no era suficiente para generar un radar. En este sentido, la Fuente 1 (2014) menciona que al inicio del desarrollo del RSMA fue necesario profundizar conocimiento específico en radiofrecuencia y sobre propagación electromagnética, por tratarse de los principios fundamentales en el funcionamiento de los radares. Asimismo, la comprensión y el dominio del proceso de transmisión-recepción-decodificación de ondas de radio fue un aspecto a adquirir al interior de la empresa, primero para desarrollar el RSMA, y posteriormente para el RPA. Finalmente, si bien la empresa tenía una vasta experiencia en desarrollo de *software*, también se debió adquirir

capacidades específicas para *software* de procesamiento de señales; es decir, aquel que permitiría generar información a partir de los datos recibidos.

Estas capacidades, que a su vez fueron adquiriéndose y difundiendo entre el personal que la empresa iba empleando en estos proyectos, permitieron el desarrollo en sí de los radares, desde una perspectiva técnico-operativa. Sin embargo, la evidencia parece indicar que también fue necesaria la utilización de capacidades de otro tipo, que por su naturaleza y alcance pueden ser descriptas como metacapacidades. Ellas se pueden caracterizar como aquellas que brindan a la organización un marco para que pueda disponer y recombinar el conjunto de las capacidades dinámicas de carácter operativo o residentes en niveles operativos, las capacidades gerenciales dinámicas, así como también sacar provecho de sus posiciones de activos. En el caso analizado se han identificado las metacapacidades que se detallan a continuación.

5.1. Metacapacidad de evaluación estratégico-prospectiva

Implica aquellos procesos mediante los cuales los niveles superiores de INVAP deciden la pertinencia de la diversificación estratégica hacia nuevos productos o procesos tecnológicos. Ésta constituye una capacidad gerencial dinámica en términos de Adner y Helfat (2003) y debe comprenderse como desarrollada tanto gracias a —y a la vez dependiente de— la trayectoria de la empresa (es decir tiene un carácter *path-dependent*) como al capital humano y cognitivo de los integrantes del equipo gerencial. Puede ser caracterizada como un conocimiento tácito, no codificable, de carácter estratégico y residente en los niveles directivos, que, pese a sustentarse en el capital humano y cognición de cada uno de los integrantes de este equipo, tiene una base no-individual; es decir, constituye un conocimiento grupal que requiere de la interacción intersubjetiva. En los términos en que se la postula aquí, implica la conjunción de lo que Teece (2007) ha identificado como percepción de oportunidades y su aprovechamiento.

209

5.2. Metacapacidad de interacción con diversos tipos de clientes para llevar adelante desarrollos de tecnología a medida

Esta capacidad es uno de los rasgos distintivos de las operaciones de la empresa y se ha visto enriquecida gracias a las ventas de tecnología nuclear a países que representan una gran diversidad cultural —respecto a Argentina— como Egipto, Argelia, Venezuela o Australia, y la interacción con personal de la NASA para desarrollar los primeros satélites (INVAP SE, 2006), solo por citar algunos casos. En el caso de los radares, esta capacidad fue doblemente ventajosa: tanto para INVAP como para la FAA. Para INVAP (que tenía las capacidades para enfrentar los desafíos del desarrollo tecnológico del radar en tanto artefacto, pero carecía de la expertise necesaria para definir el producto desde una perspectiva de uso operativo), esta capacidad basada en competencias comunicacionales permitió comprender el uso que los futuros operadores le darían al radar y esto sirvió para definir aspectos como la interfaz del usuario, los algoritmos de contra-contra-medidas electrónicas, así como también tener un *input* que abarcara la experiencia de los técnicos que deberían realizar el mantenimiento.

En parte por esto se considera que el *know-how* tecnológico y las capacidades dinámicas propias de INVAP eran insuficientes para el desarrollo de radares. Por ello fue necesario además recurrir a las capacidades dinámicas que el cuerpo de radaristas de la FAA había desarrollado a lo largo de su trayectoria en lo referente a la utilización y mantenimiento de radares, generación de pliegos licitatorios, especificación de requerimientos funcionales y técnicos. La disponibilidad de estas capacidades permitió que la FAA adquiriera, a partir de 2003, radares con un alto grado de personalización, un aspecto difícil de lograr cuando se recurre a la compra de sistemas llave en mano a empresas extranjeras. Además, y gracias a la creación de la Oficina de Representación Técnica en Fábrica, la FAA tuvo una participación activa durante todo el proceso de desarrollo, fabricación y pruebas de los radares, lográndose incluso introducir leves modificaciones y mejoras al diseño, a lo largo de todas estas fases (Fuente 3, 2016). Puede pensarse que esta capacidad de INVAP de interactuar con diversos tipos de clientes, preexistente al trabajo de desarrollo de radares, se vio fortalecida en la interacción con la FAA.

5.1. Metacapacidad de aprendizaje orientado a la acción

Presente en los ingenieros y tecnólogos de INVAP, esta metacapacidad constituye un rasgo distintivo de la empresa, que la asimila al concepto de fábrica de tecnología¹⁸ de Sabato y Mackenzie (2014). Nótese que esta capacidad implica factores subyacentes referidos a capital humano y cognición propuestos por Adner y Helfat (2003), aunque estos autores los vinculan únicamente con las capacidades gerenciales dinámicas. En el caso analizado, tiene sentido pensar que, en una empresa desarrolladora de tecnologías, necesariamente se debe contar no solo con personal debidamente capacitado (capital humano), sino que, en un entorno de cambio tecnológico, particularmente el personal dedicado a diseño y desarrollo debe poseer una actitud proclive al aprendizaje (lo cual se basa necesariamente en ciertos valores y modelos mentales que dichos autores resumen en el concepto de cognición).

210

En el caso de INVAP, en el período bajo análisis, esta capacidad de aprendizaje no se basaba en algún tipo de proceso formalizado o rutina de gestión del conocimiento explícita por la cual existieran procedimientos de aprendizaje organizacional. Se trata en todo caso de una rutina arraigada en la cultura empresarial y de carácter informal que puede vislumbrarse, por un lado, como constitutiva de una parte del proceso de inducción de los nuevos empleados y, por otro, en gran medida dependiente de la capacidad de cada uno de los trabajadores.¹⁹

Al centrarnos particularmente en la metacapacidad de aprendizaje, que fue constituyéndose en forma gradual, es posible comprender la importancia crucial que tiene, puesto que a su vez es la que posibilita establecer nuevas capacidades de carácter operativo de la empresa, necesarias para poder llevar adelante el diseño y desarrollo de nuevos productos tecnológicos. En este sentido, las fuentes consultadas coincidieron

18. En ellas el conocimiento no se persigue per se, sino porque constituye el medio por el cual se logra el desarrollo tecnológico.

en que las nuevas capacidades adquiridas para el desarrollo de radares se relacionan con: a) el conocimiento de radiofrecuencia, particularmente la comprensión de la propagación electromagnética; b) el proceso de transmisión-recepción-decodificación de ondas de radio (que se vincula la generación y procesamiento electrónico de señales y con el diseño y funcionamiento de las antenas); y c) el desarrollo de *software* de procesamiento de señales, que complementa el procesamiento electrónico y que permite el trabajo con los datos obtenidos.

5.4. Metacapacidad financiera de la empresa

Se trata de una posición de activos cuya disponibilidad en el momento adecuado permitió abordar el desarrollo a riesgo, primero del RSMA y luego del RPA. Esta metacapacidad puede caracterizarse como originada en cuestiones coyunturales, particularmente la disponibilidad del flujo de fondos producido por la venta del reactor OPAL a Australia, a lo cual se le sumó el impacto financiero de la devaluación posterior al fin de la convertibilidad entre el peso argentino y el dólar estadounidense a fines de 2001. Esto permitió que el flujo de divisas de dicho proyecto pudiera ser transformado a pesos paulatinamente, evitando la pérdida de poder adquisitivo de la moneda argentina. En este sentido, la disponibilidad de fondos propios permitió a INVAP contar con los grados de libertad necesarios para tomar la decisión del desarrollo de radares a riesgo. En este sentido, la disponibilidad coyuntural de liquidez por parte de INVAP constituyó una base fundamental a fin de tomar la decisión de invertir en el desarrollo de esta tecnología.²⁰

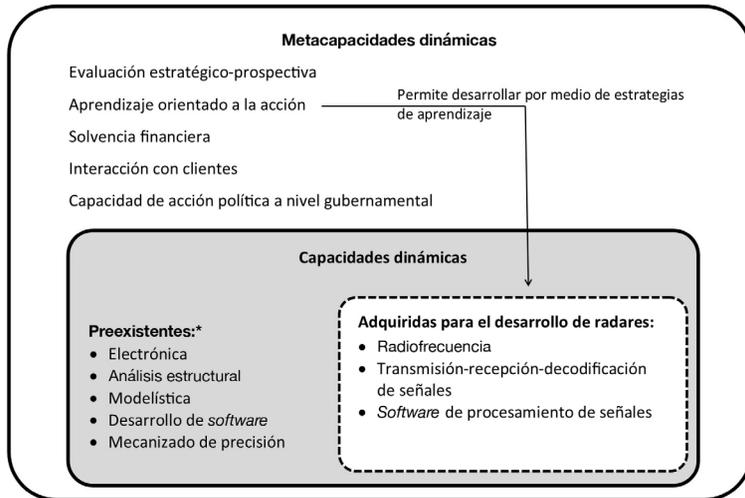
5.5. Metacapacidad de acción política a nivel gubernamental

Teniendo en cuenta la naturaleza de los productos que ofrece INVAP (y, por ende, de los mercados en los que opera), sus principales clientes son gobiernos. En el caso de las ventas al Estado argentino, por regla general han estado vinculadas a la ejecución de políticas públicas que propendieron al desarrollo nacional de tecnologías aprovechando la capacidad de compra del Estado, y buscaron generar soberanía tecnológica: el Plan Nuclear Argentino, el Plan Espacial Nacional o, como se ha visto, el SINVICA. En todos estos casos cabe señalarse, como factor común, el alto grado de involucramiento en la ejecución de esas políticas públicas tecnológicas logrado por esta empresa, acción posible gracias al conjunto de capacidades dinámicas disponibles. De esta manera, se entiende que INVAP ejerció un rol de facilitadora de la ejecución de estas políticas públicas, o de “dinamizadora” (Versino, 2006, p. 192).

19. Al respecto, cabe mencionarse que recién en 2013, INVAP emprendió la labor de realizar un mapa de conocimiento como primera medida tendiente a comenzar a gestionar el conocimiento. Dentro de esa iniciativa también se comenzó a formalizar el plan de carrera (Fuente 11, 2014). Estas innovaciones de gestión fueron motivadas, principalmente, por el incremento en el número de empleados durante los picos de trabajo que tuvo durante los gobiernos kirchneristas a raíz de una gran cantidad de contratos con el Estado Nacional.

20. Si bien entra en el campo de las conjeturas, cabe pensarse con un relativo margen de seguridad que, si se hubiera dependido de financiamiento externo, difícilmente se hubiera desarrollado un área de negocios nueva y tan específica a la vez como la de radares, principalmente como consecuencia del riesgo tecnológico implícito en su desarrollo.

Esquema 2. Jerarquía e interrelación de metacapacidades y capacidades dinámicas de INVAP



* Capacidades dinámicas descritas por Seijo y Cantero (2012).
Fuente: elaboración propia

212 En efecto, esta centralidad en aumento a lo largo de la trayectoria de la empresa, en lo referente a la ejecución de políticas públicas de carácter tecnológico, les valió a sus máximas jerarquías la posibilidad de establecer relaciones con funcionarios, burócratas, políticos y hacedores de política en general, más allá del signo político del gobierno de turno. De esta manera, INVAP, a lo largo de su trayectoria se constituyó, no solo en ejecutora de políticas públicas, sino además en un actor activo en diversas coaliciones de causa referidas a la generación de agendas de políticas públicas de carácter tecnológico.²¹ Por ello se considera que la acción política a nivel gubernamental constituye una capacidad gerencial dinámica con un fuerte carácter de orquestación de otras capacidades, y que por lo tanto también constituye una metacapacidad dinámica que le ha permitido a INVAP influir sobre ciertas condiciones de su entorno según sus propios intereses.

Esto, a su vez, ha permitido que, en la medida en que hubo interés de los gobiernos nacionales de turno por cierto tipo de desarrollos tecnológicos soberanos, INVAP haya participado activamente como parte de coaliciones políticas, lo cual redundó en cierta capacidad de modelar factores de su entorno de trabajo que implican la generación de oportunidades. Esta metacapacidad dinámica ha sido de suma utilidad

21. Malacalza (2017) analiza el caso del cambio en la política exterior en materia nuclear de la República Argentina y otorga a INVAP un rol trascendente en tanto participe de una coalición de causa en la materia. Por su parte, Quiroga (2017) explica el cambio en la política de radarización en Argentina a partir de la participación de INVAP en una coalición de causa integrada por esta empresa y la FAA.

cuando los gobiernos nacionales han tenido una orientación al desarrollo soberano de tecnologías, lo cual queda sujeto tanto a la disponibilidad presupuestaria como a cuestiones ideológicas. En otros contextos, como el posterior al cambio de gobierno de diciembre de 2015 (signado por una ideología gubernamental imperante que no se orientó al desarrollo de tecnologías soberanas, que no priorizó la inversión en ciencia y tecnología, ni la utilización del poder de compra del Estado para dinamizar el desarrollo), esta capacidad parece quedar latente.²²

En los trabajos en el desarrollo y fabricación de radares secundarios y primarios, la adquisición de nuevas capacidades dinámicas desarrolladas para la realización de estas actividades y la posterior orquestación de activos (incluidas capacidades dinámicas y metacapacidades), por parte del equipo gerencial de INVAP, permitieron llevar a cabo una estrategia de diversificación por la cual se logró ampliar la cartera de productos ofrecidos y los servicios prestados por la empresa vinculados a tecnología radar, aunque cabe mencionarse que todos ellos constituyeron ventas al gobierno nacional. Hasta diciembre de 2015 INVAP logró además del diseño y fabricación de 22 RSMA y seis RPA: vender un Radar de Alcance Mediano Experimental (RAME) y posteriormente la venta de su evolución, el RAM 2; la modernización de los radares móviles Westinghouse AN TPS 43; el desarrollo del Radar Secundario Monopulso Argentino Transportable (RSMA-T) Mamboretá para la FAA; la fabricación e instalación de un Radar Secundario Monopulso Argentino Navalizado (RSMA-N) para el rompehielos ARA Almirante Irizar; la participación activa en el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME) como proveedora de la serie Radares Meteorológicos Argentinos (RMA) y sistemas asociados; y la fabricación de un radar para el Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) del proyecto Sistema Aéreo Robótico Argentino (SARA) (INVAP SE, 2013, 2014, 2015, 2016).

213

6. Discusión

El surgimiento de capacidades dinámicas de carácter operativo dentro de INVAP debe ser comprendido como un proceso que fue posible gracias a la orquestación de activos, que permitió desarrollar, mantener, recombinar y explotar dichas capacidades, utilizadas a modo de bloques constructivos de bienes tecnológicos intensivos en conocimientos desarrollados por la empresa, pero disímiles entre sí. Sin embargo, se considera también que la existencia de otro tipo de capacidades fue también condición necesaria para lograr esta diversificación y por ello se introdujo

22. Cabe mencionarse además que, en contextos menos favorables en términos de cantidad y magnitud de contratos con el gobierno nacional que el del período analizado, se ha evidenciado cierta dificultad para concretar la exportación de productos intensivos en conocimiento. Parte de esta dificultad parece radicar en el hecho de que este tipo de bienes (reactores nucleares de investigación, satélites y radares) suelen ser comercializados por empresas extranjeras, junto con el financiamiento necesario para su adquisición y con fuerte apoyo gubernamental. INVAP, pese a haberse posicionado como proveedora de este tipo de bienes a países en desarrollo, ha realizado esfuerzos de comercialización en mercados internacionales que resultaron infructuosos por la dificultad de financiar sus ventas. En este sentido, la exportación de radares no ha sido la excepción. Ciertamente, la falta de financiamiento para la exportación de su producción constituye una desventaja competitiva significativa para INVAP en términos de su inserción global.

el concepto de metacapacidad. Este hace referencia a aquellas capacidades que brindan a la organización un marco para que pueda orquestar recursos, lo cual implica disponer del conjunto de las capacidades dinámicas (tanto de carácter operativo como gerencial) para el desarrollo de nuevos bienes tecnológicos, y su posterior producción y comercialización.

Por esta razón se considera que las metacapacidades tienen un alcance mayor en términos de impacto organizacional que las capacidades dinámicas de carácter operativo; es decir, de aquellas presentes en los niveles operativos de la empresa (aunque no necesariamente solo circunscriptos a éstos). Su alcance también es mayor respecto de las capacidades gerenciales dinámicas o la posición de activos *per se*, y, por lo tanto, en este sentido refuerzan la noción de jerarquía vinculada a las capacidades dinámicas. Sin embargo, es necesario notar que las metacapacidades están constituidas por capacidades de tres tipos.

En efecto, en el caso analizado las metacapacidades dinámicas presentes en niveles operativos están representadas por las capacidades de interacción con clientes y de aprendizaje orientado a la acción. Esta última, en particular, es de particular interés. En primer lugar, porque es la que en definitiva lleva a considerar la necesidad de cuidar el capital humano residente en INVAP, un factor *sine qua non* para mantener las operaciones de la empresa. Asimismo, es fácilmente comprensible la importancia que tiene en la orquestación, dado que esta metacapacidad permite establecer nuevas capacidades dinámicas, así como también mantener actualizadas las existentes respecto a la evolución del estado del arte.

214

Es necesario resaltar, además, el hecho de que las metacapacidades dinámicas de carácter operativo se complementan, a su vez, con otras residentes en los niveles superiores de la organización: la evaluación estratégico-prospectiva y la acción política a nivel gubernamental. La primera es necesaria para la decisión de encarar el desarrollo de nuevas tecnologías y la segunda para lograr el establecimiento de agendas y la ejecución de políticas públicas de carácter tecnológico. Por último, la posición de activos (de carácter temporal) que significó la solvencia financiera, a raíz del contrato en Australia, constituyó el factor que permitió el inicio de los trabajos a riesgo por parte de la empresa.

6.1. Capacidades de FAA

A fin de explicar el desarrollo de radares en Argentina desde 2003 se considera que las metacapacidades y capacidades dinámicas de INVAP fueron condición necesaria pero no suficiente. En este sentido, del análisis del caso surge que también es necesario tomar en consideración la trayectoria de la FAA y las capacidades que se fueron generando en torno a la utilización y reparación de radares desde la década de 1950. En este sentido, las capacidades de índole operativa (operación y mantenimiento de radares), sumadas a las capacidades de generación de pliegos licitatorios, especificando detallados requerimientos funcionales y técnicos, adquiridas a lo largo de la trayectoria de los radaristas de la FAA, también fueron sustanciales para facilitar el desarrollo de radares tanto primarios como secundarios. Adicionalmente, el

hecho de ser un actor central en el marco de las políticas argentinas de radarización, constituyó también la base por la cual fue posible establecer una capacidad dinámica vinculada a la acción política a nivel gubernamental.

La existencia de estas capacidades permitió que los desarrollos aquí analizados fueran hechos en gran medida según las especificaciones de la FAA, característica que resulta prácticamente impensable (por su costo asociado) cuando se recurre a la compra de este tipo de sistemas llave en mano a empresas extranjeras. Adicionalmente, a fin de facilitar este desarrollo *tailor-made*, se considera que la creación de la Oficina de Representación Técnica en Fábrica (ORTF) de la FAA en INVAP fue fundamental. Esto se debe a que permitió que la FAA tuviera una participación activa durante todo el proceso de desarrollo, fabricación y prueba de los radares, lográndose incluso introducir leves modificaciones y mejoras al diseño, a lo largo de todas estas fases (Fuente 3, 2016). Cabe pensarse que la capacidad de INVAP de interactuar con diversos tipos de clientes, preexistente al trabajo de desarrollo de radares, se vio fortalecida en la interacción con la FAA y la complementariedad entre ambas lograda.

6.2. Metacapacidad de acción gubernamental

Al realizar el análisis del caso a partir de las capacidades dinámicas, se evidenció que, tanto a lo largo de la trayectoria de los radaristas de la FAA como de INVAP, se puede observar la injerencia de ambas organizaciones en el ámbito de las políticas públicas. En el primer caso, se hace específicamente referencia a que el cuerpo de radaristas ha sido un actor central en las políticas de radarización en la Argentina desde fines de la década de 1940. A su vez, INVAP ha sido un actor de suma relevancia en la ejecución de políticas públicas de carácter tecnológico vinculadas a la industria nuclear primero, y luego a la satelital.

215

La metacapacidad de acción gubernamental de ambas organizaciones se considera un factor fundamental para comprender el impulso que tuvo dentro de la política de radarización el desarrollo nacional de radares a partir del 2004. En la medida que transcurrió el tiempo y se ejecutaba el primer contrato, los representantes de INVAP comenzaron a tener interés en la política pública argentina de radarización, al menos en su aspecto vinculado con el desarrollo tecnológico. Por ello se postula que constituyeron una coalición de causa junto con los radaristas de FAA, con quienes, pese a tener intereses diversos, eran complementarios entre sí. Entre unos y otros impulsaron en forma mancomunada el aspecto referido al diseño y fabricación de radares en el marco del SINVICA.

Se considera que esta metacapacidad dinámica constituye un aspecto central del caso, a partir del que se pueden plantear futuras líneas de investigación que complementen este análisis con otros basados en enfoques propios de la ciencia política, tales como el análisis de políticas públicas en general, y del rol de los actores interesados en la política en particular.

Conclusiones

En este artículo se ha presentado el caso del desarrollo de radares primarios y secundarios en Argentina entre 2003 y 2015. Para ello se hizo un resumen de la historia del uso de radares para control del espacio aéreo, así como también respecto de su uso para apoyo a la aviación civil, en el marco de la FAA, y se presentó una breve semblanza sobre la trayectoria de INVAP y se explicó cómo en estas trayectorias ambas organizaciones establecieron capacidades dinámicas que fueron fundamentales para diseñar y fabricar radares.

En el caso de la empresa, las capacidades dinámicas que fueron desarrollándose deben ser comprendidas en un marco de interacción recursiva con el desarrollo de nuevas tecnologías. En otras palabras, las capacidades dinámicas constituyeron factores gracias a los cuales fue posible generar diversos tipos de productos tecnológicos intensivos en conocimiento: reactores nucleares de experimentación, satélites y radares cuya producción a su vez fue el disparador para la generación de otras capacidades dinámicas adicionales.

Se ha mostrado la existencia de un grupo de metacapacidades, término acuñado específicamente a los fines de poder explicar cabalmente el caso descripto. Este hace referencia a capacidades que permiten orquestar y sacar provecho del conjunto de capacidades dinámicas —ya sea de carácter operativo como gerencial— y posiciones de activos, con el fin de facilitar el desarrollo de nuevas tecnologías.

216

De esta manera en el caso analizado, las metacapacidades han sido habilitadoras en el sentido de generar nuevas oportunidades de negocio y permitir su aprovechamiento, particularmente en el sentido de facilitar la orquestación del conjunto de las capacidades dinámicas de carácter operativo utilizadas para el desarrollo de productos tecnológicos disímiles, como de otras nuevas que se adquirieron específicamente para el diseño y la fabricación de radares.

La metacapacidad de aprendizaje orientado a la acción posibilitó la generación de otras capacidades dinámicas de carácter operativo desarrolladas por INVAP a lo largo de su trayectoria empresarial. La metacapacidad de interacción con clientes ha sido fundamental a lo largo de la trayectoria de la empresa a fin de fortalecer el carácter a medida del cliente de sus desarrollos. En el caso analizado, en particular, permitió establecer un importante y necesario grado de permeabilidad a la intervención por parte de la FAA en la definición de las características de los radares a desarrollar.

El enfoque de capacidades dinámicas permite analizar cómo las empresas de base tecnológica de Argentina en particular, y de otros países semiperiféricos en general, pueden establecer estrategias de diversificación a partir de su posesión. Al respecto, cabe señalar que futuras investigaciones permitirán comprender cabalmente cómo este tipo de empresas las gestionan. Desde la perspectiva de políticas públicas tecnológicas, es interesante notar cómo el conocimiento de su disponibilidad y también el incentivo a su establecimiento y gestión constituyen en un medio fundamental para el establecimiento de agendas y la implementación de este tipo de políticas fundamentales para el desarrollo. Un análisis de este tipo y su difusión se vuelven

fundamentales, no solo para el ámbito académico, sino también para los hacedores de políticas.

Finalmente, respecto a la investigación en administración, el tema analizado conlleva a establecer nuevas preguntas que en el futuro den lugar a nuevas investigaciones acerca de cómo se vinculan la generación y la gestión de capacidades dinámicas con las políticas de gestión de recursos humanos, administración del conocimiento, contabilización y exposición en estados contables.

Financiamiento

El trabajo fue financiado con los proyectos de investigación UNRN 40-B-377 y 40-B-152, y los PICTO-2010-0206 y PICT 2015-3739 de la ANPCyT, y con la adjudicación de una ayuda económica para la finalización de tesis de maestría en ciencia, tecnología e innovación, en el marco del Programa de Formación de Recursos Humanos en Política y Gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Argentina.

Bibliografía

Adner, R. y Helfat, C. E. (2003). Corporate Effects and Dynamic Managerial Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24, 1011–1025. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/smj.331>.

Bijker, W. E. (2006). Why and How Technology Matters? En R. E. Goodin y C. Tilly (Eds.), *The Oxford Handbook of Contextual Political Analysis* (681–706). Oxford: Oxford University Press.

Blinder, D. (2009). El control de tecnologías duales como poder político-militar. El caso espacial argentino. *Question*, 1 (24). Recuperado de: <https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/842>.

De León, P. (2017). El proyecto del misil Cóndor. Su origen, desarrollo y cancelación. Carapachay: Lenguaje Claro Editora.

Eisenhardt, K. M. y Martin, J. A. (2000). Dynamic Capabilities: What Are They? *Strategic Management Journal*, 21, 1105–1121. Recuperado de: [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E).

Evans, P. (1979). *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. Nueva Jersey: Princeton University Press.

González, O. F. (2014). *Vigilancia y Control Aéreo en Argentina*. Buenos Aires: Ediciones Argentinidad.

Helfat, C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraft, M. A., Singh, H., Teece, D. J. y Winter, S. G. (2007). *Dynamic Capabilities. Understanding Strategic Change in Organizations*. Malden, Oxford y Victoria: Blackwell Publishing Ltd.

Helfat, C. E. y Martin, J. A. (2015). *Dynamic Managerial Capabilities: Review and Assessment of Managerial Impact on Strategic Change*. *Journal of Management*, 41(5), 1281–1312. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0149206314561301>.

Hurtado, D. (2012). *Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994)*. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad —CTS*, 7(21), 163–192. Recuperado de: www.revistacts.net/volumen-7-numero-21/113-dossier/476-cultura-tecnologico-politica-sectorial-en-contexto-semi-periferico-el-desarrollo-nuclear-en-la-argentina-1945-1994.

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

Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017). *Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina*. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad —CTS*, 12(34), 65–93. Recuperado de: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-34/tecnologias-de-proposito-general-y-politicas-tecnologicas-en-la-semiperiferia-el-caso-de-la-nanotecnologia-en-la-argentina/>.

218

INVAP SE (2006). *30 años INVAP - Tecnología Argentina para el Mmundo*. San Carlos de Bariloche: Gráficas Buschi.

Jenkins-Smith, H. C. y Sabatier, P. A. (1994). *Evaluating the Advocacy Coalition Framework*. *Journal of Public Policy*, 14(2), 175–203. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/S0143814X00007431>.

Malacalza, B. (2017). *A look inside an emerging nuclear supplier. Advocacy coalitions and change in Argentine foreign nuclear policy*. *Third World Quarterly*, 38(10), 2295–2311. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/01436597.2017.1350100>.

Mintzberg, H. (1991). *Diseño de organizaciones eficientes*. Buenos Aires: El Ateneo.

Nelson, R. R. (1991a). *The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance*. *Science and Public Policy*, 18(6), 347–352. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/spp/18.6.347>.

Nelson, R. R. (1991b). *Why Do Firms Differ, and How Does it Matter?* *Strategic Management Journal*, 12, 61–74. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/smj.4250121006>.

Prahalad, C. y Hamel, G. (1990). *The Core Competence of the Corporation*. *Harvard Business Review*, 68(3), 79–91. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/3-540-30763-X_14.

Quiroga, J. M. (2017). Desarrollo de radares secundarios y primarios en la Argentina (2003-2015). Un análisis desde el enfoque de coaliciones de causa y las capacidades organizacionales (Tesis de maestría). Viedma: Universidad Nacional de Río Negro. Recuperado de: <https://rid.unrn.edu.ar/jspui/handle/20.500.12049/524>.

Quiroga, J. M. (2018). Políticas públicas, trayectorias institucionales y desarrollo tecnológico nacional. Los primeros sesenta años de tecnología radar en la Argentina. En D. Aguiar, M. Lugones, J. M. Quiroga, y F. Aristimuño (Eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura (79–104)*. Viedma: Editorial UNRN.

Quiroga, J. M., y Aguiar, D. (2016). Abriendo la “caja negra” del radar. Las políticas de radarización para uso civil y de defensa en Argentina entre 1948 y 2004. *H-Industri@*, 10(19), 71–100. Recuperado de: <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/2483>.

Sabatier, P. A. (1986). Top-Down and Bottom-Up Approaches to Implementation Research: a Critical Analysis and Suggested Synthesis. *Journal of Public Policy*, 6(1), 21–48. Recuperado de: www.jstor.org/stable/3998354.

Sabatier, Paul A. y Weible, C. M. (2016). The advocacy coalition framework: Innovations and clarifications. En Paul A. Sabatier (Ed.), *Theories of the Policy Process (189–220)*. Boulder: Westview Press.

Sabato, J. A., y Mackenzie, M. (2014). Tecnología y estructura productiva. En S. Harriage y D. Quilici (Eds.), *Estado, Política y Gestión de la Tecnología. Obras Escogidas (1962-1983) (183–199)*. San Martín: UNSAM Edita.

219

Seijo, G. L. y Cantero, J. H. (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *Redes*, 18(35), 13–44. Recuperado de: <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/552>.

Teece, D. J. (2007). Explicating Dynamic Capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(28), 1319–1350. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/smj.640>.

Teece, D. J. y Pisano, G. (1998). The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. En G. Dosi, D. Teece y J. Chytry (Eds.), *Technology, organization, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change (193-212)*. Oxford: Oxford University Press. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. Recuperado de: https://doi.org/10.1142/9789812834478_0002.

Versino, M. S. (2006). Análise sócio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial argentina (1970-2005). Campinas: Universidad Estadual de Campinas. Recuperado de: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286781>.

Vera, M. N. y Guglielminotti, C. (2019). Potencialidades de la agenda de cooperación sur-sur en tecnología espacial: entre las proyecciones y las posibilidades para Argentina (2003–2015). *Saber y Tiempo*, 1(2). Recuperado de: <https://kcxzn3bynn0qybntmfbbq-on.driv.tw/Saber-y-Tiempo-2/xml/HTML5/>.

Wallerstein, I. (1974). The Rise and Future Demise of the World Capitalist System: Concepts for Comparative Analysis. *Comparative Studies in Society and History*, 16(4), n° 4, 387-415. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/178015>.

Documentos y fuentes

Banti, L., Bizzolatti, J. y Losada, J. E. (2007). *Radarización - Segunda parte*. Buenos Aires: Observatorio de Políticas Públicas.

Bria, O. N. (2010). *Desarrollo y Fabricación de Radares Secundarios en Argentina*. ICAO: San Carlos de Bariloche. Recuperado de: https://www.icao.int/SAM/Documents/2010/SURAUTOSEM/10%20INVAP_DesarrolloFabricacionRadaresSecundarios.pdf.

INVAP SE (2009). *Estados Contables al 30 de junio de 2009*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2011). *Estados contables al 30 de junio de 2011*. San Carlos de Bariloche.

220 INVAP SE (2012). *Memoria y Balance. Ejercicio Económico finalizado el 30 de junio de 2012*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2013). *Estados Financieros correspondientes al ejercicio económico finalizado el 30 de junio de 2013*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2014). *Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30 de junio de 2014*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2015). *Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30 de junio de 2015*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2016). *Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30 de junio de 2016*. San Carlos de Bariloche.

INVAP SE (2017). *Estados Financieros correspondientes al ejercicio finalizado el 30 de junio de 2017*. San Carlos de Bariloche.

Ministerio de Defensa (2006). *Resolución 1244/06*. Buenos Aires.

MPFIPyS (2007). *Contrato 1774 entre DGFM e INVAP SE*. Buenos Aires.

MPFIPyS (2010). *Resolución 12883/10*. Buenos Aires.

Poder Ejecutivo Nacional (2004). *Decreto 1407/04*. Buenos Aires.

Poder Ejecutivo Nacional (2006). Decreto 1592/06. Buenos Aires.

Télam (2013). En los últimos diez años creció la cantidad de radares de uso civil y militar. Recuperado de: www.telam.com.ar/notas/201311/40076-en-los-ultimos-diez-anos-crecio-la-cantidad-de-radares-de-uso-civil-y-militar.html.

Entrevistas

Fuente 1 (2014, mayo 5). Entrevista a personal jerárquico de INVAP (entrevista del autor).

Fuente 2 (2014, junio 6). Entrevista a oficial superior de la Fuerza Aérea Argentina (entrevista del autor).

Fuente 3 (2014, junio 27). Entrevista a personal de INVAP SE (entrevista del autor).

Fuente 3 (2016, diciembre 15). Entrevista a personal superior de INVAP SE (entrevista del autor).

Fuente 4 (2015, marzo 3). Entrevista a oficial superior retirado de la Fuerza Aérea Argentina (entrevista del autor).

Fuente 7 (2014, noviembre). Entrevista a ingeniero de INVAP (entrevista del autor).

221

Fuente 8 (2014, noviembre 11). Entrevista a ingeniero de INVAP (entrevista del autor).

Fuente 9 (2014, diciembre 2). Entrevista a ingeniero de la Fuerza Aérea Argentina (entrevista del autor).

Fuente 11 (2014, octubre 28). Entrevista a personal jerárquico de INVAP (entrevista del autor).

Cómo citar este artículo

Quiroga, J. M. (2021). Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento. El caso del desarrollo de radares en Argentina (2003-2015). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(47), 195-221.

Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina *

Os imaginários sociotécnicos das políticas de produção de energia elétrica na Argentina

The Socio-Technical Imaginaries of Electrical Energy Production Policies in Argentina

Matthieu Hubert y Ana Spivak L'Hoste **

Este artículo aborda las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina en las últimas dos décadas a partir del rastreo de los argumentos expertos utilizados para describir, evaluar, justificar o criticar esas políticas. El análisis distingue tres imaginarios sociotécnicos que modelaron y orientaron las decisiones tecnológicas en materia de energía eléctrica en Argentina: el imaginario mercantil, el imaginario desarrollista y el imaginario de la justicia socioambiental. La noción de imaginario sociotécnico permite analizar y comparar los diferentes modelos energéticos deseables tal como se proyectan por los actores involucrados, teniendo en cuenta las especificidades de las culturas políticas nacionales. Profundizamos el análisis comparativo en base a tres criterios (los principales actores involucrados, las misiones que éstos atribuyen a la política pública y la identificación y gestión de los riesgos) y discutimos dos resultados que emergen de la comparación y condensan las principales diferencias y tensiones que atraviesan los tres imaginarios: la escala territorial considerada pertinente para definir el interés común y los parámetros de evaluación comparativa de las tecnologías.

223

Palabras clave: Argentina; conocimiento experto; energía; imaginario sociotécnico; tecnología

* Recepción del artículo: 28/10/2019. Entrega de la evaluación final: 05/05/2020. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

** *Matthieu Hubert*: investigador del CONICET y del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Humanas (LICH) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Correo electrónico: mhubert@unsam.edu.ar. *Ana Spivak L'Hoste*: investigadora del CONICET y del Centro de Investigaciones Sociales (CONICET/IDES), Argentina. Correo electrónico: anaspivak17@yahoo.com.ar.

Este artigo aborda as políticas de produção de energia elétrica na Argentina nas últimas duas décadas traçando os argumentos de especialistas para descrever, avaliar, justificar ou criticar essas políticas. A análise distingue três imaginários sociotécnicos que modelaram e orientaram as decisões tecnológicas no campo da energia elétrica na Argentina: o imaginário mercantil, o imaginário desenvolvimentista e o imaginário da justiça socioambiental. A noção de imaginário sociotécnico permite analisar e comparar os diferentes modelos energéticos desejáveis projetados pelos atores envolvidos, tendo em conta as especificidades das culturas políticas nacionais. A análise comparativa aprofunda três critérios (os principais atores envolvidos, as missões que eles atribuem às políticas públicas e a identificação e gestão de riscos) e discutimos dois resultados que emergem da comparação e condensam as principais diferenças e tensões que atravessam os três imaginários: a escala territorial considerada pertinente para definir o interesse comum e os parâmetros de avaliação comparativa das tecnologias.

Palavras-chave: Argentina; conhecimento especializado; energia; imaginário sociotécnico; tecnologia

This article studies electrical energy policies in Argentina during the last two decades by tracing the expert arguments used to describe, assess, justify, or criticize these policies. The analysis identifies three socio-technical imaginaries that have shaped and guided technological decisions regarding electrical energy in Argentina: the mercantile imaginary, the developmentalist imaginary and the imaginary of socio-environmental justice. The concept of socio-technical imaginary allows the analysis and comparison of different desirable energy models as projected by the actors involved, taking into account the specificities of national political cultures. The analysis is based on three criteria: the main actors involved, the missions that these actors attribute to public policy, and the identification and management of risks. We discuss two results that arise from the comparison and distill the main differences and tensions that underpin the three imaginaries: the territorial scale considered relevant to define the common interest and the parameters of technology benchmarking.

224

Keywords: Argentina; expert knowledge; energy; socio-technical imaginary; technology

Introducción

La necesidad de una transformación de los sistemas energéticos encuentra diferentes expresiones y justificaciones. Por un lado, los compromisos internacionales que promueven la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero impulsan a considerar la necesidad de una transición energética que fomente la reducción del uso de recursos fósiles (Aykut y Dahan, 2015). Por otro lado, el acceso a las infraestructuras energéticas es el principal eje de muchas de las políticas públicas nacionales, en particular en los países del Sur. En Argentina, esas justificaciones coexisten y encuentran diferentes traducciones locales que nos proponemos abordar a partir del estudio de los principales recursos argumentativos utilizados para describir, evaluar, justificar o criticar las políticas de producción de energía eléctrica en el país durante las últimas dos décadas.

El artículo analiza los recursos argumentativos que transitan en la intersección entre el mundo académico, el debate público y la decisión política, reivindicando cierto nivel de especialización, o experticia, sobre cuestiones energéticas. Aunque esta caracterización, así como los niveles y fundamentos de la experticia tengan matices, aquí se reagrupan bajo la misma categoría de argumentos expertos. En ese sentido, si bien son en sí mismos objetos de reflexión (Collins y Evans, 2002; Jasanoff, 1995),¹ a los fines de este texto no se aborda quiénes son los que producen y usan dichos argumentos ni cuáles son sus trayectorias específicas. Lo que interesa al análisis son aquellos argumentos que se activan para promover, cuestionar o posicionarse en relación a las políticas energéticas, en particular aquellas destinadas a la producción de electricidad.

225

Profundizamos estas argumentaciones retomando el concepto de imaginario sociotécnico (Jasanoff y Kim, 2009, 2013). La elección de dicho concepto como estructurador del análisis se debe, por un lado, a que permite abordar, de manera conjunta, repertorios de argumentos que frecuentemente se asocian a diferentes mundos sociales (político, económico, tecnocientífico, etc.). Por otro lado, el concepto presenta herramientas para mostrar cómo las políticas energéticas están modeladas por consideraciones tecnopolíticas de la escala local. Aplicado al caso de las políticas energéticas en Argentina, nos permitirá mostrar que varios imaginarios sociotécnicos pueden coexistir en un mismo país y que esos imaginarios se diferencian, en particular, por la escala territorial considerada pertinente para definir el interés común y por los parámetros de evaluación comparativa de las tecnologías de producción eléctrica.

En línea con la propuesta de Jasanoff y Kim (2009), consideramos a los imaginarios sociotécnicos como abstracciones de un universo de sentidos que subyace tanto a las culturas políticas como a los conocimientos expertos. Abstracciones que se reconstruyen, como sugieren los autores, a partir de investigación empírica. A

1. Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología analizaron el conocimiento experto desde dos posturas principales. La primera, de carácter normativo, argumenta a favor de la distinción entre experto y no especialista, con responsabilidades y derechos diferenciados (Collins y Evans, 2002). La segunda, "coproductorista", que demuestra la producción conjunta entre ciencia y políticas públicas (Jasanoff, 1995).

los fines de esa reconstrucción, combinamos el análisis de documentos (informes institucionales, publicaciones científicas y técnicas, sitios web especializados en temáticas energéticas, etc.) con entrevistas semidirigidas a especialistas en cuestiones energéticas. Siendo el lenguaje el medio principal a través del cual se constituyen los imaginarios sociotécnicos (Jasanoff y Kim, 2009),² identificamos, en los materiales recolectados, elementos discursivos recurrentes que denominamos argumentos. Focalizamos, en particular, en aquellos argumentos que evocan los tres criterios de comparación que retomamos del análisis de Jasanoff y Kim (2009): los principales actores involucrados (los actores responsables o aquellos que deberían asumir tal responsabilidad), las misiones que dichos actores atribuyen a la política pública (selección de prioridades tecnológicas, asignación de recursos financieros, etc.) y la identificación y gestión de los riesgos (sanitarios, medioambientales, políticos y económicos). A partir del rastreo de esos argumentos, identificamos tres principales imaginarios sociotécnicos que expondremos a lo largo del artículo.

En la primera parte del artículo, presentamos el concepto de imaginario sociotécnico, precisando aquello que aporta al análisis de las políticas energéticas. Luego, y considerando el carácter sociohistórico de los imaginarios (Jasanoff y Kim, 2009), abordamos los principales argumentos expertos sobre las políticas que orientaron la producción de electricidad en Argentina entre fines del siglo XX y comienzos del XXI. En la tercera parte, desarrollamos los tres imaginarios identificados para el caso argentino. A modo de conclusión, discutimos las principales diferencias y tensiones que atraviesan los tres imaginarios sociotécnicos.

226

1. La noción de imaginario sociotécnico para analizar las políticas energéticas

En la definición que propusieron inicialmente Jasanoff y Kim (2009), la noción de imaginario sociotécnico refiere a las formas colectivamente imaginadas de la vida social que se inscriben en el diseño y puesta en marcha de proyectos tecnocientíficos a escala nacional. La noción refleja la visión colectiva de una sociedad deseable — de lo que sería una “buena sociedad” (Tidwell y Smith, 2015, p. 687)—, tal como se puede alcanzar a través de un programa científico y tecnológico. Además de incorporar los futuros deseables, los imaginarios sociotécnicos pueden incluir relatos sobre el pasado (Eaton, Gasteyer y Busch, 2014) o sobre futuros a evitar, fundamentalmente sobre la forma de relatos distópicos (Claisse y Delvenne, 2015).

La referencia al concepto de imaginario sociotécnico explícita, en su versión original, la voluntad de aprehender la dimensión cultural y política de las opciones tomadas en materia de programación científica y tecnológica, con eje en aquello que se define como de “interés nacional”. Esto es, aquello que valoriza, o pone en peligro, dicho interés o cierta concepción del bien común asociado a esa escala. En esa dirección, en el campo de la energía nuclear estudiado por Jasanoff y Kim (2009), desarrollo

2. “*Since language is a crucially important medium for the construction of imaginaries, we identify and compare recurrent discursive elements in each country’s official policy narratives for nuclear power*” (Jasanoff y Kim, 2009, p. 122).

nuclear e interés nacional se articulan diferentemente según los contextos nacionales. En los Estados Unidos, las privatizaciones de la industria nuclear se justifican por la necesidad de erigir al Estado como regulador independiente de los riesgos económicos, políticos y medioambientales asociados a la tecnología nuclear civil. En Corea del Sur, en cambio, el apoyo del Estado a la industria nuclear se inscribe en el marco de un consenso político sobre la prioridad del desarrollo económico y de la industria nacional.

Además de atender a las culturas políticas nacionales, los imaginarios sociotécnicos ponen el foco en el ejercicio del poder y en la ejecución de las políticas públicas (selección de prioridades tecnológicas, asignación de recursos financieros, regulación de los riesgos sanitarios y medioambientales, etc.). De esto resulta, en particular, que este abordaje conceptual ocupe una posición intermedia entre dos tipos de estudios. Por un lado, aquellos que analizan la agenda política aportando, sobre un problema dado, objetivos a alcanzar en función de los recursos disponibles. Por otro lado, los estudios de los grandes relatos que circulan en medios de comunicación y entre el público general (el gran relato que asocia, por ejemplo, la ciencia al progreso). El imaginario sociotécnico no se reduce ni al rol instrumental que se le atribuye a la agenda, ni a las representaciones dominantes que circulan en el ámbito público (Jasanoff y Kim, 2009). Tiene, sobre todo, la vocación de articular un conjunto de discursos y argumentaciones consideradas como expertas sobre un tema dado. Aplicado al caso aquí estudiado, nos permite abordar los vínculos entre, por un lado, los procesos asociados a la puesta en marcha de las políticas eléctricas y, por otro lado, los repertorios de argumentos que alimentan el debate académico y la discusión pública en relación a los modos de producción de esta energía.

227

Ahora bien, el foco de este texto se desplaza de aquel que definieron Jasanoff y Kim en dos direcciones. Primero, ahonda cómo distintos imaginarios sociotécnicos, sean complementarios (Levidow y Papaioannou, 2013) o estén en competencia (Smith y Tidwell, 2016; Goulet, 2020), coexisten en una misma sociedad.³ De hecho, las siguientes páginas pondrán en relación aquellos imaginarios que atraviesan las políticas de producción de electricidad en un mismo país. Segundo, en lugar de focalizar en un único tipo de producción eléctrica, consideramos la matriz eléctrica en su conjunto. Esto permite profundizar la manera en la cual los modelos alternativos de producción y uso de electricidad se contemplan y comparan en los discursos expertos y cómo encuentran diferentes formas de legitimación en el ámbito nacional.

2. Prioridades, reorientaciones y diversificación de la matriz eléctrica en Argentina

Para avanzar sobre la relación entre imaginarios sociotécnicos y producción de energía en Argentina, presentamos un breve estado de situación previo al cambio de milenio. Luego desplegamos, por tipo de producción energética, los argumentos

3. Si bien Jasanoff y Kim no afirman que varios imaginarios pueden o no pueden coexistir en un mismo país, identifican un solo imaginario dominante en cada uno de los casos que estudian.

que sostienen o cuestionan las decisiones tomadas en los últimos 20 años en dicha materia. El propósito del apartado no es revisar exhaustivamente la historia de la energía eléctrica en el país en ese período, sino explicitar, en línea con la propuesta longitudinal e interpretativa de Jasanoff y Kim (2009) que destaca la raíz histórica de los imaginarios, el fundamento procesual de los imaginarios sociotécnicos.⁴

2.1. Antecedentes

El fin del siglo XX se caracterizó, en Argentina, por un proceso de liberalización de la economía. Este implicó un acelerado programa de privatización de empresas públicas, el crecimiento del endeudamiento externo, la desregulación de los mercados y una subordinación creciente del trabajo al capital (Azpiazu y Basualdo, 2004). La producción de energía eléctrica en sus distintas modalidades, la de sus insumos y las políticas destinadas a orientar dicha producción, no fue ajena a ese proceso.

Hasta el gobierno de Carlos Menem (1989-1999), más allá de la participación de algún privado en la producción de energía eléctrica y de sus insumos, el Estado tuvo un rol central en su desarrollo. En materia de hidrocarburos, controló la exploración y explotación de gas y petróleo a través de una empresa estatal fundada en 1922: Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF SE). El Estado fue, hasta entonces, el que estableció objetivos, se responsabilizó de las inversiones destinadas a mantener el recurso y fijó precios y cantidades a extraer (Mansilla, 2007). También prohibió la exportación de crudo sin elaborar para sostener el autoabastecimiento (Ceppi, 2018). Ahora bien, a partir de 1989 el Estado fue desplazado de esta industria vía una reforma estructural basada en la desregulación del mercado, la transformación del hidrocarburo en bien de cambio y la privatización de YPF, convertida en Sociedad Anónima (Sabbatella, 2012). Esto generó, entre otros efectos, el crecimiento de la exportación del recurso y la disminución de las actividades exploratorias, en pos de la maximización de las ganancias de las empresas (Gutierrez Ríos, 2018). En ese contexto y debido a los bajos costos de funcionamiento y la rentabilidad de las centrales térmicas,⁵ se incrementó también la generación eléctrica con base en fuentes fósiles.

Las otras dos tecnologías de generación eléctrica, hidroeléctrica y nuclear, atravesaron procesos con características comunes. En el caso de la hidroelectricidad, Hidronor SA, creada en 1967 para construir y explotar las represas de los ríos Limay, Neuquén y Río Negro, se privatizó (Balazote y Radovich, 2003). Salto Grande y Yacyretá, los otros dos emprendimientos de envergadura y de carácter binacional, perdieron autonomía económica (Catullo, 2014) o demoraron su finalización de obra.⁶ Por su parte, las centrales nucleares en marcha (Atucha 1 y Embalse) y en construcción (Atucha 2) se desvincularon en 1994 de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), organismo dependiente del Estado responsable hasta entonces

228

4. "The relative stability of sociotechnical imaginaries **can only be illustrated through historical analysis, showing how these are invoked and re-performed at key turning points in policy formation**" (Jasanoff y Kim, 2009, p. 122). La negrita es de los autores de este artículo.

5. Las centrales térmicas son aquellas que producen electricidad utilizando combustibles fósiles.

6. Yacyretá recién alcanzó en 2011 su máxima potencia (Carrizo y Forget, 2011).

de su gestión. Esta desvinculación redundó en la creación de Nucleoeléctrica Argentina SA (NA-SA), empresa destinada a administrar las centrales nucleares y a una privatización que nunca se hizo efectiva. En ese marco se detuvo, además, la construcción de Atucha 2.

Así, pese a las diferencias entre los organismos responsables de la producción de los hidrocarburos, de generar energía hidroeléctrica y de gestionar las centrales nucleares,⁷ sus trayectorias coinciden en una reestructuración orientada a la privatización. Estos procesos se llevaron a cabo en paralelo a la aprobación de la Ley 24.065 de Marco Regulatorio Eléctrico. Esta ley cambió las reglas del sector energético, creando un mercado eléctrico mayorista sujeto a oferta y demanda y fragmentando las distintas etapas asociadas a la energía: su generación, transporte y distribución (Roselli, 2009).

Con un sector energético fragmentado, en buena medida privatizado, dependiente del combustible fósil y con una creciente disminución de la reserva del recurso, asumió en 2003 el presidente Néstor Kirchner. Las siguientes páginas despliegan los argumentos expertos en torno a las decisiones que se tomaron durante su gestión, así como en las gestiones siguientes de Cristina Fernández (2007-2015) y de Mauricio Macri (2015-2019), en materia de energía eléctrica. Este despliegue de argumentos y decisiones, organizado por fuente y en clave cronológica, pretende contribuir en dos direcciones al análisis de las formas imaginadas de la vida social que atraviesan los proyectos tecnocientíficos asociados a la electricidad. La primera, como anticipamos, es establecer su sustento histórico procesual. La segunda es explicitar aquellos repertorios argumentativos que permitirán particularizar luego tres imaginarios sociotécnicos específicos.

229

2.2. El *relanzamiento del plan nuclear* ⁸

El 23 de agosto de 2006, en un acto encabezado por Néstor Kirchner, el entonces ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, anunció el Plan Estratégico del Sector Nuclear Argentino. Dijo Julio De Vido en su discurso: “A partir de mayo de 2003, cuando asumimos el Gobierno Nacional con la conducción del presidente Néstor Kirchner, se restableció la actividad del Sector Nuclear Argentino hacia el camino de la recuperación de sus objetivos estratégicos, retomando decidida y rápidamente los lineamientos del Decreto 10.936, y estableciendo las medidas necesarias y concretas para la reactivación explícita del Sector”.⁹

7. Antes de su privatización, YPF era una Sociedad del Estado. Hidronor tuvo siempre capital privado en su composición accionaria. CNEA es, por su parte, un organismo público destinado a investigación y desarrollo.

8. A lo largo del texto, usaremos cursivas para identificar las categorías y fragmentos de discursos nativos. Se trata de aquellas categorías y fragmentos de discurso que aparecen en los materiales empíricos, sean estos materiales fuentes, documentos o entrevistas. Son estas categorías y fragmentos de discursos los que nos permiten presentar y desplegar los argumentos que sustentan nuestro análisis de los imaginarios sociotécnicos.

9. El discurso completo está disponible en: https://web.archive.org/web/20110925071549/http://www.cnea.gov.ar/xxi/noticias/2006/ago06/actividad_nuclear.asp.

Este anuncio fue interpretado, por quienes forman parte del sector nuclear, como un *relanzamiento* de la actividad en el país (Rey, 2007). Un *relanzamiento* que, como anticipaba el prefiijo, no se consideró punto de partida.

El desarrollo del sector, con base en CNEA y un conjunto de empresas ligadas a ella (INVAP SE, NA-SA, CONUAR SA, etc.), llevaba casi seis décadas de trayectoria (Hurtado, 2014). Una trayectoria que sumaba la creación de laboratorios, la formación de profesionales calificados y la puesta en marcha de proyectos de envergadura en metalurgia y reactores de investigación y producción de radioisótopos. A esta trayectoria se agregó, desde la década de 1970, su participación en la construcción de las tres centrales nucleares en operación en Argentina: Atucha 1, construida por la empresa alemana Siemens y en operación desde 1974; Embalse, modelo CANDU de origen canadiense inaugurado en 1984; y Atucha 2, iniciada por Siemens en los años 80 y retomada a mediados de los 2000 bajo la responsabilidad de NA-SA en el marco del *relanzamiento*.

Así, la gestión de Néstor Kirchner volvió a focalizar en el sector nuclear, que definió como *estratégico para el desarrollo nacional* (CEPA, 2019). Una focalización que De Vido precisó torno a *dos cuestiones técnicas primordiales: la generación masiva de energía nucleoelectrónica y las aplicaciones de la tecnología nuclear a la salud pública y en la industria*. Estas precisiones del ministro incorporaban, a su discurso del año 2006, atributos que los argumentos expertos en materia de desarrollo nuclear le habían asignado, con diversos matices, desde la década de 1960. Atributos que se arraigaban fundamentalmente en la potencialidad del sector nuclear para producir la energía necesaria para industrializar el país y, paralelamente, para que dicha industria se fortalezca con sus avances (Hurtado 2005, 2013, Maqueda y Scheuer, 2014, Quilici y Spivak L'Hoste, 2018). Esos avances se definían en dos direcciones: por un lado, las aplicaciones nucleares que pueden proyectar una industria en el sector; por el otro lado, las posibilidades que el propio desarrollo nuclear abre a industrias de otros rubros (Martin, 1969, Sábato 1974, Sábato, Wortman y Gargiulo, 1978, Quilici, 2008, Hurtado, 2010). Esto es, su condición de *industria industrializante* (Sabato, 1973). Con base en esa caracterización, el gobierno nacional retomó proyectos en suspenso por décadas. Entre otros, la finalización de Atucha 2 (inaugurada en 2014), el desarrollo y construcción de la central nuclear de baja potencia CAREM y la extensión de vida de Embalse.

Con avances parciales en buena parte de esas iniciativas, en el año 2014 se firmó con la Administración Nacional de Energía de China un convenio de cooperación para la construcción una cuarta central nuclear.¹⁰ La construcción de dicha central, con la tecnología CANDU (como la Central Embalse) estaría a cargo de NA-SA. La elección de esa tecnología, que es diferente a la de aquellas centrales que hoy los expertos definen como *modernas* o *de nueva generación*, se apoyaba en dos

10. Ese acuerdo le permitía a Argentina obtener financiamiento chino a tasas bajas y plazos largos y la comprometía, paralelamente, a comprar a ese país componentes clave para la construcción del reactor. Más información en: www.pagina12.com.ar/diario/economia/2-265267-2015-02-02.html.

argumentos centrales (entrevista con un experto de la CNEA, 26/4/2019).¹¹ El primero es que el CANDU operaba, como las otras tres centrales argentinas, con elementos combustibles fabricados a base de uranio natural (levemente enriquecido, en el caso de Atucha 1). Optar por una central *moderna*, con elementos combustibles a uranio enriquecido, suponía perder la posibilidad de aprovechar la experiencia y los recursos materiales y humanos del país en la construcción de la nueva central. El segundo argumento se enraizaba en una continuidad en la búsqueda de autonomía tecnológica y de autoabastecimiento del combustible. La primera se centraba en el manejo de los procesos tecnológicos para la fabricación de los elementos combustibles que ponen en marcha las centrales. Procesos tecnológicos dominados desde hace décadas para el caso del uranio natural, pero en etapa experimental en el caso del uranio enriquecido. El autoabastecimiento, por otro lado, suponía la posibilidad de proveerse, dentro de los límites nacionales, del uranio mineral, insumo central para la fabricación del combustible.¹²

En el marco de las negociaciones que acompañaron la firma del convenio de cooperación con China, las argumentaciones que retomaban la importancia de la *participación de la industria local* para construir la nueva central (recursos humanos, conocimientos y capacidades técnico-industriales nacionales) reencontraron eco (Comisión de Tecnología Nuclear del Instituto Patria, 2019).¹³ Ahora bien, ese eco redundó también en una serie de discusiones ya que, además de la construcción de esta central CANDU, el convenio avanzaba sobre la posibilidad de construir una quinta central con tecnología china. Más precisamente, avanzaba sobre la venta financiada de una central modelo PWR con combustible fabricado a base de uranio enriquecido. Esta propuesta puso en tensión, como también señala la Comisión de Tecnología Nuclear del Instituto Patria, dos argumentaciones distintas. Por un lado, aquellas que justificaban ver reducidas las posibilidades de participación local en función de la obtención del financiamiento para las centrales. Por otro lado, se esgrimieron distintos fundamentos técnicos sobre las desventajas de incorporar esa tecnología, comprada llave en mano,¹⁴ con ese tipo de combustible que aún no podría fabricarse de manera autónoma en Argentina.

231

El acuerdo con China se mantuvo los primeros años de la gestión de Mauricio Macri. De hecho, su primer ministro de Energía y Minería, Juan José Aranguren, firmó en 2016 un memorándum de entendimiento y, en 2017, un nuevo acuerdo que ratificaba la voluntad de construirlas.¹⁵ Sin embargo, la crisis cambiaría que se desató a mediados del 2018 y la agudización del recorte de gasto público derivaron en la reformulación

11. Los expertos entrevistados fueron seleccionados por sus competencias en temas de energía y su experiencia profesional en instituciones públicas o privadas relativas a dicha materia (CNEA, ARN, CONICET, consultoras, etc.). No se mencionan sus nombres en el texto para respetar su anonimato.

12. En la actualidad, los criterios para el suministro del mineral se rigen por una cuestión de costos. Así, si bien hay uranio en Argentina, actualmente éste se importa. La fabricación de combustibles, en cambio, la realiza una empresa argentina, CONUAR SA, de la cual CNEA es accionista.

13. Más información en: <https://www.pagina12.com.ar/181719-profundizando-el-ajuste-nuclear>.

14. En un contrato llave en mano, el contratista es el responsable de realizar tanto el diseño como la construcción de la planta por un precio y en un plazo determinado.

15. Más información en: <https://www.lanacion.com.ar/economia/mauricio-macri-traera-de-china-acuerdos-por-us-12500-millones-para-financiar-dos-centrales-nucleares-nid2021059>.

del acuerdo inicial. El nuevo acuerdo suspendió la construcción de la central CANDU y previó directamente la compra, vía un préstamo chino, de un reactor PWR de construcción exclusivamente china.¹⁶ Esa decisión profundizó cuestionamientos porque implicaba una discontinuidad del patrón tecnológico en materia nuclear. Discontinuidad que redundaría, entre otras cuestiones, en una disminución en la participación de la industria nacional en la construcción de las centrales (especialista en materia nuclear de la Fundación No-prolifерación para la Seguridad Global),¹⁷ un desaprovechamiento de competencias locales y una pérdida de autonomía tecnológica. A estos cuestionamientos se sumaron, además, resquemores respecto de los propios reactores PWR considerados en una etapa inicial de su utilización (entrevista con un experto de la CNEA, 26/4/2019).

2.3. Estado, privados y nuevas tecnologías en la producción de gas y petróleo

El agotamiento de las reservas de hidrocarburos desde la década de 1990, en paralelo al crecimiento de la demanda de ese recurso para la producción energética (inclusive electricidad), derivó en una búsqueda de alternativas para el desarrollo del sector. Alternativas que condujeran a un aumento de la inversión para sostener el rendimiento de la explotación y a explorar nuevas fuentes. Ahora bien, las condiciones geológicas del país a inicios de los 2000 exigían asumir mayores riesgos que en otras regiones, en un escenario de inestabilidad institucional (Perez Roig, 2018). Esto justificaba la implementación de un paquete de políticas orientadas, como sistematiza Sabbatella (2012), a tres objetivos: regular la producción, estimular la participación privada e incrementar la participación del Estado en dicha industria.

232

Primero, el argumento que dio sustento a las políticas de regulación se centró en la necesidad de establecer nuevas reglas para definir el precio interno del recurso y modificar el esquema de distribución de las ganancias ligadas a su producción (Mansilla y Perrone, 2010). Esto justificó, como sugieren los mencionados autores, el aumento de retenciones al petróleo y la imposición de ese impuesto al gas, el desacople de los precios internos de los internacionales y el desaliento a la exportación (Sabbatella, 2012). Asimismo, la regulación se apoyaba en la necesidad de reposicionar al Estado como actor de peso en el sector energético. Esto llevó a la creación, en 2004, de la empresa Energía Argentina (ENARSA). Si bien el área de operación de la empresa era inicialmente la reserva marítima, ENARSA podía “operar en cualquier segmento de la cadena de valor de los bienes energéticos en forma integrada o independiente a través de unidades de negocios específicas” e “intervenir en el mercado a efectos de evitar situaciones de abuso de posición dominante originadas en la conformación de monopolios u oligopolios” (Bueno y Alonso, 2014, p. 10).

El segundo conjunto de políticas que menciona Sabbatella (2012) se centró en promover la incorporación de socios argentinos al paquete accionario de YPF SA.

16. Más información en: <https://www.infobae.com/politica/2019/03/03/el-gobierno-reactivo-el-polemico-acuerdo-con-china-para-la-construccion-de-una-central-nuclear/>.

17. Más información en: <https://www.infobae.com/politica/2019/03/03/el-gobierno-reactivo-el-polemico-acuerdo-con-china-para-la-construccion-de-una-central-nuclear/>.

Como señaló un experto entrevistado, el argumento que sustentó estas políticas apuntaba a contrastar los intereses de una empresa extranjera de maximizar sus ganancias con la posibilidad de que socios locales se comprometieran en relanzar la inversión para avanzar en la exploración y explotación del recurso (entrevista con un experto del CONICET, 9/5/2019). Esta suerte de *argentinización* que mencionan entre comillas tanto Sabbatella (2012) como Bueno y Alonso (2014), *apuesta a la burguesía nacional*, como caracterizó el mencionado experto entrevistado, o *nacionalización privada* como se argumenta desde posiciones más críticas a estas políticas (Scandizzo, 2014) derivó en la integración del Grupo Petersen a YPF SA. La integración se hizo efectiva a partir de la compra de cerca del 15% del paquete de acciones de la empresa Repsol SA (al que luego sumaría un 10% más). Esto se dio en paralelo a la transferencia de dominio de los hidrocarburos a las provincias, establecida por la Ley 26.197/06.¹⁸ Una transferencia que derivó en la sanción de nuevos marcos jurídicos en la actividad y la habilitación de bloques en concesión para atraer capitales privados hacia nuevas áreas de exploración y explotación (Scandizzo, 2014). Ahora bien, esta habilitación de bloques de concesión, al igual que la incorporación de capitales privados nacionales a YPF SA, no sumaron tareas de exploración de envergadura (Perez Roig, 2018). Fenómeno que expertos interpretan como un *fracaso de la intervención de la burguesía nacional* (entrevista con un experto del CONICET, 9/5/2019) o *capitalismo de amigos* (Scandizzo, 2014).

El tercer conjunto de políticas tuvo eje en lo que se llamó *reestatización* o *renacionalización* de YPF SA. Sobre la base de los escasos resultados en términos de inversión en el sector de los capitales privados nacionales, el argumento que sustentó esta *reestatización* se centró en la disposición del Estado para hacerlo. Argumento que retomó, además, elementos del repertorio histórico que asociaba a YPF, como empresa estatal, tanto al desarrollo nacional como a su consolidación soberana (Carrizo, 2016). Así, en abril de 2012, la presidenta Fernández envió al congreso un proyecto de ley denominado “Soberanía hidrocarburífera de la República Argentina” que proponía expropiar el 51% del patrimonio accionario de Repsol SA. El proyecto declaraba de *interés público nacional* la explotación, industrialización, transporte y comercialización de hidrocarburos, y como *objetivo prioritario* el autoabastecimiento del país en la materia. Con el propósito de reposicionarse en la explotación de los recursos definidos como *estratégicos*, la iniciativa apuntaba a recuperar el control de su empresa más importante,¹⁹ establecer reglas e incrementar su participación en el sector. Ahora bien, esta *reestatización* se llevó a cabo manteniendo el esquema de sociedad anónima y los atributos de empresa privada respecto de su gestión, estrategia de crecimiento y propio desempeño (Perez Roig, 2018).

18. La llamada Ley Corta, de 2007, trasladó la administración sobre los yacimientos a las provincias en cuyos territorios se encuentren. Los defensores de esta ley consideraron que resolvía los conflictos por los recursos. Sus críticos subrayaban que las provincias no podrían negociar en igualdad con petroleras multinacionales. Más información en: <https://www.elpatagonico.com/la-ley-corta-ratifica-las-provincias-el-dominio-los-recursos-petroleros-n742447>

19. YPF es la mayor empresa del sector de hidrocarburos con una participación del 31,2 % de la extracción de gas y el 44,7 % de petróleo. El resto de las empresas del sector son privadas (Gutiérrez Ríos, 2018).

Tras la aprobación de la ley, Repsol SA relegó su rol de principal accionista al Estado y a las provincias con hidrocarburos. YPF SA diseñó entonces estrategias para aumentar la producción de hidrocarburos. A esos fines estableció alianzas con actores privados orientadas a profundizar la explotación en yacimientos maduros y avanzar sobre hidrocarburos no convencionales vía la utilización de la técnica de fractura hidráulica.²⁰ Ahora bien, el aumento de la inversión privada en el sector, que recibió apoyo vía subsidios del Estado, se concentró fundamentalmente en sitios no convencionales de la formación Vaca Muerta (Scandizzo, 2014). Situada en la cuenca neuquina, en la que confluyen las provincias de Neuquén, Río Negro, La Pampa y Mendoza, esta formación geológica poseía importantes reservas para explotar gas y petróleo con dicha técnica. Una técnica que sumó la necesidad de desarrollar nuevas infraestructuras (de perforación, de tratamiento, almacenamiento y transporte de insumos, productos y residuos, de servicios a la producción, etc.), así como generar transformaciones en el mundo del trabajo en el sector y en las relaciones sociales y productivas en los territorios de su explotación.

La creciente inversión en no convencionales hizo posible comenzar a disminuir, a partir del 2015, el caudal de las importaciones de gas (Kofman y López Crespo, 2018). Al inicio de la gestión de Macri, y como consecuencia de una política de reducción del gasto fiscal, los subsidios destinados a impulsar el sector hidrocarburífero disminuyeron. Sin embargo, el estímulo económico no desapareció, ya que se compensó por el aumento del precio de los hidrocarburos (y, consecuentemente, el de las tarifas de usuarios domiciliarios e industriales) y por la voluntad de impulsar, como nos sugirió un experto consultado (entrevista con un consultor en energía, 3/6/2019), el ingreso de nuevos *jugadores* privados y el desarrollo de un mercado de condiciones favorables tanto para los capitales privados nacionales como internacionales. Así, el sector no convencional, principalmente el de la explotación de gas vía la fractura hidráulica, continuó expandiéndose y generando expectativas de producción pese al contexto de recesión argentino y las oscilaciones de los valores del hidrocarburo y a los posibles impactos ambientales, sociales y económicos del uso de esa nueva técnica de explotación de hidrocarburos (Scandizzo, 2014).

234

2.4. Hacia un *boom* de las energías renovables

Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales consideradas no agotables como el viento, el sol o el movimiento de ríos y mares. A partir de la década de 1970, se intensificó la promoción de estas energías. Dicha intensificación vino de la mano tanto del agotamiento a escala mundial de las reservas fósiles como del creciente consenso entre expertos, funcionarios y la opinión pública sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de llegar a acuerdos sobre el cuidado del medioambiente (Aykut y Evrard, 2017).

20. La fractura hidráulica permite extraer gas o petróleo de formaciones rocosas a través de inyectar agua, arena y productos químicos a alta presión para incrementar su permeabilidad y habilitar su extracción.

Las represas hidroeléctricas, pese a las controversias respecto al impacto que producen en los territorios donde se instalan, se consideran energías renovables.²¹ En esta materia hubo dos proyectos clave en el periodo abordado. El primero fue el plan de terminación de Yacretá, enmarcado en el Plan Energético Nacional 2004-2008 del gobierno de Néstor Kirchner. Un Plan Energético que había sido diseñado con el objetivo de incrementar la producción energética en el país. El plan de terminación de Yacretá fue extendido por Cristina Fernández hasta su finalización en 2011 (Cavalli, 2014). El segundo proyecto consistió en la construcción de dos represas en el río Santa Cruz. Estos proyectos se presentaron como las terceras represas en importancia en el país tras las binacionales Yacretá y Salto Grande. Sin embargo, dificultades en las negociaciones explicadas en torno al acceso al financiamiento y definiciones sobre los contratistas (ambos de origen chino) frenaron su avance.

Por su parte, el impulso a las energías renovables alternativas (o de menor impacto en el medioambiente) apuntó, según argumentaciones expertas, a desarrollar soluciones en dos direcciones. La primera dirección fue la de aumentar la oferta energética para proveer de electricidad a zonas que no estaban aún conectadas al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) (Recalde, Bouille y Girardin, 2015; Fouquet, 2013). La segunda dirección consistió en disminuir el uso de combustibles fósiles para reducir la emisión de gases con efecto invernadero. Este último punto aparecía, como se ampliará más adelante, asociado a dos justificaciones. Por un lado, la *diversificación de la matriz energética* (Recalde, 2017; Recalde, Bouille y Girardin, 2015; Giralt, 2011; Barrera, 2011). Esto es, la incorporación de distintas fuentes de producción energética a dicha matriz dominada por las fuentes fósiles. Por otro lado, se justificaba en la necesidad de avanzar hacia una *transición energética* (Bertinat, 2018, 2013). O sea, como también se profundizará luego, en una redefinición global de las formas de producir, vender y consumir energía.

235

Respecto al primer propósito, ampliar el acceso a la energía eléctrica, se impulsó en 2003 el programa PERMER y se establecieron modificaciones para promover acuerdos entre el Estado y las provincias.²² Respecto al segundo propósito, reducir el uso de hidrocarburos en la producción de electricidad, se sancionó en 2006 la Ley 26.190, denominada Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía para la Producción de Energía Eléctrica. Esta ley establecía como meta alcanzar el 8% de la matriz eléctrica nacional en 2016 en base a dichas fuentes. En línea con esta meta, la entonces Secretaría de Energía de La Nación lanzó en 2009 el programa GENREN 1 (Generación Renovable) y, en 2010, el GENREN 2. Este programa abrió a licitación a la compra de 1000 MW de potencia a instalarse en sistemas vinculados al SADI que provengan de energías renovables

21. Las represas hidroeléctricas requieren, para su construcción y funcionamiento, inundar las zonas aledañas de su emplazamiento para almacenar el agua que hace funcionar las turbinas. Es el paso del agua almacenada por la turbina lo que genera la energía que luego se transforma en electricidad. Estas represas se diferencian de las llamadas centrales de paso en las cuales las turbinas se activan con el movimiento natural del cauce de los ríos.

22. Con estas modificaciones, las provincias obtuvieron la posibilidad de otorgar concesiones a empresas privadas, públicas o cooperativas para suministrar electricidad y disponibilidad para afectar recursos de los Fondos Eléctricos como contrapartida local del financiamiento (Garrido, Lalouf y Moreira, 2014).

(eólica, fotovoltaica, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos y biocombustibles). El compromiso de ENARSA, a cargo del programa, era comprar a los productores la energía producida, con precios fijos en dólares por 15 años, y venderla al mercado eléctrico mayorista (Recalde, 2017). El programa ajustó sobre la marcha las proporciones asignadas a priori a las distintas fuentes por falta de oferta y terminó con una mayoría de propuestas de tecnología eólica (Garrido, Lalouf y Moreira, 2013). Sin embargo, los resultados no fueron los esperados. La mayoría de los proyectos presentaron retrasos que los responsables de las empresas generadoras adjudicaron a la falta de financiamiento adecuado y de condiciones propicias del entorno (calidad institucional, regulaciones, adaptación a nuevas tecnologías, etc.) (Massei, 2017).

En 2016, primer año de gobierno de Mauricio Macri, se lanzó un nuevo programa destinado a impulsar proyectos de energías renovables. Este programa, denominado RenovAR, abrió tres rondas de licitaciones repartidas por tecnología y región, la última aún en evaluación, por un total cercano a los 3500 MW.²³ Como el GENREN, el RenovAR estableció incentivos monetarios, fundamentalmente devoluciones y exenciones impositivas para invertir en energías renovables (Massei, 2017). Incentivos que se incorporaron al nuevo marco legal establecido tras la reformulación, en 2017, de la Ley 26.190. La nueva Ley 27.191 actualizaba además la meta de alcanzar: 20% del consumo eléctrico nacional para 2025 producido con fuentes renovables. Asociado al RenovAR, y atendiendo las críticas sobre las dificultades de financiamiento del GENREN, el Estado creó un fideicomiso con fondos estatales (FODER) y garantía del Banco Mundial. El objetivo de dicho fideicomiso fue otorgar créditos a los proyectos aprobados por el programa que así lo requirieran. En paralelo al RenovAR, la gestión nacional estableció otras disposiciones para promover las energías renovables e impulsar, paralelamente, la participación de nuevos *jugadores* (es decir, nuevos actores privados individuales o empresariales) en dicha actividad (entrevista con un consultor en energía, 10/6/2019). Entre estas disposiciones se destacaron la Ley de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública,²⁴ los instrumentos de incentivo a la denominada eficiencia energética y la creación del MATER (mercado a término de energía eléctrica de fuente renovable) que abrió la posibilidad de negociar entre estos *jugadores* privados la compra y venta de energía eléctrica.²⁵

Las herramientas de promoción de las energías renovables se orientaron, así, a generar oferta eléctrica para zonas no conectadas y sumar fuentes a una matriz eléctrica dominada por el uso de combustible fósil. Esto supuso, más allá del establecimiento de leyes y programas destinados a su promoción, la incorporación de tecnologías de

23. La Ronda 1 adjudicó 1109MW más 600MW de la Ronda 1. 5. La Ronda 2 1400MW, a los que sumó 600MW de la 2.5. La Ronda 3 licitó 400MW. Más información en: <https://www.minem.gov.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados-del-programa-renovar>.

24. Esta ley, número 24424 y reglamentada en 2018, a nivel nacional, permite que los usuarios de electricidad se conviertan en generadores a partir del uso de fuentes de energía renovable. Estos usuarios pueden producir energía para consumo propio o inyectar su eventual sobrante al SADI.

25. En el mercado a término, los grandes usuarios (comercios e industrias con alto consumo eléctrico) pueden comprar energía renovable a generadores garantizándose hasta el 100% de su consumo con esta fuente o cumpliendo con el mínimo exigido por la Ley de Energía Renovable (8% en 2018 y 20% en 2025).

aprovechamiento de las fuentes renovables que apenas habían sido utilizadas en el país. Estas tecnologías fueron importadas en su conjunto o ensambladas con una mayoría de componentes importados cuyos precios fluctuaban con la moneda local (pese a la cláusula de componente nacional incluida en los pliegos de licitación de RenovAR). El *contenido* mayoritariamente extranjero de las tecnologías, sumado a la concentración de la producción de renovables en manos de actores privados con fines de lucro (Taller Ecologista, 2019), fueron los principales argumentos críticos al desarrollo local de estas energías en los últimos años.

3. Tres imaginarios que coexisten

La presentación del panorama anterior, armado a partir de documentos, artículos (científicos, periodísticos o de divulgación) y materiales de entrevistas, despliega una serie de datos acerca de las decisiones que se tomaron en materia de tecnologías de producción de electricidad en las últimas décadas. Estos datos están entramados en argumentaciones acerca de esas decisiones que suman, en cada caso, elementos explicativos, críticos o valorativos. Ahora bien, estas argumentaciones no solo refieren a las decisiones, sino que también explicitan las formas colectivamente imaginadas ligadas a ellas. Esto es, formas de pensar y proyectar a futuro la sociedad que están incorporadas en las distintas tecnologías ligadas a la generación de energía eléctrica. En este tercer apartado se sistematizan, a partir de las recurrencias y diferencias de las argumentaciones presentadas en el panorama anterior, esas formas colectivamente imaginadas. Dicha sistematización da lugar a una reconstrucción de tres imaginarios: mercantil, desarrollista y de la justicia socioambiental. Una reconstrucción que, como anticipamos en la introducción, profundiza en base a tres criterios: los principales actores involucrados, las misiones que dichos actores atribuyen a la política pública y la identificación y gestión de los riesgos.

237

3.1. El imaginario mercantil

En esa parte, mostraremos que el imaginario mercantil está orientado por y hacia el mercado. La llamada “buena sociedad” (Tidwell y Smith, 2015, p. 687) que incorpora los proyectos y opciones tecnológicas ligadas a la producción de electricidad se argumenta en términos de un fortalecimiento del funcionamiento de mercado local con la participación de capitales internacionales. Esto se expresa en el imperativo de incorporación de distintos actores del sector privado de origen nacional o internacional a la producción (incluso comercialización) de energía eléctrica, la búsqueda de competitividad económica en dicha materia y el impulso al aprovechamiento del potencial atractivo del país para los inversores. Se expresa, asimismo, en una consideración de la energía como un bien de cambio de condición *commodity*, cuyo precio se establece en función de los criterios del mercado global.²⁶

26. Como Svampa (2013), retomamos la definición de los *commodities* como “productos indiferenciados cuyos precios se fijan internacionalmente” (Wainer, 2011, p. 77).

3.1.1. Principales actores involucrados

En el marco de este imaginario, el Estado establece los lineamientos generales en términos de producción de energía, pero lo hace con base en los criterios del mercado. Así, esos lineamientos están guiados por ecuación costo-beneficio: costo del MWh o de los emprendimientos energéticos, beneficios directos por el ingreso de divisas vía la exportación, obtención de financiamientos internacionales con bajas tasas de retorno, etc. Esos lineamientos generales atraviesan las consideraciones en torno a las fuentes y tecnologías asociadas a la producción energética, desde la explotación de gas y la construcción de centrales térmicas hasta la promoción de las energías renovables. Fuentes y tecnologías respecto de las cuales el Estado debe poner en marcha una regulación incitativa (es decir, no prohibitiva) que se concreta a través de propuestas de beneficios fiscales e instrumentos financieros para crear nuevos mercados.

Ahora bien, el motor principal y quien toma (y ofrece) las decisiones tecnológicas específicas en materia de energía se asignan, en el imaginario mercantil, al sector privado. Las empresas, de capitales nacionales o multinacionales, se erigen responsables de construir y administrar los emprendimientos energéticos. Se trata, como anticipamos, de los denominados *jugadores* (de los hidrocarburos en Vaca Muerta, de las energías renovables en el marco del RenovAR), quienes, atendiendo a los instrumentos de promoción estatales, eligen las tecnologías para la producción energética. Y eligen también dónde comprarlos y cómo montarlos, sean estas molinos o paneles solares, centrales térmicas o instrumentos para la explotación de hidrocarburos.

238

La creación de mercados, que moviliza como propósito clave el imaginario mercantil, supone la incorporación de nuevos participantes (*jugadores*) y nuevos acuerdos entre ellos. Es el caso de los consumidores finales de electricidad que pueden, tras la aprobación y reglamentación (en proceso) de la Ley de Energía Distribuida, convertirse en productores y vendedores de energía (eligiendo de manera individual con que paquete tecnológico realizar ese aporte). Y es el caso, también, de la habilitación de acuerdos de venta de electricidad entre privados (el mencionado MATER) que se justifican con el fin de cumplir con las metas establecidas de aprovisionamiento de energía renovable de grandes consumidores.

3.1.2. Misiones que se atribuyen a la política pública

En el imaginario mercantil, la misión general de la política pública es crear y regular nuevos mercados susceptibles de aumentar la rentabilidad y la competitividad de las empresas del sector e incorporar nuevos actores (especialmente, inversores extranjeros). En esa línea, las acciones se organizan sobre la lógica de mercado y tienden a asegurar la gobernanza y transparencia de las licitaciones y demás instrumentos de fomento. Las licitaciones (como las del RenovAR o aquellas para construir y operar centrales térmicas) se conciben como dispositivos de política pública que permiten evaluar las propuestas a partir de criterios considerados objetivos como la capacidad de financiamiento, el costo del MWh o la eficacia técnica y productividad de un emprendimiento.

Desde esta óptica, más allá de los grandes lineamientos que establece el Estado en las licitaciones, es el mercado, vía las acciones e interacciones de los *jugadores*, el que fundamenta las opciones de fuentes y de tecnologías más apropiadas. Eso explica por qué, en paralelo al RenovAR, y justificándose en la importancia de promover energías descarbonizadas para respetar los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se abrieron licitaciones de centrales térmicas y se amplió la zona de explotación no convencional de Vaca Muerta.

3.1.3. Identificación y gestión de los riesgos

Los riesgos que se proyectan en el marco del imaginario mercantil conciernen principalmente a las relaciones entre los sectores público y privado. Por un lado, se identifican conflictos de interés entre ambos sectores. Si bien el uso transparente de los instrumentos de regulación se presenta como una forma de gestión de ese riesgo, la transparencia no está garantizada. Esto, que se evidencia en las denuncias en torno a las relaciones con el poder político de algunos beneficiados en las licitaciones, marca su persistencia como tal.²⁷

Por otro lado, se identifica como riesgo la posibilidad de que la concepción misma de los instrumentos de política pública esté influenciada por las relaciones de fuerza entre los sectores público y privado. En efecto, estos instrumentos se conciben, en principio, para atraer inversores, enfatizando la reducción de incertidumbres económicas y jurídicas para el sector privado. El sector público opera, así, como garantía de dicha reducción. Esto se pone en evidencia, por ejemplo, en el diseño del RenovAR, en el que el Estado garantiza contractualmente los precios de compra de la energía, en dólares, por un período dado, asumiendo así parte de los riesgos financieros.

239

3.2. El imaginario desarrollista

En el imaginario desarrollista, el sector energético es concebido como un instrumento clave para el desarrollo económico e industrial del país. Sea porque este desarrollo requiere del insumo energético, electricidad inclusive, y consecuentemente de sostener su abastecimiento. Sea porque se argumenta que el desarrollo de las capacidades tecnológicas e industriales está asociado a la producción de conocimientos, la fabricación de componentes, la puesta en marcha de infraestructuras y la operación de diversas tecnologías de producción energética. Una asociación que aparece históricamente arraigada en las decisiones que se han tomado en materia energética en Argentina desde las primeras décadas del siglo XX en función del fortalecimiento económico, pero también de construcción de soberanía nacional e incluso de transformación social.

3.2.1. Principales actores involucrados

El imaginario desarrollista se orienta por una visión política de la matriz eléctrica y un objetivo: la búsqueda de *soberanía energética*. Una soberanía que refiere, primero, a una autonomía para decidir cómo generar energía y, segundo, a una independencia del

27. Estas denuncias tuvieron eco en la prensa crítica al gobierno de Macri. Más información en: www.pagina12.com.ar/142385-una-sobreactuacion-entre-amigos.

abastecimiento en el país, más allá de eventuales alteraciones en la circulación de los insumos o de su precio en el mercado internacional (conflictos comerciales, guerras, etc.). Esta soberanía se arraiga territorialmente, ya que esa posibilidad de decidir sobre la energía se asocia a las fronteras políticas del país. Lo local (industria local, capacidades tecnocientíficas locales, etc.) se extiende a esa circunscripción territorial. En todo caso, estas decisiones atañen tanto a qué fuentes promover como a las tecnologías asociadas a su producción (qué tecnologías de extracción y procesamiento de recursos, qué componentes, dónde comprarlos, qué combustible, etc.).

En este imaginario, los gobiernos nacionales se señalan como responsables de motorizar las decisiones en materia energética, así como de reforzar los ámbitos de la administración pública encargados de administrar el sector. En este marco, se privilegian (material y simbólicamente) a las empresas estatales o de capitales nacionales, incluso si se juzgan, a veces, débiles financieramente o tímidas para invertir a largo plazo. Este privilegio justifica desde el giro de fondos públicos para impulsar proyectos en dichas empresas u ofrecer ayuda financiera cuando se encuentran en dificultades, hasta la estatización (o reestatización, como muestra el caso de YPF SA) de empresas privadas.

3.2.2. Misiones que se atribuyen a la política pública

El imaginario desarrollista supone la necesidad de un Estado con visión estratégica. La electricidad no se considera como *commodity*, sino que se inscribe en lo que se define como un *proyecto de país* asociado a esa visión. Este *proyecto de país* se desglosa en planes (Plan Nuclear Argentino, Plan de Terminación de Yacretá, o el aun más general Plan Energético Nacional 2004-2008) cuyos objetivos, definidos como estratégicos, están doblemente orientados en línea con el propósito de soberanía. Por un lado, están dirigidos a alcanzar el autoabastecimiento energético a través de la promoción de proyectos técnico-industriales de envergadura (reactores nucleares, represas hidroeléctricas, etc.). Por otro lado, se orientan a buscar autonomía tecnológica e independencia nacional en materia energética. En esa búsqueda, el apoyo a la investigación y el desarrollo (colaboraciones con laboratorios públicos, financiamientos de proyectos de innovación tecnológica, etc.) son centrales tanto para el desarrollo del sector energético como para promover que la industria local intervenga en el sector.

En este sentido, el incremento de la participación de componentes nacionales en las infraestructuras energéticas constituye uno de los principales criterios de evaluación comparativa de tecnologías. Consecuentemente, las tecnologías privilegiadas son aquellas que habilitan mayor participación de las industrias locales y que incluso pueden retroalimentarse al participar de esos emprendimientos generando mayores capacidades técnicas y productivas, el desarrollo de nuevas competencias industriales y el crecimiento del empleo.

3.2.3. Identificación y gestión de los riesgos

Los riesgos que se despliegan desde el imaginario desarrollista están principalmente ligados a dos cuestiones: cómo impedir la pérdida de las capacidades industriales históricamente acumuladas en el sector energético (o en algunas de sus tecnologías asociadas) y cómo evitar la dependencia de tecnologías importadas. Tecnologías

sobre las que no hay competencias locales para construir, manejar o fabricar determinados insumos (combustibles, por ejemplo, como muestra el caso nuclear), y donde se proyectan condiciones de negociación desiguales, sea con las empresas multinacionales a cargo, sea con las potencias extranjeras ligadas a ellas. Considerando estos riesgos, se priorizan el control directo (estatización) o indirecto (capitales nacionales) sobre los medios de producción, como evidencian las discusiones en torno a los hidrocarburos, así como la generación de competencias tecnocientíficas e industriales en el país, como muestra el caso de la tecnología nuclear.

3.3. El imaginario de la justicia socioambiental

El imaginario de la justicia socioambiental se erige sobre un enfoque político global orientado a *hacer equitativas, democráticas, sanas y duraderas* (OPSUR, 2008) la producción y el consumo de energía. Sostiene la necesidad de alcanzar una *transición energética* que no solo se asiente en una diversificación de la matriz energética, sino que impulse iniciativas respetuosas con el medioambiente que beneficien a las poblaciones directamente afectadas por los emprendimientos energéticos. Los argumentos que configuran este imaginario, arraigados en una crítica a la matriz productiva y a las lógicas de vida capitalistas, no son de peso en las discusiones ni la toma de decisión en materia eléctrica en el ámbito estatal o el sector energético. Sin embargo, nutren los cuestionamientos sobre sus modalidades de producción, circulación y uso.

3.3.1. Principales actores involucrados

En el marco del imaginario de la justicia socioambiental, se asume como necesaria la participación activa de colectivos definidos como locales (incluidos grupos minoritarios como los llamados pueblos originarios) en la toma de decisión en materia de fuentes y tecnologías para la producción energética y en la gestión de los emprendimientos. Si bien no se descarta, por principio, que el Estado (en cualquiera de sus subdivisiones administrativas) y el sector privado participen en los distintos procesos vinculados a la energía, no ocupan los mismos roles hegemónicos que asumen en los imaginarios mercantil y desarrollista. Desde esta perspectiva, las preguntas sobre quiénes y para qué producir, gestionar y consumir energía deben movilizar a la sociedad civil en general y favorecer la emergencia de caminos alternativos de desarrollo con criterios de igualdad y justicia. Se enfatiza tanto la participación ciudadana en las decisiones, en el marco de las cuales lo técnico es un insumo para el proceso de cambio, así como una gestión pública de la energía que dispute el control del sector por parte de las empresas privadas. Una gestión pública que puede ser estatal, en sus distintas escalas, pero que también incluya otras lógicas organizativas (cooperativas, coparticipación de trabajadores y usuarios en la gestión, etc.) evitando la concentración de la producción y distribución de la energía en pocos actores.

3.3.2. Misiones que se atribuyen a la política pública

En este imaginario de la justicia socioambiental, como en el desarrollista, la *soberanía energética* es clave para pensar la política pública en materia energética. Ahora bien, con un arraigo territorial variable (con énfasis en las poblaciones locales que son aquellas que se encuentran más directamente afectadas por los emprendimientos), el uso del concepto difiere. Mientras el imaginario desarrollista argumentaba en

base a una *soberanía energética* que garantizara independencia y abastecimiento energético a nivel nacional, la soberanía del imaginario socioambiental se proyecta en la participación de las poblaciones locales en la toma de decisión. Esa segunda soberanía (calificada como *popular*)²⁸ supone el derecho a decidir, a esa escala, con qué fuentes y con qué tecnologías se produce y distribuye energía, y cómo se reparten sus beneficios. Supone, también, acuerdos sobre cómo y con qué fines se utiliza. Esta concepción fundamenta, así, una serie de críticas que recibió el programa RenovAR, ya que, pese a su propuesta de diversificar la matriz y su justificación en el cuidado medioambiental, las poblaciones locales continuaban sin tener injerencia en ninguna de las etapas ni actividades ligadas a decisiones o procesos de producción de energía eléctrica.

Desde esta óptica, las políticas públicas en materia energética deben promover, por un lado, herramientas de participación ciudadana para la planificación y toma de decisión (gestión comunitaria, debates públicos, estudios de impacto, etc.). Por otro lado, se proyecta como responsabilidad de dichas políticas generar instrumentos que impulsen formas alternativas de producir y gestionar la producción de energía sobre la base de la iniciativa, la participación y el beneficio de las poblaciones definidas como locales. Instrumentos que, se argumenta, contribuirán a operar una *transición energética* que permita preservar la salud humana y medioambiental, erradicar la pobreza energética, reducir las emisiones de gases con efecto invernadero y atenuar los conflictos sociales que se producen, por ejemplo, en torno a la propiedad y el uso de la tierra como los que anticipaban las lecturas críticas en torno al desarrollo de Vaca Muerta. Esta transición no se reduce a una diversificación de fuentes (Aykut y Evrard, 2017) o tecnologías, sino que se orienta a transformar, desmercantilizar, democratizar y hacer sustentables las relaciones sociales que operan el sistema energético asociando su producción a las necesidades humanas (Bertinat, 2018).

242

3.3.3. Identificación y gestión de los riesgos

El imaginario de la justicia socioambiental se sustenta sobre una fuerte crítica a los procesos productivos enmarcados en el llamado *extractivismo* —o *neoextractivismo* (Svampa, 2013)— que suponen que el desarrollo actual del sector energético va en detrimento del bien común. Este desarrollo redundaría en beneficios para las empresas del sector y en riesgos de deterioro de las condiciones de vida para las poblaciones que conviven con los emprendimientos.

Desde esta perspectiva, los riesgos se formulan en términos de desestabilización de los modelos económicos, productivos y de vida locales, de contaminaciones que afecten la salud y el medioambiente, de conflictos potenciales entre colectivos sociales e intereses económicos y políticos, del avance sobre el territorio rural y urbano de los emprendimientos energéticos (como se ejemplifica con el caso de la expansión de Vaca Muerta), de la falta de garantía por parte del Estado sobre los derechos de las poblaciones frente a los intereses privados (acceso a las tierras y a otros recursos, violencia o represión policial) y de las potenciales externalidades

28. Esta soberanía se define como “servicio público llevado adelante por la comunidad en sus múltiples representaciones” (OPSUR, 2019).

negativas del uso de tecnologías consideradas experimentales o potencialmente peligrosas, como la fractura hidráulica o las centrales nucleares. En este marco, la explotación de la naturaleza se considera aceptable únicamente si se hace a iniciativa y con la participación y beneficio de las poblaciones locales.

A modo de síntesis, el **Cuadro 1** presenta las principales características de los tres imaginarios identificados.

Cuadro 1. Principales características de los imaginarios identificados

	Imaginario mercantil	Imaginario desarrollista	Imaginario de la justicia socioambiental
Actores involucrados	Empresas, inversores, consumidores, usuarios generadores. El rol del Estado se limita a generar instrumentos para regular los mercados y estimular la participación del sector privado.	Gobierno y empresas estatales y nacionales. Refuerzo de la administración pública para pilotear y monitorear el sector.	Poblaciones y gobiernos locales. Participación de grupos minoritarios (como los pueblos originarios), colectivos sociales y ONG en la toma de decisiones.
Misiones que se atribuyen a la política pública	Explotar los recursos naturales y las oportunidades de la llamada economía verde. Atraer grandes inversores extranjeros. Asegurar la gobernanza de los llamados a licitación.	Definir necesidades nacionales. Apoyar a la industria local. Sostener a la I+D y a la innovación tecnológica.	Regular los riesgos potenciales ligadas a las técnicas de producción. Preservar los intereses de las poblaciones locales, así como la salud humana y medioambiental.
Identificación y gestión de los riesgos	Inestabilidad económica y jurídica para los inversores y los productores. Conflictos de interés entre los sectores económicos y políticos.	Dependencia respecto de multinacionales y potencias extranjeras. Pérdida de las capacidades industriales históricamente acumuladas.	Desestabilización de los modelos económicos locales. Riesgo para la salud de las poblaciones locales y el medioambiente. Conflictos entre sociedad civil y poderes políticos y económicos. No respeto a los derechos de las poblaciones locales.

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Comparando los argumentos expertos en materia energética, pudimos diferenciar tres imaginarios sociotécnicos que modelaron, orientaron y pusieron en cuestión las decisiones sobre fuentes y tecnologías destinadas a la producción de electricidad en Argentina. El concepto de imaginario sociotécnico permitió abordar y comparar los diferentes modelos energéticos deseables con base a tres criterios: los principales actores involucrados, las misiones que dichos actores atribuyen a la política pública y la identificación y gestión de los riesgos. A modo de conclusión, discutiremos dos resultados que emergen de la comparación y condensan las principales diferencias y tensiones que atraviesan los tres imaginarios: la escala territorial que, en cada imaginario, se considera pertinente para definir el interés común y los parámetros de evaluación comparativa de las tecnologías que, en cada caso, se ponen en juego.

Jasanoff y Kim (2009) trabajan el interés común en la escala nacional, ya que los imaginarios que estudian son una expresión de lo que los expertos consideran como de “interés nacional”. En nuestro estudio, la escala territorial que resulta pertinente para definir el interés común varía de un imaginario al otro. En el imaginario mercantil, el interés común apunta a definir y regular las condiciones de mercado que permiten el incremento de la competitividad económica y del atractivo del país para los inversores (internacionales, en particular). En este marco, se considera la energía como un *commodity* cuyo precio se fija en el mercado internacional.²⁹ En el imaginario desarrollista, el interés común reside en el fomento de capacidades técnicas y humanas formadas en el país que permiten el desarrollo del sector energético considerado como estratégico. Ahora bien, mientras los imaginarios mercantil y desarrollista consideran la escala nacional como referencia territorial imprescindible para armar la política energética (aunque con un rol diferente del Estado), el imaginario de la justicia socioambiental define su escala en función de las poblaciones afectadas por cada emprendimiento (o conjunto de emprendimientos). En esa dirección, y contrariamente a los casos estudiados por Jasanoff y Kim (2009), la escala, de condición variable, puede delimitarse en torno a una localidad precisa, una provincia, o correr sus límites a lo nacional si coinciden con los de una posible afectación. En ese marco, las poblaciones afectadas deben definir lo local, tomar la iniciativa y beneficiarse de la explotación de la naturaleza o hacer efectivo su derecho a rechazar tecnologías potencialmente perjudiciales.

Por su parte, los parámetros de evaluación comparativa de las tecnologías son otro resultado que condensa tensiones entre los imaginarios reconstruidos y que diferencia nuestro análisis del de Jasanoff y Kim, centrado en una única tecnología (la nuclear). Estos parámetros evidencian cuáles son las tecnologías más pertinentes en función del modelo energético colectivamente imaginado por y para una sociedad —esto es, en función del imaginario sociotécnico considerado. En el imaginario mercantil se privilegian las licitaciones como dispositivos de evaluación comparativa entre

29. Para una discusión sobre los proyectos políticos inscriptos en la manera de denominar los recursos naturales (*commodity*, recursos críticos, bienes comunes, recursos estratégicos, etc.), véase Fornillo (2014).

tecnologías energéticas. La evaluación se basa en criterios de costos, eficacia técnica y capacidad de financiamientos de los proyectos. En el imaginario desarrollista, la evaluación comparativa de cada tecnología se hace según su grado de adecuación con necesidades sociales y el lugar que ocupan la producción nacional y los componentes de origen nacional en la construcción de las nuevas infraestructuras energéticas. Finalmente, en el imaginario de la justicia socioambiental, se prioriza un proceso de evaluación que implica la participación de todos los actores involucrados en la definición, construcción y marcha del proyecto energético —y, en particular, las poblaciones que conviven con los emprendimientos y sus impactos sociales, ambientales y económicos.

Finalmente, el análisis muestra que los imaginarios sociotécnicos identificados están fuertemente modelados por consideraciones tecnopolíticas que no se fundamentan solo por criterios de la escala global —como podrían sugerir, en particular, los discursos sobre el cambio climático.³⁰ Se trata, entre otras, de consideraciones que hacen a la participación activa de actores e intereses locales (sea de las poblaciones afectadas, sea del país) en las decisiones o disputas en torno a las opciones tecnológicas. Se trata, asimismo, de la consideración de las capacidades técnicas e industriales nacionales en su elección y puesta en marcha.

Bibliografía

Agarwal, A. y Narain, S. (1991). *Global Warming in an Unequal World: A Case of Environmental Colonialism*. Recuperado de: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/GlobalWarming%20Book.pdf>.

Aykut, S. y Dahan, A. (2015). *Gouverner le climat? Vingt ans de négociations internationales*. París: Les Presses de Sciences Po.

Aykut, S. y Evrard, A. (2017). *Une transition pour que rien ne change? Changement institutionnel et dépendance au sentier dans les "transitions énergétiques" en Allemagne et en France*. *Revue Internationale de Politique Comparée*, 24, 17-49.

30. Eso no significa que las consideraciones globales estén ausentes de estos imaginarios. Ahora bien, éstas encuentran distintas traducciones locales en cada uno de ellos. En esa dirección, en el imaginario mercantil, la necesidad de reducir los gases de efecto invernadero opera como argumento para justificar la creación de oportunidades económicas para empresas privadas. En el imaginario de la justicia socioambiental dicha reducción lleva a diferenciar los usos necesarios de los superfluos de la energía, lo que solamente puede definirse en función de los requerimientos y necesidades locales (Yun, Byrne, Baker, Bond, Kaufmann, Luhmann, Lund, Martínez-Alier y Yang, 2018). En el imaginario desarrollista, por su parte, la exigencia de reducir las emisiones se asocia al nivel y la trayectoria de desarrollo de cada país, sobre la base de los cuales se establece una "deuda climática" propia y abre la discusión sobre los esfuerzos que debe asumir cada país para alcanzar ese objetivo (Agarwal y Narain, 1991). Desde esta óptica, la reducción del gas con efecto invernadero se juzga menos prioritaria porque se la considera como una responsabilidad de los países que se industrializaron con anterioridad.

Azpiazu, D. y Basualdo, E. (2004). *Las privatizaciones en la Argentina. Génesis, desarrollo y principales impactos estructurales*. Buenos Aires: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/argentina/flacso/azpiazu.pdf>.

Balazote, A. y Radovich, J. C. (2003). *Grandes represas hidroeléctricas: efectos sociales sobre poblaciones Mapuches en la Región del Comahue, Argentina*. En S. Coelho dos Santos y A. Nacke (Coords.), *Hidroeléctricas e povos indígenas*. Florianópolis: Ed. Letras Contemporáneas.

Bandieri, S. y Blanco, G. (2007). *Hidroenergía y desarrollo regional en la norpatagonia argentina*. Recuperado de: http://www.audhe.org.uy/Jornadas_Internacionales_Hist_Econ/CLADHE1/trabajos/Bandieri_Susana_463.pdf.

Barrera, M. (2011). *La diversificación de la matriz energética, un debate pendiente*. *Voces en el Fénix*, 2(10), 17-21.

Bertinat, P. (2018). *Transición energética. ¿Hacia dónde?* En F. Gutierrez Rios (Coord.), *Soberanía energética. Propuestas y debates desde el campo popular* (269-284). Buenos Aires: Ediciones del Jinete Insomne.

Bertinat, P. (2013). *Un nuevo modelo energético para la construcción del buen vivir*. En M. Lang, C. Lopez, y S. Alejandra (Coords.), *Alternativas al capitalismo/colonialismo del Siglo XXI* (161-188). Quito: Abya Yala.

246

Bueno, M. P. y Alonso, J. F. (2014). *La nacionalización de YPF y las condiciones para una política energética autonómica en la Argentina*. *Anuario en Relaciones Internacionales*, 21, 1-13.

Carrizo, S. y Forget, M. (2011). *Aprovisionamiento eléctrico de Buenos Aires y desigualdades regionales entre la metrópolis y el Noreste argentino*. *Sustentabilidade em Debate*, 2(1), 33-50.

Carrizo, G. (2016). *De la invisibilización a la exaltación. Mosconi, YPF y el petróleo en el discurso Kirchnerista*. *Revista THEOMAI*, 33, 69-82.

Catullo, M. R. (2014). *Grandes proyectos, integración y memoria: los precursores de Salto Grande*. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/44700/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Cavalli, A. (2014). *Implicancias culturales y políticas de las Controversias Tecnológicas. Una lectura del Plan de Terminación de la represa hidroeléctrica Yacyretá desde la perspectiva del Constructivismo Social de la Tecnología*. En S. Barbosa (Coord.), *Trasmutaciones y usos de lo político en la sociedad de hoy*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata y Universidad del Salvador.

CEPA (2019). *La Comisión Nacional de Energía Atómica y el sector nuclear en Argentina: impacto de las políticas del Gobierno entre 2016 y 2018*. Recuperado de:

<https://www.centrocepa.com.ar/informes/215-la-comision-nacional-de-energia-atmica-y-el-sector-nuclear-en-argentina-impacto-de-las-politicas-del-gobierno-entre-2016-y-2018.html>.

Ceppi, N. (2018). Política energética argentina: un balance del periodo 2003-2015. Problemas del desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía, 49(192), 37-60.

Claisse, F. y Delvenne, P. (2015). Building on anticipation: Dystopia as empowerment. Current sociology monograph, 63(2), 155-169.

Collins, H. y Evans, R. (2002). The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. Social Studies of Science, 32(2), 235-296.

De Vido, J. (2006). Reactivación de la actividad nuclear en la República Argentina. Boletín energético, 17, 3-8.

Eaton, W., Gasteyer, S. P. y Busch, L. (2014). Bioenergy Futures: Framing Sociotechnical Imaginaries in Local Places. Rural Sociology, 79(2), 227-256.

Fornillo, B. (2014). ¿Commodities, bienes comunes o recursos estratégicos? La importancia de un nombre. Nueva Sociedad, 252, 101-117.

Fouquet, D. (2013). Policy Instruments for Renewable Energy from a European Perspective. Renewable Energy, 49, 15-18.

247

Garrido, S., Lalouf, A. y Moreira, A. J. (2014). Tecnologías para la Inclusión Social y dinámicas desarrollo sustentable. Análisis sociotécnico de experiencias de desarrollo local basadas en el aprovechamiento de energías renovables. Astrolabio Nueva Época, 12, 73-105.

Garrido, S., Lalouf, A. y Moreira, A. J. (2013). Implementación de energías renovables como estrategia para modificar la matriz energética en Argentina. De las políticas puntuales a las soluciones sistémicas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 17, 12.35-12.41.

Goulet, F. (2020). Family farming and the emergence of an alternative sociotechnical imaginary in Argentina. Science, Technology and Society, 25(1), 86-105.

Gutierrez Rios, F. (2018). Soberanía energética. Propuestas y debates desde el campo popular. Buenos Aires: Ediciones del Jinete Insomne.

Hurtado, D. (2005). Autonomy, Even Regional Hegemony: Argentina and the “Hard Way” Toward Its First Research Reactor (1945–1958). Science in Context, 18(2), 285-308.

Hurtado, D. (2013). Estudio preliminar. En Harriague, S. y Quilici, D. (editores), Estado, política y gestión de la tecnología. Obras escogidas (1962-1983). Jorge Sábato (13-28). Buenos Aires: UNSAM Edita.

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

Jasanoff, S. (1995). *Science at the Bar: Law, Science, and Technology in America*. Cambridge: Harvard University Press.

Jasanoff, S. y Kim, S.-H. (2009). *Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea*. *Minerva*, 47, 119-46.

Jasanoff, S. y Kim, S.-H. (2013). *Sociotechnical Imaginaries and National Energy Policies*. *Science as Culture*, 22(2), 189-196.

Kofman, M. y Lopez Crespo, F. (2018). *La exportación y el desplazo de YPF: pilares del desarrollo de los hidrocarburos no convencionales en argentina*. Recuperado de: <http://www.opsur.org.ar/ejesorg/exportacionDesplazoYPF2.pdf>.

Levidow, L. y Papaioannou, T. (2013). *State imaginaries of the public good: shaping UK innovation priorities for bioenergy*. *Environmental Science & Policy*, 30, 36-49.

Mansilla, D. (2007). *Hidrocarburos y política energética. De la importancia estratégica al valor económico: desregulación y privatización de los hidrocarburos en Argentina*. Buenos Aires: Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.

248 Mansilla, D. y Perrone, G. (2010). *Energía en Argentina. Evolución reciente, actualidad y perspectivas*. Buenos Aires: Centro de Estudios Económicos y Monitoreo de las Políticas Públicas (CEMoP) – Fundación Madres de Plaza de Mayo.

Maqueda, E. y Scheuer, W. (2014). *Una batalla por la autonomía tecnológica: Uranio Natural o enriquecido (Más de cuatro décadas después)*. *Actas del IX Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur y de las XXV Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia desarrolladas del 15 al 9 Setiembre de 2014 en Los Cocos*.

Martin, J.-M. (1969). *El papel posible de la industria nuclear en la consolidación de la industria argentina*. *Desarrollo Económico*, 9(34), 235-257.

OPSUR (2008). *Quiénes somos*. Recuperado de <http://www.opsur.org.ar/blog/quienes-somos/>.

OPSUR (2019). *La soberanía energética es un servicio público*. Recuperado de <http://www.opsur.org.ar/blog/2019/08/27/la-soberania-energetica-es-el-servicio-publico-impulsado-por-la-comunidad/>.

Perez Roig, D. (2018). *Una mirada acerca de la apropiación de recursos energéticos en el capitalismo*. En F. Gutierrez Rios (Coord.), *Soberanía energética. Propuestas y debates desde el campo popular (55-87)*. Buenos Aires: Ediciones del Jinete Insomne.

Quilici, D. (2008). Desarrollo de proveedores para la industria nuclear argentina. Visión desde las Centrales Nucleares. *H-industri@ Revista de historia de la industria argentina y latinoamericana*, 2(2), 1-24.

Quilici, D. y Spivak L'Hoste, A. (2018). Del “aprender haciendo” al cierre del ciclo con efecto demostración: la crónica del reprocesamiento de combustible nuclear en Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 39(13), 33-57.

Recalde, M., Bouille, D. y Girardin, L. (2015). Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. *Revista Problemas del Desarrollo*, 183(46), 81-115.

Recalde, M. (2017). La inversión en energías renovables en argentina. *Revista de Economía Institucional*, 19(36), 231-254.

Rey, F. C. (2007). Reactivación del Plan Nuclear Argentino. *Petrotecnia*, abril, 12-24.

Roselli, O. (2009). La privatización de Hidronor. Recuperado de: <http://cdsa.aacademica.org/000-008/1235.pdf>.

Sabato, J. (1973). Energía atómica en Argentina. Una historia de caso. *World development*, 1(8), 23-38.

Sabato, J. (1974). *Atomic Energy in Argentina: A Case History*. San Carlos de Bariloche: Fundación Bariloche.

Sabato, J., Wortman, O. y Gargiulo, G. (1978). *Energía atómica e industria nacional*. Washington: OEA.

Sabbatella, M. (2012). La política petrolera de la posconvertibilidad: de la herencia neoliberal a la expropiación de YPF Argumentos. *Revista de Crítica Social*, 14, 149-180.

Scandizzo, H. (2014). YPF, Nuevos desiertos y resistencias. De la privatización a los no convencionales. Recuperado de: <http://www.opsur.org.ar/blog/2014/04/14/ypf-nuevos-desiertos-y-resistencias>.

Smith, J. y Tidwell, A. (2016). The everyday lives of energy transitions: Contested sociotechnical imaginaries in the American West. *Social Studies of Science*, 46(3), 327-350.

Svampa, M. (2013). “Consenso de los commodities” y lenguajes de valoración en América Latina. *Nueva sociedad*, 244, 30-46.

Taller Ecologista (2019). *Pensando la desmercantilización de la energía*. Recuperado de: <https://tallerecologista.org.ar/wp-content/uploads/2019/02/Desmercantiliz-compressed.pdf>.

Tidwell, A. y Smith, J. (2015). *Morals, Materials, and Technoscience: The Energy Security Imaginary in the United States*. *Science, Technology & Human Values*, 40(5), 687-711.

Wainer, A. (2011). *Inserción argentina en el comercio mundial: de la restricción externa al desarrollo económico*. *Realidad Económica*, 264, 60-88.

Yun, S.-J., Byrne, J., Baker, L., Bond, P., Kaufmann, G., Luhmann, H.-J., Lund, P. D., Martinez-Alier, J. y Yang, F. (2018). *Energy and climate change*. En L. Sharachchandra et al. (Coords.), *Rethinking Environmentalism: Linking Justice, Sustainability, and Diversity* (205-223). Cambridge: MIT Press.

Cómo citar este artículo

Hubert, M. y Spivak L'Hoste, A. (2021). *Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina*. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(47), 223-250.

El par ciencia-tecnología en el devenir hipermoderno de la estetización de la vida *

Ciência, tecnologia e estetização da vida

Science, Technology and the Aestheticization of Life

Claudia Janneth Jaramillo Sánchez **

Este artículo visibiliza algunas de las relaciones del par ciencia-tecnología a la luz de un presente hipermoderno caracterizado por transiciones sobre lo que venimos siendo y cómo lo venimos siendo, entre las que se encuentra una comprensión de mundo convergente e integradora donde el imperativo se convierte en deseo a propósito de enunciados que actúan sobre la mente y el cuerpo de los sujetos, tales como la optimización del rendimiento, la mejora personal y el aprendizaje permanente. A través de prácticas como el *sci-art*, este enlace estimula las experiencias significativas del público y la interdisciplinariedad en clave de la divulgación, el capital creativo y la innovación como nodos centrales de la productividad. Las nociones metodológicas de gobierno y “noo-política” permiten problematizar no solo los modos de funcionamiento del par ciencia-tecnología, sino además el giro que están tomando lo vivo y la vida en perspectiva de una estetización que no atañe exclusivamente a la belleza, sino también a una individualidad que no cesa de rendir y producir en clave de experiencias creativas e innovadoras, decisiones responsables, autónomas y consensuadas sobre un futuro fraguado en la promesa de más y mejor vida.

251

Palabras clave: ciencia; tecnología; aprendizaje; hipermodernidad; estetización

* Recebimento do artigo: 26/03/2020. Entrega da avaliação final: 06/07/2020.

** Magíster en educación y licenciada en biología, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Correo electrónico: claxa414@gmail.com. El presente artículo se fundamenta en la investigación desarrollada en el marco de la tesis titulada: *Lo vivo y la vida en clave de las relaciones arte-biología: perspectivas actuales que permiten repensar su enseñanza*.

Este artigo tem como objetivo tornar mais visíveis algumas das relações do par ciência-tecnologia, à luz de um presente hipermoderno caracterizado por mudanças e transições sobre o que temos sido e como temos sido, incluindo uma compreensão de mundo convergente e inclusivo onde o imperativo se torna desejo, em relação a enunciados que atuam na mente e no corpo dos sujeitos, como otimização de desempenho, aprimoramento pessoal e aprendizagem ao longo da vida, ligação que, por meio de práticas como a *sci-art*, estimula as experiências significativas do público e a interdisciplinaridade, em termos de divulgação, capital criativo e inovação como polos centrais de produtividade. As noções metodológicas de governo e “noopolítica” permitem problematizar não apenas os modos de operação do par ciência-tecnologia, mas também as voltas que estão dando o viver e a vida na perspectiva de uma estetização que não se refere exclusivamente à beleza, mas, ainda mais, a uma individualidade que não cessa de render e produzir em termos de experiências criativas e inovadoras, decisões responsáveis, autônomas e consensuais sobre um futuro forjado na promessa de mais e melhor vida.

Palavras-chave: ciência; tecnologia; aprendizagem; hipermodernidade; estetização

This paper aims at showing some of the relationships between science and technology in light of a hypermodern present characterized by changes and transitions regarding what we have been and how we have been being. Among these, we find a convergent and integrative understanding of the world where the imperative becomes desire and concerns statements that act on the mind and body of the subjects, such as performance optimization, personal improvement and lifelong learning. Through means like SciArt, this link stimulates meaningful experiences and interdisciplinarity, placing the communication of knowledge, creative capital and innovation as central nodes of productivity. The methodological concepts regarding government and noopolitics allow us to problematize not only the modes of operation of science and technology, but also the turn that living and life are taking in the perspective of an aesthetization that does not exclusively concern beauty, but rather an individuality that does not cease to produce creative and innovative experiences and responsible, autonomous and consensual decisions about a future forged in the promise of a longer and better life.

252

Keywords: science; technology; learning; hypermodernity; aestheticization

Introducción

La referencia al presente pareciera situarse en términos como “lo contemporáneo”, “la posmodernidad” o “la actualidad” como si fuesen sinónimos, pero es necesario precisar que tal señalamiento no se diluye en la inmediatez del tiempo por días o incluso años; tiene que ver más bien con una actitud ante el devenir de la vida. Agamben (2006) nos remite a la oscuridad de la contemporaneidad, percibirla no acaece a una actitud pasiva, sino a una habilidad particular relacionada con neutralizar las luces que provienen de la época para vislumbrar sus tinieblas. En pocas palabras, contemporáneo es aquel que no se deja cegar por las luces del siglo: “Y por eso, ser contemporáneos es, ante todo, una cuestión de valor: pues significa ser capaces no solo de tener la mirada fija en la oscuridad de la época, sino incluso percibir en esa oscuridad una luz que, dirigida hacia nosotros, se aleja infinitamente” (Agamben, 2006, p.3).

No dejarse cegar por las luces incandescentes que se emplazan en la contemporaneidad insta a tomar distancia de los universales sobre los que se cimienta, de sus dinámicas intensas y de sus anheladas promesas, lo que implica, además de una habilidad y una actitud, una apropiación sobre el tiempo y el espacio. Tales consideraciones, sugieren preguntar: ¿cómo se constituye el régimen del tiempo que gobierna nuestra época? Según Lipovetsky y Serroy (2009), el asunto de una nueva condición de la modernidad se posiciona con éxito a partir de los años 80 con el posmodernismo, con lo cual se diagnosticó el fin de la modernidad; sin embargo, lejos de superarla, nos conduce a lo que sería una segunda modernidad en clave de una triple metamorfosis: el individualismo, la dinámica del mercado y la tecnociencia. La posmodernidad es pues, una etapa de transición, un breve momento que ya no es el nuestro.

253

Este nuevo emplazamiento desreglamentado y globalizado es denominado por Lipovetsky (2006) como “hipermodernidad”, con la que se moderniza, se amplía la modernidad misma y se racionaliza la racionalización, poniéndose fin a la rigidez institucional, dando apertura al descentramiento, la privatización y la estimulación de la competencia. De ahí que una individualización vertiginosa donde se le rinde culto a la yoidad y la felicidad se traduce en la comercialización casi general de los modos de vida, en un liberalismo universal que funciona como una manija: por un lado, se incita el consumo, el ocio y el bienestar; por el otro, la vida se vuelve más estresante y ansiosa. La hipermodernidad propaga una onda donde se concentra simultáneamente el orden y el desorden, la independencia y la dependencia, la moderación y el exceso. “El hipercapitalismo aparece acompañado de un hiperindividualismo acentuado, legislador de sí mismo, unas veces prudente y calculador, otras desordenado, desequilibrado y caótico” (Lipovetsky, 2006, p. 58).

Ahora bien, ¿cómo relacionar hipermodernidad y presente? Siguiendo a Lipovetsky (2006), el presente adquiere una importancia creciente por efecto del desarrollo de los mercados, de las tecnologías de la información, de las costumbres individualistas y del tiempo libre. Esto, en su conjunto, se cierne sobre la satisfacción inmediata de las necesidades: “La consagración del presente ha venido con la revolución de la vida cotidiana, con las profundas alteraciones, impulsadas por el último medio siglo,

de las aspiraciones y de las formas de vida.” (Lipovetsky, 2006, p. 63). La puesta en situación con la hipermodernidad que se gesta permite asumirla como una categoría de época donde lo vivo y la vida responden a las lógicas mercantiles visibilizadas a través de la comercialización de material orgánico valioso como los genes, al igual que productos capaces de maximizar las capacidades y cualidades humanas con el culto que se ciernen sobre el cuerpo y la mente, gracias a los desarrollos tecnocientíficos que amplían el rango de acción que se ejerce sobre su intervención.

A propósito de la revolución cotidiana que señala Lipovetsky, los modos de existencia se ponen en juego en este presente hipermoderno en el que los sujetos se constituyen a un ritmo veloz, intenso e intensivo, con base en perfiles idealizados, en características deseadas que los hacen más competentes y competitivos que otros, individualizados por el influjo constante del bienestar y las ópticas del vivir bien, más y mejor. Entonces, las condiciones que se hacen visible en el presente proporcionan algunas pistas para adentrarnos en las tinieblas de la contemporaneidad sin dejarnos persuadir por los deslumbrantes retos y desafíos que se plantean permanentemente: “La modernidad de la que salimos es negadora, la supermodernidad es integradora. Ya no hay destrucción del pasado, sino su reintegración, su replanteamiento en el marco de las lógicas modernas del mercado, el consumo y la individualidad” (Lipovetsky, 2006, p. 60).

254

En el marco de estas lógicas, una de las piezas clave es el par ciencia-tecnología relacionado con una configuración de mundo hipermoderno sumamente veloz en el que los espacios y tiempos convergen por más distancia que exista. Las relaciones entre los sujetos, sus formas de vida, trabajos e intimidad también han cambiado al ritmo veloz del acontecer, la preocupación primordial de ser alguien en la vida ha trascendido a la de convertirse en empresario de sí mismo, en palabras de Foucault (2007), de ahí que la necesidad de invertir en uno mismo se agencia por el deseo de maximizar y optimizar el rendimiento y las capacidades vitales. Como aducen Lipovetsky y Serroy (2015, p. 15), se trata de la necesidad de estetizar la vida, signo que expresa la condición del auge de un “hiperindividualismo contemporáneo”, caracterizado no tanto por el sentido lato de la belleza como por el de consumir y participar de la novedad.

La hipermodernidad se configura como una manifestación contemporánea que invita a repensar lo que venimos siendo y, desde luego, los cambios que lo vivo y la vida experimentan, pues, como deja ver Lipovetsky (2006), no se desanclan tan fácilmente de la modernidad, sus prácticas no caducan, más bien se reactualizan en el presente, donde se mantiene vigente el humano como centro y eje del progreso en su más profunda acepción: regido entre el mejoramiento y el riesgo, la movilización que emana hacia estos dos polos acentúa las responsabilidades de los sujetos de cara al futuro, por lo que la vida y también lo vivo se convierten en un asunto susceptible de gobernarse.

1. Gobierno y noo-política como nociones metodológicas

La pregunta de cómo se está configurando el sujeto en la hipermodernidad se remonta al desarrollo vertiginoso del par ciencia-tecnología y las posibilidades que emanan de él para asegurar una vida estetizada. Si alguna vez se ha puesto en tela de juicio la continuidad de la especie humana es por su vulnerabilidad en todo sentido; sin embargo, la ciencia y la tecnología brindan apertura a portales aún desconocidos, pero con los que es factible reconocer que la vida humana es susceptible de transformarse permanentemente, y con esto también las dinámicas del mundo. De ahí que este escrito no pretende juzgar las prácticas que posicionan al par ciencia-tecnología en un campo selecto del saber, sino más bien visibilizar algunas prácticas a manera de problematización sobre lo que venimos siendo y cómo lo venimos siendo para comprender que nuestra historia es discontinua e imprecisa, con irrupciones que bordean el presente que nos convoca.

A nivel metodológico, se propone como lente de análisis la noción de “gobierno” tomada de la caja de herramientas de Michel Foucault, la cual no se constituye ni en una apología a Foucault, ni en un catecismo metodológico o epistemológico; se trata más bien, de hacer de él una aplicación edificante, una sugestión y un camino abierto a las posibilidades (Neto-Veiga, 1997). La noción de gobierno refiere a los procedimientos por los cuales se dirige la conducta de los hombres (Foucault, 2014); además, permite evidenciar el giro de las relaciones de poder irreductibles a la dominación, dado que el gobierno ejercido sobre la conducta no se impone como una mera obligación: “[...] los estados de dominación logran mantenerse esto no se debe a que el poder se haya vuelto ‘total’, sino que han sido creadas ciertas condiciones de aceptabilidad que son acogidas por un sector considerable de los dominados” (Castro, 2010, p. 40). Estas condiciones de aceptabilidad no solo se ejercen mediante ideas; también involucran los deseos de los sujetos.

255

Precisamente bajo la perspectiva del deseo, el par ciencia-tecnología pone el acento en la estetización de la vida, de ahí que la noción de gobierno hace visible algunos modos de conducir las conductas de los sujetos que se fraguan en condiciones de aceptación que desbordan la dominación; en efecto, no es pertinente imponer ni coartar, pues se acata la norma a voluntad propia; de hecho, el gobierno se expresa en el sentido lato de la libertad. En las siguientes líneas, se pone en funcionamiento la noción de gobierno de sí y de los otros, a propósito de la conducción de conductas a través del deseo como uno de los ejes primordiales de la hipermodernidad.

Ahora bien, teniendo en cuenta que las categorías centrales del texto son la ciencia y la tecnología, se propone aunar la noción de “noo-política” que, de acuerdo con Lazzarato (2006), se encarga de modular la memoria; es decir, la potencia de actualización de lo virtual, la preservación física del pasado en el presente y la atención, que refiere a un esfuerzo por precisar una sensación naciente, un deseo. Ambas se conciben como cualidades irreductibles de lo vivo, pero también del deseo; se trata de un conjunto de técnicas que se ejercen sobre el cerebro, regulando la acción a distancia a través de disciplinas como la informática, la telemática y las tecnologías emergentes. La noo-política es una noción pertinente para ahondar en las relaciones del par ciencia-tecnología, o más bien en sus modos de funcionamiento

desde su fuente primaria: los sujetos, a propósito de sus interacciones en un mundo veloz, cambiante y heterogéneo.

Tanto gobierno como noo-política son nociones metodológicas complementarias que permiten analizar y problematizar algunos tramos de la configuración del presente hipermoderno en clave del par ciencia-tecnología, para lo cual se realiza una recopilación de documentos que circulan tales como políticas a nivel nacional e internacional, blogs, portales web relacionados con la ciencia, la tecnología y el arte como categorías centrales. Estos textos se desarticulan a través de un proceso conocido como “tematización”, en el que se construye una matriz que toma forma de acuerdo con las categorías que se convierten en tendencia a manera de regularidades, luego de una lectura discontinua; es decir, en sentido horizontal, vertical y diagonal de la matriz, se perfila una ruta de escritura fundamentada en los enunciados clave y las citas textuales que los respaldan. De modo complementario, se consultan referentes teóricos que contrastan o avalan lo rastreado en los documentos, evidenciándose las relaciones entre el par ciencia-tecnología, el aprendizaje, el capital creativo y, en definitiva, la optimización de la vida como características fundamentales de la hipermodernidad; a partir de las citas, se teje la problematización en cuestión la cual dista de juicios de valor o interpretaciones.

256

Los hallazgos se componen de tres apartados en los cuales se desplazan las relaciones del par ciencia-tecnología de la mano de la maximización y optimización del rendimiento humano, uno de los propósitos que enfatiza su preponderancia en el presente hipermoderno. En el primero se detallan las condiciones que hacen posible que se configure un nuevo ideal de lo que significa estar vivo, pero también de lo que significa la vida hoy; en otras palabras, se señalan algunas características de la estetización de la vida. En el segundo se abordan las implicaciones del par ciencia-tecnología en la sociedad, la cual se diversifica en públicos a propósito del aprendizaje. Y en el tercero se menciona un caso específico del arte que moviliza los procesos referidos a la innovación, el desarrollo y la creatividad como piezas de enclave del par ciencia-tecnología.

2. Cuando la ciencia y la tecnología convergen, ¿cómo se rehacen lo vivo y la vida?

La ciencia y la tecnología constituyen hoy en día una pareja indisoluble, pero no por eso unísona, pues cada una se ha constituido históricamente de forma diferente. Sobre la ciencia recae una idea de verdad establecida como universal; es decir, la ciencia valida ciertas prácticas y procedimientos que inciden en los modos de ser y actuar, por lo cual se fragua un vínculo entre sujeto y verdad que hace posible su conducción. De acuerdo con Shultz (1985), la ciencia alude a una forma particular de capital exclusivamente de factura humana, sus aportes se consolidan en inversiones y la utilización de “recursos escasos” para obtener satisfacciones y rendimientos a futuro que mejoran el nivel de vida. Uno de esos recursos podría ser un capital humano idóneo para ejercer sus funciones, y otro la financiación; de ahí que se despliegue una serie de mecanismos de gobierno tan imprescindibles como la formación.

Sobre la tecnología se afirma en clave de las ideas de Shultz, que también comporta una forma especial de capital encargada de transformar la vida al facilitarla y hacerla cada vez más práctica reduciendo insumos, costos, tiempo o procedimientos, sin dejar de incrementar sus beneficios, centrados en la incorporación e integración de nuevos servicios y funcionalidades en tanto propicien el mejoramiento de las condiciones de vida, y por ende del bienestar al satisfacer necesidades de diversa índole, muchas de ellas conjugadas con el deseo de gozar de tan magnos y atractivos beneficios. El papel de las tecnologías es fundamental, porque nuestra vida está mediada por la tecnología durante las 24 horas del día, con el propósito de agilizar las dinámicas cotidianas.

Puntualmente, las TIC se han articulado a la cotidianidad de una forma envolvente que difuma los límites espaciotemporales, en tanto multiplica la posibilidad de habitar terrenos, formas, fuerzas y otros sujetos quizá desconocidos y distantes. Agüero y Carricaburu afirman: “La evolución de los sistemas informáticos y del hardware han revolucionado nuestras maneras de ver, sentir, comunicarnos [...] en fin, vivir” (2006, p. 1). Se trata quizá de unas modificaciones que la tecnología propicia en los modos en que los sujetos se relacionan consigo mismos, con los otros y lo otro, cambios en los modos de experimentar la vida estetizada y sentirnos vivos.

“La tecnología posibilita nuevas experiencias de subjetivación [...] Es eso justamente lo que buscan el marketing y la publicidad: hacernos sentir dueños de nosotros mismos con base en los gadgets —aparatos, espejos, cremas, autoayudas— con los que el mercado, nos moldea hasta la intimidad más interior” (Barbero, 2004, p. 44).

257

Por ello, aunar ciencia y tecnología se convierte en una fórmula infalible para ejercer un gobierno global y especialmente particular sobre lo vivo y la vida, pues en las prácticas de los sujetos salen a flote las verdades con las cuales nos venimos constituyendo, no para establecer juicios de valor sobre estas, sino para comprender que en la libertad se acentúan diversos modos de conducción derivados de elecciones consentidas que se configuran en verdades sobre sí mismos: “El conocimiento científico y tecnológico es hoy una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y se ha convertido en un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social” (OEI, 2012, p. 11). Actualmente este impulso toma forma al acrecentar las posibilidades que se desprenden de la ciencia y la tecnología para mejorar nuestra condición humana.

Además de lo vivo, cualidades humanas como la inteligencia, las actitudes, las conductas y las habilidades son susceptibles de realizarse a través de la educación, el entrenamiento, la capacitación; en pocas palabras, del aprendizaje asumido como “cualquier mejoramiento del comportamiento, la información, los conocimientos, la comprensión, las actitudes, los valores o las capacidades” (CONICYT, 2008, p. 16), que desde luego ya no remite exclusivamente a la escuela, pero sí a los ideales de la educación. Por ejemplo, en el Plan Decenal de Educación se reconoce que uno de los desafíos clave de Colombia tiene que ver con la apropiación de una capacidad

creadora a través “de lo más avanzado de la ciencia, la tecnología y el conocimiento en el ámbito mundial” (MEN, 1996, p. 5), en pro de un desarrollo sostenible que invite a desarrollar actitudes de aprendizaje vinculadas con la ciencia y la tecnología.

El siglo XXI se ha caracterizado por sufrir cambios que, si bien no se han dado súbitamente, se han ido acrecentando con gran rapidez; en efecto, nos embarga la sensación de que los modos de vida protagonizan cambios vertiginosos y cada vez más íntimos, muchos de estos derivados de los avances en ciencia y tecnología, y hoy se ciernen en la plataforma predilecta para impulsar la formación de capital humano capaz de encarar retos de manera crítica, creativa y eficaz que se hallan subsumidos en la incertidumbre. Si bien las relaciones entre ciencia y tecnología no son ni recientes ni unívocas, tampoco se pueden naturalizar, pues no han existido siempre; se presencia quizá uno de sus nexos más innovadores, reconociendo que “cuatro tecnologías serán la base de los adelantos científicos y tecnológicos previstos para el siglo XXI. La nanotecnología, la biotecnología, las tecnologías de la información y de la comunicación y las tecnologías cognitivas” (Colciencias-CorpoGen, 2006, p. 11).

Con esta cita se denota una nueva relación signada bajo un mismo propósito: mejorar el rendimiento humano, un enunciado de gran envergadura en esta época. Como lo muestra la National Science Foundation² (2002), es necesario trabajar por la convergencia de las “tecnologías NBIC” (**Figuras 1 y 2**): la nanotecnología, referida a la escala nanométrica; la biotecnología, concerniente a la aplicación de los preceptos de la ciencia y la ingeniería, al uso directo o indirecto de organismos vivos o sus partes en formas naturales o modificadas; la tecnología de la información, que abarca sistemas informáticos aplicados, tanto de hardware como de *software*, involucrando redes y telecomunicaciones; y la neurociencia cognitiva, concerniente al estudio del comportamiento inteligente.

“Con la debida atención a las cuestiones éticas y las necesidades de la sociedad, las tecnologías convergentes podrían lograr una gran mejora en las capacidades humanas, los resultados sociales, la productividad de las naciones y la calidad de vida. Se trata de una oportunidad amplia y de interés para los individuos, la sociedad y la humanidad a largo plazo” (NSF, 2002, p. IX).

2. En diciembre de 2001 la Fundación Nacional de la Ciencia y el Departamento de Comercio de los Estados Unidos organizaron en Washington el seminario “Tecnologías Convergentes para el Mejoramiento del Desempeño Humano”. El seminario contó con la participación de 81 personas dedicadas al ámbito del gobierno, la academia y la industria. Su principal objetivo fue explorar y discutir la convergencia tecnológica a nanoescala a partir de las tecnologías NBIC (ETC Group, 2005).

Figura 1. *Changing the societal “fabric” towards a new structure*

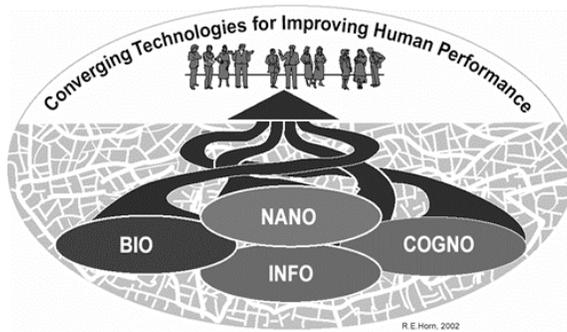
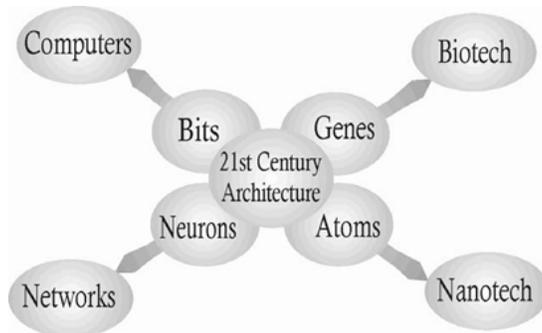


Figura 2. *21st century architecture*



259

Canton (citado en NSF, 2002) advierte que las tecnologías convergentes se constituyen en innovaciones de “próxima generación”, en los motores de la futura economía, en tanto algunas de estas progresan velozmente, mientras que otras, como las ciencias cognitivas, se encuentran en un desarrollo inicial, por lo que se deben examinar los factores que permitirían su impulso y los impactos en la economía requiriéndose de esfuerzos mancomunados. ¿De qué manera esta convergencia entraría a modificar la vida? Se reconocen seis áreas relevantes (NSF, 2002):

- *Potencial general de las tecnologías convergentes.* Tiene que ver con su exploración sistemática y sus necesidades en investigación por parte del Estado y el sector privado.
- *Ampliación de la cognición y la comunicación humana.* Se debe dar prioridad a “The Human Cognome Project”, un esfuerzo multidisciplinario para entender la estructura, las funciones y el potencial de la mente humana, por ejemplo: el trabajo sobre herramientas mejoradas como el aprendiendo a aprender o la creatividad.
- *Mejoramiento de la salud humana y las capacidades físicas.* A través de varias aplicaciones tales como: nano-bio procesadores para investigación y desarrollo de

tratamientos, implantes basados en nanotecnología y biosistemas regenerativos, interfaces cerebro-cerebro y cerebro-máquina, ambientes virtuales de formación.

- *Mejoramiento de los resultados grupales y sociales.* Afianzar la cooperación con la comunicación asistida por computadoras es uno de los objetivos de “The Comunicador”, o tecnotutor, ideado para fomentar la instrucción individualizada y la comunicación mediatizada eliminando las barreras de comunicación causadas por discapacidad, diferencias lingüísticas, distancias geográficas y variaciones de conocimiento.

- *Fortalecimiento de la seguridad nacional.* Con el entrenamiento de soldados, respuestas ante amenazas químicas, biológicas, radiológicas y explosivas, anticipación a la amenaza y otros.

- *Unificación de la ciencia y la educación.* La educación requiere una transformación radical desde la primaria hasta la formación posgradual, a partir de la renovación de conceptos, planes de estudio y formas de instituciones educativas, donde las disciplinas científicas converjan hacia la formación de individuos que comprendan múltiples campos en profundidad y puedan trabajar para integrarlos.

Tal unificación convoca la presencia y labor de múltiples saberes expertos tanto científicos como sociales, económicos y educativos, por lo que incorporar una visión holística a partir de las tecnologías convergentes como herramientas transformadoras de los modos de asumir un ideal estético de la vida también incluye las comprensiones que se deben tener del mundo desde la nanoescala hasta la escala planetaria.

260

“Los desarrollos en sistemas cercanos matemáticas y computación en conjunto con las tecnologías convergentes nos permiten por primera vez entender el mundo natural, la sociedad humana y la investigación científica como sistemas complejos y jerárquicos estrechamente vinculados. En este momento la evolución de los logros técnicos, la mejora del rendimiento humano mediante la integración de tecnologías se hace posible” (NSF, 2002, p. IX).

Agrega Canton: “La larga duración de la medicina, la extensión de la vida y el aumento del rendimiento humano se convertirán en rasgos de nuestra cultura global en un futuro próximo” (citado en Orca, 2010, p. 19). Como rasgos que probablemente se manifestarán en la cultura, los procedimientos para la mejora del rendimiento humano como las operaciones genéticas correctivas o los dispositivos neurotecnológicos han empezado a incursionar en el mercado global, considera que “así como luchamos por el derecho a la vida hoy en día, es casi un hecho que vamos a luchar en el futuro por el derecho a la mejora personal” (citado en Orca, 2010, p. 21). Entonces, ubicarse en la perspectiva de un derecho a la mejora personal, o más bien de un automejoramiento, se constituye en una práctica a partir de la cual los sujetos se gobiernan a sí mismos desde sus más profundos deseos y aspiraciones de innovar sobre su propio reconocimiento.

Como señalan Lipovetsky y Serroy (2015), la vida estetizada se constituye en el ideal más compartido de este tiempo: inventarse a uno mismo en la medida en que

nos dotamos de reglas para llevar una vida bella, intensa y caracterizada por un cúmulo de sensaciones y espectáculos; pero no se trata de agotar tal estetización en la mejora exclusiva de la apariencia física, pues, como dejan ver las tecnologías convergentes, se trata de transformar la vida al abarcar todos los planos de la existencia, teniendo como punto de concomitancia el plano biológico; su incursión en campos tan diversos y simultáneos del desarrollo humano posibilita la apertura de otros modos de experimentar la vida estetizada, de ponerse en relación con esta, de sorprenderse con la novedad que implica distorsionarla, desmembrarla y rehacerla, dejando de ser tal cual nos conocemos. Se trata de un gobierno de lo vivo y la vida en el que el sobrevalor a las cualidades humanas abunda, en tanto se conecta con modos de ser y estar que hasta entonces se consideraban como impensados o poco probables.

Esto genera afectos que se traducen en evasivas, negativas, esperanzas, temores y expectativas de transitar entre lo que fuimos, lo que somos y lo que podríamos ser si se elige la modificación de las prácticas acordes con un estilo de vida idealizado que insta a explorar experiencias cada vez más calculadas, ajustadas, precisas, y, además, significativas, en correspondencia con la necesidad de producir y rendir. En este sentido, el ideal de rehacerse constantemente se liga al transhumanismo o H+ —Humanidad *Plus*—, un movimiento sociocultural que según Bostrom (2003), se cimienta en la necesidad de mejorar la condición humana utilizando la razón aplicada, dentro de un marco ético sustentado en los derechos humanos, los ideales de la Ilustración y el humanismo ¿Se trata de la evolución por medios propios? ¿Cómo optimizarse sin dejar de ser humanos?

261

El mejoramiento del rendimiento humano se instala específicamente sobre componentes que rondan nuestra existencia como bits, átomos, genes y neuronas. El ETC Group (2003) denomina a las tecnologías convergentes como la “teoría del pequeño BANG” (*bits-átomos-neuronas-genes*),³ los cuales se convierten en unidades operativas o bloques de construcción de la informática, la nanotecnología, las ciencias cognitivas y la biotecnología, cuya integración implicaría reducir el mundo a átomos y moléculas que difuminan notablemente las diferencias entre lo vivo y lo no vivo a nanoescala. También estaría por vincularse la ingeniería mimética, referida al control de la cultura a través de la manipulación de memes o ideas. En pocas palabras, una de las grandes promesas que encierra la maximización del rendimiento tiene que ver con más inteligencia, más juventud y más salud para la humanidad, en suma: más y mejor vivir. ¿Será posible para todos de igual forma?

La UNESCO (2005) señala que es imperante vincular la ciencia y la tecnología con la edificación de justicia y equidad toda vez que derriban la pobreza y el analfabetismo, en lo referido al mejoramiento de las condiciones de la salud (en especial de niños y mujeres), la alimentación y el medioambiente. Discrepa de esto el ETC Group (2003, p. 5) al considerar que se seguirá ampliando la brecha de la pobreza y la inequidad con la erosión del ambiente y el dominio de los mercados, sin reportar ningún beneficio

3. “La Teoría del Big Bang explica los orígenes del universo. La Teoría del pequeño BANG podría implicar el fin de la sociedad y la naturaleza como ahora los conocemos” (ETC Group, 2003, p. 6).

social, por lo cual este tipo de tecnologías exagera los problemas en lugar de resolverlos: “De manera inconstante y desorganizada aparecen comentarios acerca de la necesidad de ‘educar al público’, es decir convencernos de lo que piensan, no promover un debate informado”. Si, como advierte el ETC Group, no se convoca al pueblo a participar de las decisiones fundamentales que se implican con su porvenir, ¿cuáles serían las posibilidades de ejercer el gobierno? Como indica Castro (2016, p. 18), “esta lucha tendrá que darse a partir de una serie de intervenciones éticas y estéticas del sujeto consigo mismo y en su entorno más próximo, que contribuyan a una efectiva desgubernamentalización de la subjetividad”.

La precisión de este autor sugiere que gobernar la conducta de un modo diferente al que se ha propuesto por otros tendría su paso por la ética y por la estética, asumidas como maneras de actuar, de configurar un estilo particular que tiende a reinventar nuestros modos de subjetivación sin acudir a un pasaje obligatorio o necesario. ¿Estamos dispuestos a esto? Tal vez esa es la pregunta que atraviesa nuestros modos de proceder. Mientras se sigue avanzando en el cumplimiento de la futura promesa de rehacer la vida, las tecnologías NBIC operan de momento por su cuenta y continúan estableciendo diálogos sobre las mejores maneras de compenetrarse para invadir todos los planos de nuestra existencia. ¿Quedarán algunos resquicios susceptibles de irrumpir? De ser así, ¿podrían ser gobernados por sí mismos?

Es preciso acotar que los propósitos de las tecnologías convergentes en cuanto a la maximización del rendimiento se están llevando a cabo por otras vías que no son contradictorias ni opuestas; más bien se articulan con aquel campo de visión holística que plantean. A continuación se abordan algunos procedimientos relacionados con el gobierno que ejerce el par ciencia-tecnología al operar sobre el capital humano, con el fin de fijar una serie de pautas comportamentales que intervienen su formación como un compromiso por ahondar continuamente, pero también como un deseo que implica transgredir los modos contemporáneos de asumir el cuerpo, la mente, las emociones, los sentimientos, las relaciones consigo mismos, los otros, lo otro, y en definitiva una vida estetizada.

262

3. La diversificación del público, tránsitos de la vida a propósito del aprendizaje

Apelativos como “sociedad educadora” (Álvarez, 2003), “de control” (Deleuze, 1995), “de la información” (Castells, 1998) o “del rendimiento” (Han, 2012) aluden a los cambios que se experimentan en la hipermodernidad con la exigencia de encarar desafíos fundamentados en la capacidad de sortear la incertidumbre, responder a la celeridad de lo múltiple y fragmentario, y solventar de manera precisa las problemáticas tan diversas que se desprenden del accionar de los sujetos. Se denota la necesidad de mejorar la calidad de vida y de hacer plausible el bienestar. Según Deleuze (1995), las sociedades de control operan hacia la lógica de la forma-empresa y, por ende, de la formación permanente y la competitividad exacerbada, constituyendo una serpiente monetaria que permanece en órbita y alerta, pues el control es ejercido continua e ilimitadamente. Así, las nuevas maneras de vivir se demarcan por una evolución tecnológica de la mano de la informática, que compone uno de los pilares de las tecnologías convergentes.

Lazzarato (2006) añade que las sociedades de control están constituidas por mecanismos que intervienen la vida como objeto de modulación (es decir: captura, control y regulación), o de gobierno, como lo señala Foucault (2014), por lo que, en lugar de sustituirse, se complementan según sus modos de funcionamiento. Además de la anatomopolítica (disciplina del cuerpo) y la biopolítica (gestión de la población a través de procesos biológicos), se adhiere la noo-política. La aplicación y el desarrollo permanente de tecnologías como las NBIC serían las nuevas manifestaciones de gobierno a través de las cuales se acciona la noo-política, pues, al pretenderse la maximización de las capacidades vitales que se desprenden de un conjunto de habilidades, actitudes y pautas comportamentales ejemplares y eficientes, se hace hincapié en los procedimientos que permitirían, por un lado, potenciar el desarrollo del cerebro y de las inteligencias y, por el otro, seguir socavando la intimidad de los sujetos, en la medida que el flujo tecnológico que circula hoy es apropiado más allá de una necesidad, como un deseo que se moviliza a distancia, cerebro a cerebro.

“Tanto para quienes aprenden como para quienes trabajan a distancia, es posible que las fronteras entre educación, trabajo e incluso esparcimiento se difuminen por efecto de un fenómeno de convergencia tecnológica, ya que un mismo canal permite la realización de actividades diversas” (Delors, 1996, p. 220).

Esa acción a distancia “donde los cerebros se tocan en cada instante por múltiples comunicaciones” (Lazzarato, 2006, p. 94) y múltiples tareas (*multitasking*) visibiliza una de las condiciones de emergencia del público,⁴ denominado por Tarde como “el grupo social del futuro”, pues desde finales del siglo XIX asistimos a la era de los públicos con el desarrollo de dispositivos tecnológicos como el telégrafo, el teléfono, el cine, la televisión y, más recientemente, la internet. Por lo cual, se desplaza la masa, la clase y la población, en cuanto que un individuo puede pertenecer simultáneamente a diferentes públicos rompiendo con identidades, fragmentaciones rígidas, permanencias exclusivas, y hasta con espacios y tiempos que caracterizan a las clases, a las poblaciones y a las masas. Se trata, pues, siguiendo a Lazzarato, de la configuración de individuos múltiples, miméticos y flexibles, en vista de que:

“El siglo XXI va a ofrecer recursos sin precedentes tanto a la circulación y almacenamiento de información como a la comunicación. Un desafío importante es definir la función de la educación en un mundo cada vez más mediatizado por la tecnología de información y de la comunicación” (UNESCO SANTIAGO-OREALC, 1998, p. 103).

En este sentido, las técnicas noo-políticas modifican tiempos y espacios, pero también los modos de habitar el mundo de los públicos: “Las redes sociales y los teléfonos

4. “El público es una masa dispersa donde la influencia de los espíritus de unos sobre otros se convierte en una acción a distancia” (citado en Lazzarato, 2006, p. 92).

móviles dominan sus experiencias multimedia, junto con los medios de contenidos más tradicionales como la televisión y las consolas de videojuegos” (Cisco Systems, 2010, p. 16). Esta cita pone de manifiesto la difusión que han tenido las tecnologías móviles y las relaciones que entablan con el aprendizaje personalizado, dado que facilitan su transporte, son económicas y pueden satisfacer los ritmos de aprendizaje propio con una gran flexibilidad, así como suscitar interés y motivación; dichas tecnologías incluyen los teléfonos móviles, las tabletas, los lectores electrónicos, los reproductores de sonido portátiles y las consolas de juego manuales, los cuales se convierten en una condición que posibilita aprender en cualquier lugar “haciendo de todo el planeta un aula abierta” (UNESCO, 2013, p.17).

Por ende, la educación propicia la diversificación del público, dada la posibilidad de desbordar la escuela e irrumpir otros escenarios como la ciudad, la virtualidad o los medios de comunicación tradicionales, pues se hace necesario “lograr una educación relevante para todos y a lo largo de toda la vida.” (UNESCO SANTIAGO-OREALC, 1998, p. 18), especialmente para niños, jóvenes, adultos, campesinos, indígenas, entre otros. En la vía de la educación para todos y con fines múltiples, todo puede ser ocasión para incentivar el aprendizaje considerando que habitamos:

“[...] una sociedad en la que se ofrecen múltiples posibilidades de aprender, tanto en la escuela como en la vida económica, social y cultural. De ahí la necesidad de multiplicar las formas de concertación y de asociación con las familias, los círculos económicos, el mundo de las asociaciones, los agentes de la vida cultural, etc.” (Delors, 1996, p. 193).

264

Tales formas de concertación ponen de relieve tiempos y espacios remotos, que se deshacen constantemente al contar con la opción de adherirse a públicos efímeros o con un propósito específico, de ahí que el gobierno neoliberal funciona bajo los supuestos del consumo que moviliza flujos del deseo, pero también de la productividad, en tanto es posible habitar espacios y tiempos simultáneos que contribuyan al progreso de las naciones: “Continuaremos expandiendo las redes de telecomunicación entre nuestros países y ampliaremos el acceso de la población a los recursos que proporcionan la televisión educativa y las nuevas tecnologías” (OEI, 1999, p. 6). Esto a propósito del aprendizaje a lo largo de la vida, concomitante con el deseo que impulsa la noopolítica, lo cual sugiere que el aprendizaje es una práctica que actúa en el presente toda vez que gobierna el futuro.

“La era del aprendizaje es el momento de la historia occidental en donde el individuo está obligado a comportarse como un agente de su propia conducta, como una individualidad que tiene intereses propios, particulares, potencias que explorar y explotar, habilidades que aprender o desarrollar, información que debe procesar o desechar, elecciones que tiene que tomar oportunamente si quiere llegar a ser exitoso y feliz [...]” (Noguera, 2013, p. 59).

En efecto, la racionalidad que comporta los públicos guarda relación con la constitución de sujetos emprendedores de sí mismos, demarcados por las premisas de la eficacia y la eficiencia, sujetos del rendimiento. Como menciona Han (2012), erigir el rendimiento implica una vida activa a partir de la posibilidad de ser capaz y saberse capaz sin límites, instándose nuevos modos de subjetivación que se acentúan en el “yo debo” en complemento con el “yo puedo” en una sociedad permeada por proyectos, iniciativas y motivaciones que aceleran una productividad, y donde la libertad se acompaña de la coacción. “Así, el sujeto de rendimiento se abandona a la libertad obligada o a la libre obligación de maximizar el rendimiento” (Han, 2012, pp. 31-32). Como se observa, además de rendir, los públicos deben estar prestos a adoptar maneras que les permitan innovar su movilización. ¿De qué manera el yo puedo y el yo debo se complementan con el yo deseo? ¿Habría cabida para inquietarse a sí mismo con el despliegue del aprendizaje del par ciencia-tecnología?

Es preciso decir que la idea de exaltar el futuro aparece ligada al capital humano como fuerza indispensable para edificarlo: “Estamos convencidos que la inversión en la primera infancia es el aporte más rentable a largo plazo para un país, recordemos que si hay un buen principio tendremos un mejor futuro” (Consejería Presidencial para la Primera Infancia, s/f, párr. 6). La cita pone en evidencia las aproximaciones entre aprendizaje y capital humano que se empiezan a tejer. Desde el nacimiento, tales relaciones tienen que ver con lo que Martínez (2016a) denomina como “educapital”, en tanto fuente de progreso, bienestar y calidad. De ahí que este se convierta en uno de los pilares del desarrollo, habilitado por aquello que los públicos aprenden tanto dentro como fuera de la escuela, desde el preescolar hasta el mercado laboral, con un especial énfasis en las competencias para la vida como la flexibilidad, el ingenio y el espíritu crítico e independiente.

265

“Mediante el educapital se incrementa todo lo que es susceptible de capitalización individual, proponiendo a cada individuo minimizar lo que puede hacerlo decrecer. Esta modulación individual asociada a la maximización de las capacidades de cada individuo produce el máximo beneficio para la economía, pero se nos hace creer que el proceso redundante en beneficio particular” (Martínez, 2016b, p. 15).

Si el aprendizaje se ha hecho necesario, es precisamente por la relación establecida con el vivir mejor que versa sobre el desarrollo humano, impulsado por los conocimientos y las capacidades que se adquieren mediante el educapital, que ya no se confina ni se delimita dentro de un espacio. No se trata de argumentar que la escuela no sea necesaria para formar capital humano, sino que todos los escenarios por donde transita la vida se convierten en potenciales para forjarlo, especialmente los relacionados con las técnicas noo-políticas que se hallan en auge, en la medida en que facilitan la comunicación e intensifican la acción a distancia desde la propagación de la memoria y la atención del yo “el aprendizaje exige un aumento de la responsabilidad individual, modula la integración a la sociedad mundial del conocimiento y hace proliferar los procedimientos de auto referencialidad (autoformación, autoevaluación, autodirección, autoestima, autoayuda, automejoramiento, autoculpa, etc.)” (Martínez, 2016c, p. 44).

El aprendizaje permanente y la pregunta por el gobierno del futuro permiten comprender que la velocidad del mundo contemporáneo se caracteriza por la ausencia de silencios y gestos despaciosos, de mirada y atención profunda, a decir de Han (2012), condiciones de posibilidad para problematizar las verdades que configuramos con el aprendizaje. ¿Qué se busca en él? ¿Experiencias significativas, cumplimiento de obligaciones, deseo de competir? Es importante no perder de vista las afirmaciones que Deleuze (1988) hace del aprendizaje como una experiencia que involucra al otro desde la posibilidad, y no desde la imposición, en tanto no se realiza a la luz de la representación con la acción como reproducción de lo mismo, sino como encuentro con el otro: “No aprendemos nada con quien nos dice ‘hazlo como yo’. Nuestros únicos maestros son aquellos que nos dicen ‘hazlo conmigo’ y que en vez de proponernos gestos a reproducir saben emitir signos desplegados en lo heterogéneo” (Deleuze, 1988, p. 69).

En ese orden de ideas, tanto aprendizaje como enseñanza son susceptibles de repensarse a la luz de nociones como gobierno, noo-política, y por supuesto desde nuestro lugar como maestros. ¿Le apostamos al encuentro con el otro o a la reproducción de lo mismo? No se trata de establecer juicios de valor sobre el aprendizaje. Como indica Noguera (2012, p. 311), los aprendizajes resultantes de la enseñanza se diferencian tajantemente del aprendizaje como concepto alusivo a “la capacidad de los organismos vivos de adaptarse a su medio ambiente, transformándose y transformándolo al mismo tiempo”. Importa interrogar su connotación actual destinada a asegurar un futuro prometedor encaminado hacia la vida estetizada, dejando de lado el potencial que tiene en la cotidianidad y la creación de alternancias por parte de los sujetos.

266

4. Del *sci-art* como capital creativo del par ciencia-tecnología

El *sci-art* se considera una nueva forma de incitar la creatividad. Según Gualito (2014), a la innovación y al conocimiento se adhiere un nuevo factor de competitividad: la creatividad o capital creativo, alimentado de la capacidad para generar nuevas ideas a través de las cuales sea posible incursionar en nuevos mercados. ¿Cómo funciona la creatividad en el *sci-art*? En primera instancia, propicia que profesionales de diferentes áreas se aproximen a una lectura de la ciencia y la tecnología coligada, dialogada y discutida desde diferentes perspectivas. El *sci-art*, según Barros (2011), abarca todo proyecto de arte respaldado por científicos, artistas y otros profesionales, con el fin de crear obras, una práctica que moviliza la innovación de la divulgación científica y tecnológica y permite mejorar la comprensión de la información disponible y la comunicación de resultados científicos. En otras palabras:

“El *sci-art* pone al alcance del espectador común, mayoritariamente neófito en cuanto a conocimientos científicos de última generación, los procesos científicos, los resultados y las posibilidades del avance biotecnológico, al tiempo que de algún modo populariza sus productos y abre el debate propio de estos avances científico-tecnológicos” (Ruíz y Velázquez, 2014, p. 521)

De acuerdo con los mismos autores (2014, p. 522), el *sci-art* emerge como “una nueva modalidad de la experimentación científica”, pues es bien sabido que la mayor parte de los públicos, especialmente, los funcionarios sobre los que recae la responsabilidad de tomar decisiones y generar políticas públicas, no se encuentran lo suficientemente documentados o informados acerca de los avances científicos contemporáneos. De ahí que el *sci-art* propicie el pensamiento crítico en relación con las implicaciones de la biotecnología. Vincular el *sci-art* con la investigación y el desarrollo (I+D)⁵ bajo el pilar de la innovación acrecienta las oportunidades de un futuro más prometedor al tomar como factores indispensables el capital humano con su capacidad creativa, el desarrollo tecnológico, la investigación científica y la fabricación de nuevos productos. La innovación podría asumirse como una práctica que mezcla saberes, expertos, métodos, herramientas, tiempos y espacios con el fin de generar productividad económica y social, en la medida que gobierna las actitudes de los sujetos hacia prácticas que suponen más y mejores resultados.

La investigación tiene por objeto generar nuevos conocimientos en la ciencia y la tecnología, con el propósito de contribuir al fortalecimiento de la competitividad, mientras que el desarrollo se cierne sobre la aplicación de los resultados de la investigación en relación con opciones comerciales o productivas para fabricar nuevos materiales, productos y servicios, o mejorarlos sustancialmente (CONICYT, 2008). I+D se traduce en I+D+i a propósito del valor agregado que concede la innovación, según Fuentes y Arguimbau (2008); universidades, empresas e instituciones privadas disponen de los recursos necesarios (financieros, humanos y materiales) para investigar y obtener producciones científicas como artículos, tesis doctorales y patentes cuya aplicación permitiría generar nuevos procesos y productos. Pero entonces, ¿qué papel juega el arte en los procesos I+D+i? ¿Cómo se forman los públicos en este ámbito?

267

Ars Electronica Futurelab es un laboratorio que funciona desde 1996 como principal motor de I+D de una institución conocida como Ars Electronica Center:⁶ “Esta sección se concibe como un laboratorio científico-artístico y como un estudio-laboratorio. Estos proyectos son bocetos que se constituyen en una innovación para discutir y reflexionar sobre conceptos futuros y su significado para nuestra sociedad” (Ars Electronica, s/f, p. 1). De ahí que, centre su práctica en la exploración de nuevos conocimientos y experiencias de relevancia social en el arte y la ciencia, a propósito de un trabajo fundamentado en la investigación transdisciplinaria en campos como el arte mediático, la arquitectura, el diseño, las exposiciones interactivas y la realidad virtual. Se basa en el futuro partiendo de la idea de que cada individuo es quien lo forja, a partir de las oportunidades prometedoras a las que se les brinda acceso en los negocios, las artes y la educación.

5. “(I+D) comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones” (OCDE, 2002, p. 30).

6. Museo del “futuro” ubicado en Linz, Austria, que ofrece a sus visitantes diversas herramientas metodológicas y experiencias prácticas para ver los desafíos planteados por la vida cotidiana (Ars Electronica, s/f).

“Para Ars Electronica Futurelab las nuevas formas de expresión artística nutren el pensamiento social, como un ímpetu para considerar temas emergentes que podrían asumir una gran importancia futura, o como una oportunidad para tomar un aspecto multifacético de las cosas. El trabajo artístico del laboratorio está especialmente orientado a las instituciones educativas y a los jóvenes, así como al sector privado asociado, para quienes los enfoques artísticos contribuyen a la innovación” (s/f, p. 6).

Se denota que el capital humano es un elemento fundamental en la innovación, pues, como advierte Shultz (1985, p. 9): “En el aumento de las capacidades adquiridas de la gente en el mundo entero, y en los adelantos cognoscitivos útiles está la clave de la futura productividad económica y de sus contribuciones al bienestar humano”. Así como se propone “educación para todos”, “ciencia para todos” y “arte para todos”, habría que agregar “tecnología para todos” para romper toda sectorización y conjugar conceptos en vez de contraponer saberes expertos y populares. En el *sci-art*, toda posibilidad que deviene del público se convierte en un acto potencial y creativo que actúa en el presente en consonancia con el futuro; para forjarlo se requiere innovar los modos de ser, las prácticas y las experiencias, en la medida en que diferentes públicos sean capaces de atreverse a experimentar lo desconocido y complejo de manera abierta y consentida:

268

“El arte es una invitación abierta a todos. El arte habla a todos, independientemente de sus antecedentes educativos, estatus social o edad. Experimentar el arte es muy diferente a explicar experiencias o hechos. Sin embargo, el arte tiene la fuerza para abrir nuevas perspectivas incluso en entornos temáticos complejos” (Ars Electronica, s/f, p. 1).

En efecto, con el objetivo de financiar sus propias investigaciones, FutureLab fomenta las prácticas I+D, en tanto constituyen un campo de interés para el sector privado y para los públicos que actúan como potenciales colaboradores a través de lo que se denomina “creatividad compartida”, sustrato ideal para el cultivo de la investigación. En este sentido, muchos de estos proyectos, especialmente los vinculados con la tendencia biomedial del bioarte (el trabajo con componentes vivos), requieren financiación, otro de los elementos concomitantes a la innovación. Una institución relevante en este campo es el Wellcome Trust,⁷ que asigna un presupuesto considerable a proyectos artísticos, pero aun así recibe gran cantidad de peticiones para respaldar este tipo de iniciativas, que se han incrementado en años recientes.

7. Ubicada en Londres, Reino Unido, es la segunda fundación sin ánimo de lucro más grande del mundo y uno de los mayores entes financistas en investigación médica, siendo cofundador del Proyecto Genoma Humano (Howard, 2015).

“[...] el arte y la ciencia han logrado establecer una relación simbiótica: los artistas obtienen fundamentos que respaldan su discurso y asistencia en los procesos biotécnicos para lograr sus piezas, mientras que los científicos aprovechan el escaparate artístico para dar una mayor proyección a sus investigaciones y descubrimientos” (Barros, 2011, p. 9).

Entre las líneas de financiación de esta organización se encuentran las ciencias biomédicas, el desarrollo de productos e investigación aplicada y la participación pública y proyectos artísticos, con lo que se pretende apoyar la imaginación e impulsar el debate entre científicos e investigadores a partir de sus iniciativas: “La buena salud hace la vida mejor. Queremos mejorar la salud para todos, ayudando a prosperar las grandes ideas” (Wellcome, s/f, p. 1). Por ende, la salud configura el eje fundamental de su funcionamiento, condición estratégica en el éxito del capital humano, que en 1993 posibilitó la emergencia del Wellcome Trust Sanger Institute, que da apoyo al Proyecto Genoma Humano mapeando el 30% de la secuencia de ADN como cooperador internacional, suceso que lo catapultó a convertirse en el líder mundial de investigación genómica, pieza clave en el avance de la comprensión de la biología para la mejora de la salud humana (Wellcome, s/f).

“Nuestro financiamiento apoya a más de 14,000 personas en más de 70 países. En los próximos cinco años, nuestro objetivo es gastar hasta 5.000 millones de libras ayudando a miles de personas curiosas y apasionadas de todo el mundo a explorar ideas en torno a ciencia, salud de la población, innovación médica, humanidades y ciencias sociales y compromiso público” (Wellcome, s/f, p. 2).

269

Tanto Ars Electronica Center como el Wellcome Trust son instituciones que funcionan bajo los postulados de I+D+i, con una visión holística que les permite movilizar la vida con la satisfacción del deseo que versa sobre necesidades básicas como la salud, el trabajo, la educación y el entretenimiento, de la mano de otras que se han vuelto todavía más indispensables como la tecnología, la ciencia y la creatividad, ejes de la competitividad, el emprendimiento y la maximización del rendimiento. Es importante anotar que no hay un público más o menos apto, pues todos generan productividad en diferentes niveles; de ahí que no se asuma una posición predilecta por científicos o artistas. Si bien participan de estos procesos, también jalonan otros públicos que cuentan con experiencias potenciales para fortalecer los procesos I+D+i.

Llevado a cabo entre 1999 y 2015, el VIDA - Concurso Internacional Arte y Vida Artificial fue una plataforma de divulgación de las relaciones entre biología, tecnología y arte (Fundación Telefónica, 2016). Sus últimas ediciones se destinaron a analizar el impacto de la biotecnología, la cuestión medioambiental y las dinámicas de las redes de información: “Es así que VIDA nos hace reflexionar acerca de un futuro no muy lejano, en el que la naturaleza se imagina híbrida, y en el que los límites entre ámbitos de conocimiento se difuminan” (Bello, s/f, p. 5). El respaldo concedido por Telefónica I+D estimuló la innovación artística a través del apoyo de expertos en investigación, desarrollo e innovación en las últimas tecnologías de la información asesoramiento

y comunicaciones periódicas a través de la red: “Los proyectos premiados en VIDA tienen la capacidad de expresar la complejidad de la organización de los sistemas vivos y del carácter híbrido de la vida” (Fundación Telefónica, 2016, p. 1).

Otra práctica del *sci-art* dedicada a la divulgación científica y tecnológica, y focalizado en el ramo de la educación, es encarnada por colectivos como “Ka’i”, conformado por artistas, arquitectos, diseñadores y científicos que realizan exposiciones interactivas encargadas de exaltar el aprendizaje de la ciencia de una forma amena y entendible, empleando recursos gráficos, corpóreos y tecnología multimedia en torno a temáticas biológicas con un fuerte componente social; un ejemplo de ello es “La vida de Darwin, la impronta de la teoría evolutiva en la cultura, la diversidad humana, el monocultivo, o el impacto social de los avances científicos” (Agencia CyTA, 2011, p. 1). Su inquietud tiene que ver con aportarle a la sociedad elementos que permitan tomar conciencia sobre el papel que la biología juega en la cotidianidad, dado que aún predomina aquella brecha entre el público y los expertos a propósito del conocimiento científico que versa sobre las ciencias biológicas y las aplicaciones tecnológicas que innegablemente afectan la constitución de la vida a partir de las prácticas relacionadas con la alimentación, la salud y la totalidad de la biosfera:

“Las perspectivas de una sociedad verdaderamente democrática solo son posibles si la población es capaz de comprometerse creciente y activamente en actividades culturales, sociales y políticas que abordan su propia biología, creando debates y participando en ellos. Para que las discusiones sean consistentes y puedan traducirse en políticas efectivas, es necesario democratizar el conocimiento científico” (citado en Agencia CyTA, 2011, p. 5).

270

¿Podría considerarse que el arte como medio impulsa la democratización del conocimiento científico y además tecnológico? ¿Tienen que ver con esto los conceptos de alfabetización o cultura científica y tecnológica? De acuerdo con Massarini *et al.* (2007), la enseñanza de las ciencias ha de proveer las herramientas más adecuadas a los futuros ciudadanos para participar en la toma de decisiones sobre asuntos alusivos a la ciencia y la tecnología, puntualmente los relacionados con la biología, pues entre las ciencias naturales quizá sea la disciplina de mayor impacto, al atravesar innumerables problemáticas de relevancia social, por lo que su enseñanza debe ceñirse a un enfoque actualizado e integrado. De ahí que el abordaje del par ciencia-tecnología, como se ha visto, ya no se supedita a la escuela; se ha dispersado la mirada hacia otras prácticas capaces de conjugar múltiples elementos, inclusive de acción a distancia.

Conclusiones

El par ciencia-tecnología juega un papel preponderante en la hipermodernidad al ampliar las posibilidades de ser y existir, al matizarlas de cambios que, aun cuando no sean del todo muy claros o precisos, resuenan con intensidad en la apropiación de uno de sus primordiales logros: la optimización del cuerpo y de la mente, a propósito

del control y la regulación de las actitudes y comportamientos de los sujetos, que no se producen por la coerción sino por el deseo. Puntualmente, las tecnologías NBIC visibilizan un panorama convergente de la vida en el que la integración de saberes, prácticas, sujetos e instituciones se convierte en la promesa de aunar esfuerzos en pro del mejoramiento del desempeño individual y colectivo, y por ende de la economía global. Romper los límites y las barreras del aprendizaje y la productividad es una condición que posibilita ampliar la comprensión de mundo desde la nanoescala hasta la escala planetaria y, con esto, el ideal estético de la vida que probablemente se halla ligado con los postulados del transhumanismo.

El aprendizaje permanente es una práctica de gobierno en sincronía con la estetización de la vida en tanto garantiza su desarrollo y calidad; en el presente hipermoderno cualquier tiempo-espacio se hace idóneo para aprender a lo largo de la vida y mantenerse actualizado, de ahí que permite dar cuenta de sí mismo desde el autoconocimiento, el automejoramiento, la autonomía y demás preceptos situados bajo la racionalidad del yo, a propósito de la competencia que privilegia a unos y descarta a otros, en la medida en que se adquieren nuevas facultades que maximizan el rendimiento de las capacidades vitales y al poner en funcionamiento unos modos particulares de ser sujetos y asumir la vida en aras de su productividad y optimización.

Así se genera una estrecha vinculación entre aprendizaje y deseo, no solo para formarse idóneamente, en consonancia con los perfiles y roles fijados, sino, más aún, para contactarse con el mundo de manera irreversible, pues no hay lugar que no esté relacionado con el consumo de datos que se debaten entre la necesidad de mantenerse informado y entretenido sin ninguna disyunción. El público resulta ser una noción precisa y pertinente para describir las elecciones que se movilizan flexiblemente entre la realidad y la virtualidad, entre el yo puedo, el yo debo y el yo deseo, por lo que no solo toda ocasión aporta aprendizajes, sino que toda experiencia es fuente de innovación y productividad.

271

No obstante, el aprendizaje a lo largo de la vida desplaza la teorización tradicional que se lleva a cabo con los contenidos por su aplicabilidad a factores y contextos tanto múltiples como cotidianos; esto genera la apropiación de comportamientos óptimos que se reflejan en las prácticas habituales. De ahí que promover la convergencia de saberes y su entendimiento de una manera integradora insta modos de actuar compenetrados con el futuro que hacen inevitable la posibilidad de modificarse y rehacerse física, mental, conductual y emocionalmente. Este giro sobre el aprendizaje no remite a la revocación de la enseñanza, el maestro, la disciplina y la escuela; más bien el conglomerado de relaciones donde tienen lugar sus prácticas se actualiza al poner en sintonía los propósitos de aprender continuamente para incluir y gobernar la vida de los sujetos.

El par ciencia-tecnología es un terreno fértil para explorar las configuraciones de lo vivo y la vida en la hipermodernidad desde diferentes aristas. Una de ellas es el arte, que, desde la conjugación de diferentes instituciones, prácticas, saberes y sujetos, pone el acento en un potencial creativo susceptible de capitalizarse a través de la divulgación y la familiarización con la ciencia y la tecnología como un par que no está lejos de las realidades y contextos actuales; muy al contrario, influye en la toma de

decisiones que impactan y afectan la manipulación de lo vivo y sus relaciones con el ambiente, así como las dinámicas del mundo virtual, entre otros asuntos que en definitiva han sobrepasado los límites espaciotemporales y se incrustan cada vez más en la intimidad de los sujetos.

La noción metodológica de gobierno visibiliza algunos modos de funcionamiento de lo vivo y la vida a propósito del par ciencia-tecnología, en los cuales se estima que el deseo es uno de los hilos que moviliza la optimización del rendimiento y la productividad. Sin embargo, queda la pregunta por el gobierno de sí mismos. Es decir: aquellas maneras de ser, proceder y vivir que enfatizan la inquietud permanente por la vida, así como la reflexión incesante ante un devenir intempestivo, pero no por eso inexorable, lo que probablemente tendría su paso y pasaje por la ética y la estética.

Bibliografía

Agamben, G. (2006). ¿Qué es lo contemporáneo? Recuperado de: <https://etsamdoctorado.files.wordpress.com/2012/12/agamben-que-es-lo-contemporaneo.pdf>.

Agencia CyTA (2011). La valorización de la diversidad biológica y cultural en un cruce entre el arte y la ciencia. Recuperado de: <https://www.agenciacyta.org.ar/2011/03/la-valorizacion-de-la-diversidad-biologica-y-cultural-en-un-cruce-entre-el-arte-y-la-ciencia/>.

272

Agüero, C. y Carricaburu, J. (2006). BioArte. El arte de simular. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/8612204/bioarte--el-arte-de-simular>.

Álvarez, A. (2003). Los medios de comunicación y la sociedad educadora ¿Ya no es necesaria la escuela? Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Ars Electronica (s/f). What is Ars Electronica? Recuperado de: <http://www.aec.at/about/en/>.

Barbero, J. (2004). Debates sobre el sujeto. Perspectivas contemporáneas. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Barros, J. (2011). BIOARTE cuando el arte transgrede las fronteras. Recuperado de: <http://pijamasurf.com/2011/11/bioarte-cuando-el-arte-transgrede-las-fronteras-biologicas/>.

Bello, M. (s/f). ¿Qué es VIDA? Recuperado de: <https://vida.fundaciontelefonica.com/que-es-vida/>.

Bostrom, M. (2003). The Transhumanism FAQ. A general introduction. Recuperado de: <https://nickbostrom.com/views/transhumanist.pdf>.

Castells, M. (1998). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol. 1. Madrid: Alianza Editorial.

Castro-Gómez, S. (2010). Historia de la gubernamentalidad. Razón de Estado, liberalismo, y neoliberalismo en Michel Foucault. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Castro-Gómez, S. (2016). Historia de la gubernamentalidad II. Filosofía, cristianismo y sexualidad en Michel Foucault. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Cisco Systems (2010). La sociedad del aprendizaje. Recuperado de: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/citizenship/socio-economic/docs/TLS_Spanish.pdf.

CONICYT (2008). Conceptos básicos de ciencia, tecnología e innovación. Recuperado de: <http://www.conicyt.cl/regional/files/2012/10/manual-conceptos-basico-cyti.pdf>.

Colciencias y Corpogen (2006). La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015. Recuperado de: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/553>.

Consejería Presidencial para la Primera Infancia (s/f). De cero a siempre. Recuperado de: <http://www.deceroasiempre.gov.co/QuienesSomos/Paginas/QuienesSomos.aspx>.

Deleuze, G. (1988). Diferencia y repetición. Madrid: Ediciones Júcar.

Deleuze, G. (1995). Conversaciones: 1972-1990. Valencia: Editorial Pre-Textos.

Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Ediciones Unesco. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa.

273

ETC Group (2003). La estrategia de las tecnologías convergentes: La teoría del pequeño BANG. Recuperado de: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/168/01/commbangspanish.pdf>.

Foucault, M. (2007). Nacimiento de la biopolítica. Curso en el Collège de France (1978-1979). México: Fondo de Cultura Económica.

Foucault, M. (2014). Del gobierno de los vivos. Curso en el Collège de France (1979-1980). Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Fundación Telefónica (2016). Convocatoria VIDA 16.0. Recuperado de: <https://vida.fundaciontelefonica.com/convocatoria-vida-16/>.

Fuentes, E. y Arguimbau, V. (2008). I+D+I: UNA PERSPECTIVA DOCUMENTAL. Anales de Documentación, 11, 43-56. Recuperado de: <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/24801>.

Gualito, R. (2014). La creatividad como estrategia compartida en la empresa. Recuperado de: https://prezi.com/i5ni-z7_1p3i/la-creatividad-como-estrategia-compartida-en-la-empresa/.

Han, B. (2012). La sociedad del cansancio. Barcelona: Herder Editorial.

Howard, E. (2015). What is the Wellcome Trust? Recuperado de: <https://www.theguardian.com/environment/2015/mar/16/what-is-the-wellcome-trust>.

Lazzarato, M. (2006). Políticas del acontecimiento. Buenos Aires: Tinta Limón Ediciones.

Lipovetsky, G. (2006). Los tiempos hipermodernos. Barcelona: Editorial Anagrama.

Lipovetsky, G. y Serroy, J. (2015). La estetización del mundo. Vivir en la época del capitalismo artístico. Barcelona: Editorial Anagrama.

Martínez, A. (2016a). Bosquejo para una historia de la escolarización. Conferencia inaugural. En XII Congreso Iberoamericano de Historia de la Educación Latinoamericano. Medellín.

Martínez, A. (2016b). Maestro, función docente y escolarización en Colombia. Propuesta Educativa, 1(45), 34-49.

Martínez, A. (2016c). Políticas educativas y escolarización. Conferencia inaugural. En VII Coloquio Internacional de Educación y I Encuentro de Egresados del Doctorado en Ciencias de la Educación. Cauca.

Massarini, A., Schnek, A., Piccinali, R. y Folguera, G. (2007). Democratizar el conocimiento científico: criterios y estrategias para un cambio en la enseñanza de las ciencias. En Congreso de Comunicación Social de la Ciencia. Cultura Científica y Cultura Democrática, 6. Actas. Madrid. Recuperado de: http://www.csciencia2007.csic.es/actas/co_a3_01.pdf.

Ministerio de Educación Nacional (1996). Plan Decenal de Educación. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85242_archivo_pdf.pdf.

National Science Foundation (2002). Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Recuperado de: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/bioecon-%28%23%20023SUPP%29%20NSF-NBIC.pdf>.

Noguera, C. (2012). El gobierno pedagógico. Del arte de educar a las tradiciones pedagógicas. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

OCDE (2002). Manual de Frascati. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT.

OEI (1999). IX Conferencia Iberoamericana de Ministros de Educación. Calidad de la educación, desarrollo e integración ante el reto de la globalización. Declaración de la Habana. Recuperado de: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie20a11.htm>.

OEI (2012). Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa Iberoamericano en la década de los bicentenarios. Recuperado de: <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/500>.

Ruiz, R. y Velázquez, B. (2014). La biología del siglo XXI: Innovación, bioética y bioarte. Pròs bión. Reflexiones naturales sobre arte, ciencia y filosofía. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Schultz, T. (1985). Invirtiendo en la gente. Barcelona: Editorial Ariel S.A.

UNESCO (2005). Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos. Recuperado de: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.

UNESCO (2013). El futuro del aprendizaje móvil. Implicaciones para la planificación y la formulación de políticas. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219637s.pdf>.

UNESCO SANTIAGO-OREALC (1998). La Unesco y la educación en América Latina y el Caribe 1987-1997. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001128/112847S.pdf>.

Veiga-Neto, A. (1997). Crítica post-estructuralista y educación. España: Editorial Laertes.

Wellcome (s/f). Science education: inspiring teachers and students. Recuperado de: <https://wellcome.ac.uk/what-we-do/our-work/improving-science-education>.

275

Cómo citar este artículo

Jaramillo Sánchez, C. J. (2021). El par ciencia-tecnología en el devenir hipermoderno de la estetización de la vida. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 16(47), 251-275.

TRADUCCIONES *CTS*

Homo faber revisitado: posfenomenología y teoría del compromiso material *

Don Ihde y Lambros Malafouris **

Los humanos, más que cualquier otra especie, han estado alterando sus caminos de desarrollo por medio de la creación de nuevas formas materiales y abriéndose a nuevas posibilidades de compromiso material. Es decir, nos constituimos a través de la fabricación y el uso de tecnologías que les dan forma a nuestras mentes y extienden nuestros cuerpos. Hacemos cosas que, a su vez, nos hacen. Esta dialéctica en curso ha sido reconocida hace mucho desde una perspectiva de tiempo profundo. También parece natural en el presente, en vista a los modos en que nuevas tecnologías y ecologías digitales envuelven cada vez más nuestra vida diaria y nuestro pensamiento. Aun así, la idea básica de que los humanos y las cosas están coconstituídos sigue desafiándonos y planteando importantes preguntas acerca del lugar y significado de la materialidad y el cambio técnico en la vida y evolución humanas. Este artículo, que tiende puentes entre las perspectivas de la posfenomenología y la teoría del compromiso material (MET),¹ intenta obtener una mejor comprensión acerca de estas cuestiones. Nuestro énfasis recae específicamente en la predisposición humana a la incorporación tecnológica y a la creatividad. Nos aproximamos una vez más a la noción de *homo faber* de tal manera que, por un lado, se mantenga el poder y valor de esta noción para significar la primacía del hacer, o compromiso material creativo, en la vida y evolución humanas y, por el otro, se desligue a dicha noción de cualquier connotación engañosa de excepcionalismo humano (otros animales hacen y usan herramientas). En particular, nuestro uso del término *homo faber* se refiere al lugar especial que esta habilidad tiene en la evolución y desarrollo de nuestra especie. La diferencia que hace la diferencia no es solo el hecho de que hacemos cosas. La diferencia que hace la diferencia es el efecto recursivo que las cosas que hacemos y nuestras habilidades de hacer parecen tener en el devenir humano. Argumentamos que somos *homo faber* no solo porque hacemos cosas, sino porque somos hechos por ellas.

279

Palabras clave: hacer; materialidad; herramientas; incorporación; evolución; desarrollo humano; praxis; antropología; mediación técnica; cognición encarnada

* El trabajo original fue publicado en inglés en junio de 2019 en *Philosophy & Technology* (volumen 32, número 2, pp. 195-214) y está disponible aquí: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0321-7>. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia de Atribución 4.0 Internacional de Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>), que permite el uso, la distribución y la reproducción irrestrictos en cualquier medio, siempre que se otorgue apropiado crédito al autor o los autores originales y a la fuente, se proporcione un enlace a la licencia de Creative Commons y se indique si se han realizado cambios, que en este caso se limitan a la traducción del inglés realizada por Luciano Mascaró, investigador de CONICET y docente en la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

** *Don Ihde*: Stony Brook University, Stony Brook, Estados Unidos. *Lambros Malafouris*: Keble College & Institute of Archaeology, University of Oxford, Reino Unido.

1. Por sus siglas en inglés.

Los humanos no son meras criaturas de “naturaleza” o “biología”. Tampoco son solo el producto de la “cultura”. Más bien, el modo humano de ser, que puede describirse mejor como “un continuo de interrelaciones humano-prótesis” (Ihde, 2012, p. 374), es un modo de ser en medio de las fronteras nocionales impuestas de “naturaleza” y “cultura” o “mente” y “materia”. Los humanos consiguen este posicionamiento ontológico relacional primariamente por medio del compromiso material creativo que puede ser definido como “*una dedicación duradera al descubrimiento de nuevas variedades de formas materiales, en la medida en que es posible en una situación histórica dada, a través de un compromiso saturado y situado de pensamiento y sentimiento con cosas y materiales generadores de forma*” (Malafouris, 2014, p. 144).² Tal visión relacional trae consigo una nueva visión del devenir humano (evolutivo y del desarrollo). En el corazón de esta nueva visión hay una premisa: los humanos, más que solo adaptarse a sus ambientes, también los modifican activamente (para mejor o peor), iniciando nuevos y complejos caminos coevolutivos y sinergias biosociales (Laland *et al.*, 2000; Laland *et al.*, 2014; Laland, 2017; Renfrew *et al.*, 2008; Malafouris, 2013, 2015, 2016a, 2016b; Ingold, 2004; Ingold y Pálsson, 2013; Fuentes, 2016). Dicho de manera más simple: hacemos cosas que, a su vez, nos hacen. Usamos el término “cosa” en el sentido amplio de formas materiales y técnicas —[el término] se refiere a la materialidad de los objetos mundanos, herramientas y artefactos, tanto como a tecnologías modernas y nuevas formas de cultura digital.

280

Esta dialéctica en curso entre personas y cosas no es algo nuevo. Ha sido reconocida desde hace tiempo por diversas disciplinas de las ciencias humanas, como también por las ciencias cognitivas y sociales. Aun así, la idea básica y tal vez más radical de que los humanos y las cosas están coconstituidas o entrelazadas nos sigue desafiando y plantea importantes preguntas acerca del lugar de la materialidad y el cambio técnico en la vida humana y su evolución que aún no están completamente resueltas: ¿qué queremos decir exactamente cuando decimos que las tecnologías (viejas y nuevas) nos hacen tanto como nosotros las hacemos a ellas? ¿Exactamente de qué manera están impactando las técnicas y transformaciones tecnológicas en la vida y pensamiento humanos? ¿Cuál es la mejor aproximación al estudio de esta relación de coconstitución entre personas y cosas? Para responder esas preguntas necesitamos una mejor comprensión de la mediación técnica, la cual, a su vez, demanda mejores descripciones y explicaciones interdisciplinarias que hagan justicia a la complejidad de este fenómeno multifacético del compromiso material.

Este artículo, y el número especial de *Filosofía y tecnología* que él introduce, combina perspectivas del marco arqueológico/antropológico de la teoría del compromiso material (MET) (Malafouris, 2004, 2013; Malafouris y Renfrew, 2008, 2010; Renfrew, 2004; Gosden y Malafouris, 2015) y la noción filosófica de posfenomenología (PP)³ (Ihde, 1979, 1990, 2009; Ihde *et al.*, 2015; Verbeek, 2005, 2011; Rosenberger y Verbeek, 2015; Friis y Crease, 2016), en un intento de obtener una mejor comprensión de estas cuestiones. Creemos que la teoría del compromiso material y la posfenomenología complementan los intereses situacionales y formacionales. La primera, arraigada

2. Cursivas en el original.

3. Por sus siglas en inglés.

en la arqueología y la antropología, ofrece una visión comparativa de largo plazo. Por el otro lado, la posfenomenología tomó forma por primera vez en un contexto de estudios de ciencia y tecnología (STS),⁴ y por tanto, tendía a realizar sus estudios de casos en tecnologías contemporáneas, a menudo digitales y electrónicas (Verbeek, 2008a; Ihde 2009; Rosenberger, 2011, 2013). De este modo, la mirada de largo plazo del compromiso material y la visión contemporánea de la posfenomenología se complementan. Cada una examina la interactividad de diferentes tecnologías en la experiencia del desarrollo humano. Dejando de lado las diferencias disciplinarias que separan las dos aproximaciones (en términos de sus respectivas tradiciones intelectuales, unidades analíticas y escalas temporales), en este artículo desearíamos resaltar lo que aquellos marcos tienen en común y cómo pueden ayudarse y complementarse.

En esta conexión, deben indicarse desde el comienzo dos grandes características epistémicas que unen posfenomenología y teoría del compromiso material:

1. La posfenomenología y la teoría del compromiso material comparten una fundamental dedicación a la *ontología relacional* en la que personas y cosas están vinculadas de manera inseparable (Ihde, 1979, 2009; Malafouris, 2004, 2013). Nosotros cambiamos el mundo y hacemos cosas que transforman la manera en que lo experimentamos y lo comprendemos. Nosotros, a su vez, cambiamos en este proceso (Ihde, 2009, p. 44). Ha habido diferentes formulaciones de esta idea en diversas disciplinas, desde las descripciones de Marshall McLuhan de los medios como extensión de nuestros sentidos (1994 [1964]) hasta los entramados híbridos de “actantes” de Bruno Latour (1993, 1999) hasta los *cyborgs* de Haraway (1991), hasta la “tecnicidad originaria” de la existencia humana de Bernard Stiegler (1998), hasta las afirmaciones de Daniel Miller acerca de cómo las cosas “importan” por medio de “objetivaciones” (Miller, 1998), hasta las visiones de Tim Ingold acerca de ecologías materiales (2012) y “correspondencia” (2013). Con la posfenomenología y la teoría del compromiso material, el énfasis recae especialmente en la predisposición humana a la “incorporación tecnológica” (Ihde, 1990) y al “compromiso material creativo” (Malafouris, 2014, 2015), así como también en las variedades de la habilidad, *praxis* y autoconciencia (Ihde, 2009; Malafouris, 2008b, 2014, 2015) que vienen con ella. Esto no se parece a nada que veamos en otros animales. Por supuesto, en diversos grados, todos los animales son constructores de nichos y algunos de ellos son prolíficos usuarios de herramientas. Pero la cuestión sigue siendo que no puede decirse que ningún otro mundo de la vida, además de aquel al que llamamos humano, esté constituido, y por tanto definido, sobre la base de su relación cambiante con la variedad de objetos materiales y tecnologías que él fabrica y usa. Esta afirmación no implica establecer una discontinuidad con otros animales (todos somos parte del mismo proceso evolutivo); solo busca resaltar el lugar especial que la fabricación y la cultura material tienen en la vida y evolución humanas. Donde sea que la técnica se originó, es claro que los humanos expandieron y multiplicaron la interacción —la extravagancia de un Tesla Roadster, ahora en trayectoria más allá de Marte, ilustra

4. Por sus siglas en inglés.

esta magnificación. La diferencia que nos interesa señalar no es una de habilidad cognitiva, tamaño del cerebro o sustrato genético, sino que se refiere al modo en que la autoconciencia humana está mediada técnicamente e intersubjetivamente. Más que cualquier otro animal, los humanos evolucionan creando nuevos materiales (desde madera, piedra y cerámica hasta metales, aleaciones, vidrio, papel, concreto, plásticos y silicio) y formas materiales (superficies, límites, líneas, contenedores, casas, ruedas, carteles, mapas, imágenes, cartas, documentos, máquinas, etc.) y desarrollando prácticas habilidosas que abren a nuevas posibilidades sociotécnicas (a veces habilitantes y otras inhabilitantes).⁵

El establecimiento de puentes entre perspectivas de la posfenomenología y la teoría del compromiso material nos permitirá visitar y redefinir el término *homo faber* de manera tal que podrá ser utilizado para articular este modo distintivamente creativo del devenir humano. Tal como discutiremos en la próxima sección, adoptamos el término *homo faber* por el énfasis que coloca en la fabricación y el hacer. Este énfasis nos lleva más allá de la usual y restringida preocupación antropológica acerca de las capacidades humanas o animales de construir y usar herramientas. Utilizamos el término *homo faber* para articular al humano-hacedor, y no específicamente al humano-hacedor-de-herramientas. Aunque la mayor parte de las cosas pueden ser convertidas en herramientas, muchas cosas que las personas hacen no son herramientas, o, en todo caso, ellas no son percibidas o usadas como tales. Piensen por ejemplo en un baile, una pieza de pan, o una línea trazada sobre un papel. Al visitar la noción de *homo faber* en este artículo, nuestro objetivo no es argumentar en favor de la unicidad del “humano hacedor de herramientas”, sino mentar la primacía del hacer, o compromiso material creativo en la vida humana y evolución (Malafouris, 2010b, 2012a, 2014, 2016a). En particular, nuestro uso del término *homo faber* no se refiere a una habilidad especial que solo los humanos tienen; más bien se refiere al lugar especial que esta habilidad tiene en el desarrollo y evolución de nuestra especie. La diferencia que hace la diferencia no es solo que hacemos cosas. La diferencia que hace la diferencia es el efecto recursivo que las cosas que hacemos y nuestras habilidades para hacerlas parecen tener en el devenir humano (ver también Ingold, 2013). Esta visión del desarrollo humano es también muy diferente de aquella que ve el mundo material como un stock de recursos pasivos externos para ser explotados. Nuestra visión del *homo faber* presupone y promueve abiertamente una visión paralela acerca del mundo material como algo vivo y vibrante (cf. Bennett, 2010). Esto es, nosotros pensamos la técnica como una ecología que es inseparablemente material (Ingold, 2012; Knappett y Malafouris, 2008a, 2008b), cognitiva (Hutchins, 2008, 2010, 2011) e incorporada (Ihde, 2009). El último punto nos lleva al segundo punto principal de convergencia entre la posfenomenología y la teoría del compromiso material.

282

5. La teoría del compromiso material se enfoca principalmente en habilidades y prótesis materiales del pasado, tales como la talla lítica (Malafouris, 2010b, 2012a, 2013; Iliopoulos y Garofoli, 2016; Roberts 2016; Overmann y Wynn, 2018; Roberts, 2016; Walls y Malafouris, 2016), ornamentación corporal (Malafouris, 2008a, 2008b; Iliopoulos, 2016, 2017), fabricación de imágenes (Malafouris, 2007), alfarería (Malafouris, 2008c, 2011, 2013; Malafouris y Koukouti, 2017; Arnold, 2018; March, 2017), escritura (Malafouris, 2012b, 2013), pensamiento numérico (Malafouris, 2010b, 2013; Overmann, 2016a, 2016b, 2017), la posfenomenología se enfoca frecuentemente en transformaciones de habilidades recientes y prótesis (desde juegos de computadora hasta microcirugía, ciencia y arte) (De Preester, 2009, 2011; Ihde 2016).

2. Ambos marcos teóricos colocan el énfasis de sus análisis en cuestiones de práctica y experiencia, no en representaciones. Esto nos ayuda a hacer colapsar la inútil oposición entre conocer y hacer, o bien entre cognición y compromiso material. Nuestro objetivo en lo que sigue es desafiar esta anticuada forma de pensar acerca de la mente, sosteniendo que tal visión, que desatiende las estructuras y características fundamentales de nuestro compromiso con el mundo material (en el sentido general de técnica) es incapaz de dar cuenta de su operación y evolución. Nuestra comprensión de la evolución humana nunca puede estar completa sin tomar en consideración este proceso en el que las personas y las cosas están inseparablemente entrelazadas y son coconstituídas (Malafouris, 2013, 2016a, 2016b; Renfrew *et al.*, 2008; Gosden y Malafouris, 2015; Knappett, 2005; Iliopoulos y Garofoli, 2016; Verbeek, 2011). Esta observación se sigue no solo de una perspectiva arqueológica de largo plazo, sino también en vistas a las maneras en que las nuevas materialidades (por ejemplo, digitales) envuelven cada vez más nuestra vida diaria y pensamiento (Clowes, 2015, 2018; Poulsgaard y Malafouris, 2017; Poulsgaard, 2017; Ihde, 2015). Ciertamente, el mencionado entrelazamiento constitutivo de personas y cosas, entre cognición y cultura material fue una dimensión clave de la prehistoria de nuestra especie, y continúa activa en el presente. Eso también implica que no hay humanidad “nuclear” o “esencial” (biológica o de otro tipo) que preexista, y que podría subsecuentemente ser aumentada, extendida, disciplinada o amenazada por intervenciones tecnológicas. La posfenomenología explícitamente realiza un giro antiesencialista y neopregmatista (Ihde, 2016). La tecnología está en el corazón del desarrollo humano, pero no provee o determina en ningún sentido una dirección específica de cambio (progresivo o de otro tipo). La humanidad ha sido siempre inseparable de la mediación técnica y del compromiso material. Ciertamente, una pregunta principal que une a la posfenomenología y la teoría del compromiso material concierne a la naturaleza y significado de la “mediación técnica” (Latour, 1992; Verbeek, 2011) y la primacía del compromiso material (Malafouris, 2015, 2016a, 2016b, 2018; Ihde, 1979). La mezcla propuesta de la perspectiva posfenomenológica acerca de la mediación técnica con las intuiciones de la teoría del compromiso material acerca de la coevolución de las personas y las cosas hace posible ver cómo las personas y las cosas existen en mutua interdependencia, más allá de la distinción entre cultura y naturaleza.

283

Basándonos en los fundamentos teóricos compartidos que acabamos de describir, en lo que sigue, intentaremos llevar a la posfenomenología y la teoría del compromiso material a un diálogo más cercano, con la esperanza de clarificar algunas cuestiones adicionales acerca de la relación —en permanente evolución— de las personas con las cosas. Comenzaremos con algunas clarificaciones acerca de nuestro uso y significado del término *homo faber*. Específicamente, queremos repensar la noción por medio de un “des-pensar” ciertas asunciones persistentes acerca de la naturaleza de las continuidades y discontinuidades entre los humanos y sus antecedentes evolutivos, que parecen desorientar nuestro intento de comprender el significado de la fabricación en el desarrollo humano. Entonces, extendemos nuestra discusión en el contexto del pensamiento neodarwiniano actual, proponiendo una aproximación “transaccional” más que meramente “interaccional” al significado de la mediación técnica. Por último, en la sección final, utilizamos el ejemplo de la fabricación de herramientas de piedra para explorar un conjunto diferente de continuidades y discontinuidades: las que se dan entre cognición y cultura material o entre personas y cosas. Argumentamos contra

la visión separatista cognitivista de interioridades contra exterioridades y a favor de la primacía del compromiso material.

¿Cual es el significado de *homo faber*?

“Si pudiésemos deshacernos de todo orgullo, si, para definir nuestra especie nos limitásemos estrictamente a lo que el período histórico y prehistórico nos presenta como la característica constante del hombre y la inteligencia, no deberíamos decir *homo sapiens*, sino *homo faber*. Brevemente, la inteligencia, considerada en lo que parece ser su característica original, es la facultad de manufacturar objetos artificiales, especialmente herramientas para hacer herramientas, y de variar indefinidamente la manufactura”
(Bergson, 1998 [1911], p. 139)⁶

Bergson tenía razón. A pesar de abusos pasados y las simplificaciones en el modo en que el término ha sido usado, *homo faber* es una mejor descripción de nuestra especie que *homo sapiens*. A primera vista, esta afirmación puede parecer problemática, dado todo lo que hemos aprendido en las décadas recientes acerca de las habilidades de uso de herramientas de animales no humanos (para una buena reseña, ver Haslam *et al.*, 2009; Bentley-Condit y Smith, 2010; Shew, 2017; Shumaker *et al.*, 2011). En verdad, la manera equivocada de pensar en el *homo faber* es considerar la fabricación y el uso de herramientas como una habilidad limitada al género *homo* (De la Torre, 2011). La acumulación de evidencia comparativa y observaciones de campo en la interfase de la primatología y arqueología (Haslam *et al.*, 2009) demuestra una variedad de comportamientos relacionados al uso de herramientas (por ejemplo, selección, procesamiento y acumulación y de piedras y materiales vegetales) en homínidos, primates no homínidos, y otros animales, tanto en libertad como en cautiverio. Descubrimientos muy recientes fechan la aparición de kits de herramientas hace 3.3 millones de años, mucho más antiguos que las herramientas olduvayenses, lo cual traslada el uso de herramientas al tiempo de “Lucy”, un Australopitecino, que previamente no había sido considerado como un posible usuario de herramientas (Harmand *et al.*, 2015). Ciertamente podríamos estar al comienzo de una nueva narrativa en la que el homo se inicia en el uso de herramientas luego de milenios de uso por parte de especies pre-*homo*.

Sin embargo, este reconocimiento —a saber, que otros animales también acumulan o modifican materiales durables—, bien sustentado por evidencia de habilidades manipulativas avanzadas en homínidos pre-*homo* (Kivell, 2015) y por las famosas hazañas de chimpancés que pescan termitas y cuervos que fabrican ganchos, de ninguna manera implica que la noción de *homo faber* haya perdido su poder o que esta noción deba ser abandonada. Como mencionamos, muchas especies hacen uso de herramientas, pero ningún otro animal presenta algo parecido a la inmensa variedad y complejidad de las relaciones técnicas que vemos en el caso de los humanos. Sin

6. Traducido desde la versión inglesa. Cursivas en el original.

duda hay continuidad entre la manera en que los animales construyen sus nidos y los humanos construyen sus casas, o en la manera en que los primates seleccionan, modifican y usan una amplia variedad de materiales vegetales (hoja, madera, rama, pasto) para forrajeo extractivo, interacción social y automantenimiento (Haslam *et al.*, 2009). Sin embargo, hay importantes diferencias que deben considerarse seriamente antes de que pueda hacerse cualquier comparación significativa. Aunque es tentador y productivo realizar comparaciones con las diferentes formas en que los primates y otros animales usan y se comprometen con su ambiente material (por ejemplo, utilizando herramientas percusivas o de sondeo para revelar alimentos escondidos), también debemos distinguirnos a nosotros mismos, puesto que también somos diferentes (Roux y Brill, 2005; Tallis, 2011; Malafouris, 2010c, 2012a).

La afirmación que deseamos realizar en este artículo —capturada también en la cita de Bergson— no es una de tipo separatista, que ve a los humanos como capaces de hacer algo que otros animales no pueden, a saber, fabricar y usar herramientas. Más bien, debe ser entendida como una afirmación sobre cómo los humanos llegan a ser. Los humanos son fabricantes autoconscientes que llegan a ser (ontogenética y filogenéticamente) a través de su compromiso creativo con el mundo material. Otros animales que usan herramientas no son fabricantes autoconscientes y no llegan a ser a través de la fabricación; ellos meramente manipulan los objetos materiales en un contexto forrajero extractivo y de una manera predominantemente utilitaria. Por tanto, decimos que Bergson tenía razón porque reconoció este proceso de “evolución creativa” en el centro del devenir humano. Esto es, reconoció la habilidad única de nuestra especie de recrear, cambiar y adaptar las condiciones de nuestra propia existencia y evolución por medio del compromiso material. John Dewey también interpretó a los seres humanos como creativos solucionadores de problemas usando un modelo de relacionalidad organismo-ambiente (Ihde, 2016). La noción de “situación” de Dewey ofrece una productiva forma de pensar en la inseparabilidad “transaccional” entre organismo y ambiente (ver también Gallagher, 2017, pp. 54–55).

285

Lo que se sigue de nuestras consideraciones previas es que en el caso del devenir humano hay tanto continuidad como discontinuidad. La elección de enfatizar el carácter separado sobre la continuidad con el resto del mundo animal (y viceversa) no acarrea ningún valor epistemológico *a priori*. El desafío es cómo afrontamos las diferencias (o similitudes) que hacen la diferencia dentro de este amplio y comparativo contexto biológico y evolutivo. Un modo tradicional de encarar este problema ha sido distinguir entre diferencias de grado y diferencias de tipo. Tal como Darwin indicó correctamente: “la diferencia entre la mente del hombre y de los animales superiores, por más grande que sea, es ciertamente una de grado, y no de tipo” (Darwin, 1871, p. 105).⁷ Pero en lo que concierne al entrelazamiento humano con la cultura material, la afirmación de Darwin es más bien poco útil. Parece importante reafirmar esta intuición darwiniana, pero, en sí misma, no nos acerca a comprender el sentido modificador ni el impacto de la mediación técnica en la evolución humana. La falta de claridad conceptual acerca del uso y significado de términos como grado, tipo, mente y uso de

7. Traducido desde la versión inglesa.

herramientas es un importante factor que contribuye a nuestros problemas en la tarea de distinguir cuáles son las continuidades o diferencias que importan (Malafouris, 2010b, 2012a, 2013).

Incluso dentro del estrecho y bien estudiado contexto del uso y fabricación de herramientas, no hay forma simple y directa de decir qué es lo mismo y qué es diferente entre lo que hace el chimpancé cuando rompe una nuez y lo que los primeros homínidos hicieron cuando arrancaron una lasca de un núcleo lítico (ver por ejemplo Bril *et al.*, 2015). Asumir continuidades o discontinuidades *a priori* entre el uso de herramientas en los primeros homínidos y en chimpancés no va a ayudarnos mucho en la tarea de discernir de hecho las similitudes y diferencias entre las habilidades involucradas en el partir nueces y el astillamiento de piedras. En cambio, sería más fructífero comenzar desde una perspectiva de compromiso material, en busca de comprender las constricciones materiales, el impacto en las acciones y los movimientos de los agentes, así como también la naturaleza de las habilidades implicadas en ambas tareas. Tanto el compromiso material como la posfenomenología reconocen que las *affordances*⁸ y resistencias de la materialidad emergen de contextos relacionales de uso (Malafouris, 2008b, 2010a, 2010b; Malafouris y Renfrew, 2010; Malafouris y Koukouti, 2017; Renfrew *et al.*, 2008; Ihde, 2016).

La intencionalidad humana parece ofrecer un criterio básico de diferenciación. Ciertamente, el sentido de “referido a”⁹ característico del oficio y diseño humano debe ser muy diferente de la relación entre un animal y el nido que construye para refugiarse. Pero a continuación argumentaremos que, si la intencionalidad ha de ofrecer un criterio útil [para distinguir] la mentalidad humana, no es debido a los modos en que ella corporiza la planificación anterior y representaciones mentales, sino más bien por las formas en que los estados intencionales se corporizan y se realizan directamente en el espacio híbrido de la acción situada (Suchman, 2006; Malafouris, 2008c; Gallagher, 2017, p. 77).

Entonces, tal vez, no es nuestra noción de *homo faber* la problemática, sino la forma en la que nos aproximamos a ella y la comprendemos a través de la lógica antropocéntrica separatista que prioriza las continuidades evolutivas por sobre las discontinuidades o viceversa. Nuestra sugerencia es que tal vez el debate resultante y la pregunta están enmarcados de manera equivocada. Claramente, preguntas acerca de la continuidad o discontinuidad son inherentemente imprecisas porque presuponen que podemos determinar inmediatamente que hay alguna diferencia o similitud general y fundamental entre humanos y otras entidades (humanas o no humanas). Esto presupone que tenemos un criterio claro y evidencia suficiente para determinar cuándo dos tipos de entidades o procesos son lo suficientemente diferentes o similares para ser llamados, respectivamente, “continuos” o “discontinuos”. Sugerimos que

8. Como es sabido, la noción técnica *affordances* (desarrollada inicialmente por James. J. Gibson) puede ser traducida de diversas maneras, cada una desde una matriz teórica y explicativa diferente: “accesos prácticos”; “posibilidades de acción”; “disposiciones”; “potencialidades”; “ofrecimientos”. Si optásemos por una única traducción correríamos el riesgo de limitar la riqueza conceptual del término. Teniendo esto en cuenta, optamos por dejar el término en su versión original (N. del T.).

9. *Aboutness*.

cualquier par de procesos pueden ser a la vez continuos y discontinuos en relación a ciertos aspectos. Por ejemplo, cuando se trata de comprender el devenir humano, el hecho de que compartimos casi el 99% de nuestro ADN con los chimpancés comunes (*pan troglodytes*) y los bonobos (*pan paniscus*) es tan importante e informativo como el 1% de nuestra diferencia (Tallis, 2011; Marks, 2003). Todo depende de la exacta naturaleza de la pregunta o cuestión que tratamos de entender. No hay medida exacta de la continuidad o diversidad.

En cualquier caso, la pregunta interesante no es si el uso de herramientas en animales y humanos es continuo o discontinuo (claramente es ambos), sino más bien cómo impacta éste en el proceso de evolución en diferentes especies y qué constituye un análisis comparativo valioso. Si vemos continuidades en la línea de los homínidos en lo que respecta a la fabricación y uso de herramientas de cortar, no es debido al casi 99% de ADN que compartimos; más bien es porque no menos del 99,8% de los 2.6 millones de años (o tal vez, como indicamos, 3.3 millones de años) de historia de homínidos comprometidos con herramientas de corte se empleó en la producción percusiva de herramientas de piedra (Whiten, 2015, p. 1). Es la práctica persistente de la producción percusiva de herramientas de piedra lo que genera continuidad —al producir un entramado de contingencias kinestésicas y sensoriomotoras con suficiente unidad—, no el modo en que los genes se codifican para (ciertos) rasgos.

Por supuesto que la diferenciación fisiológica no debe ser ignorada. Los *homo sapiens* que ya hace tiempo evolucionaron de manera diferente a la de nuestros primos, chimpancés y bonobos, tienen molares y músculos de la mandíbula pequeños, han perdido las crestas sagitales y tienen tubos digestivos mucho más cortos y menos voluminosos que cualquier pariente primate. Una teoría antropológica, de Richard Wrangham (2009), relaciona este hecho con hábitos alimenticios diferenciados, o lo que podría llamarse técnica culinaria. La comida también es, al fin y al cabo, un material; y un proceso de preparación y cocina, es una *praxis*. Hoy reconocemos que los homínidos primitivos bien pueden haber utilizado complejas técnicas de procesamiento de alimentos y herramientas para hacerlo más fácilmente digerible que sin preparación (Zink y Lieberman, 2016), y esto con anterioridad al fuego y la cocina, que transforma incluso más la comida. Se ha descubierto que el metabolismo humano es un 27% más alto que el de los primates, con solo un 10% del tiempo que ellos emplean en masticar (Gibbons, 2016). “Somos lo que comemos” es una variación del “hacer herramientas y ser hechos por herramientas”. Probablemente la alimentación y preparación de alimentos ha tenido un fuerte impacto evolutivo en darle forma a los cuerpos humanos. Recientemente, mientras que Wrangham presenta un caso fuerte acerca del modo en que la preparación de comida llevó al cambio corporal humano desde los seis millones de años a partir de la separación humano/primate, la neuróloga Suzana Herculano-Houzel indica que los simios también tenían una dieta diferente con diferente preparación, la cual bien podría haber llevado a la divergencia de tipo corporal que ahora vemos (Herculano-Houzel, 2016).

Para descubrir cuáles son las continuidades y discontinuidades que importan, necesitamos una aproximación que nos permita ver y explorar, por un lado, cómo diversas formas de materialidad se presentan y afectan los cuerpos y sentidos de diferentes animales, y por el otro, cómo y por qué diferentes cuerpos y formas de

incorporación (asociadas con diferentes animales) invocan o se permiten ciertos modos de compromiso y uso de formas específicas de materialidad. Entonces, utilizamos el término *homo faber* no para significar la diferencia, ni en el sentido de un excepcionalismo estéril que ve a los seres humanos como una especie diferente con un conjunto especial de propiedades predefinidas. En cambio, utilizamos el término *homo faber* para significar la distinción, en un sentido antropológico enactivo, que se preocupa por entender los modos de ser y devenir en humanos y otras especies.

Más allá de la mera interacción

Como vimos, un examen cuidadoso de la larga y múltiple historia evolutiva de los comportamientos relacionados con herramientas revela que el tipo de mente que tenemos depende del tipo de herramientas que construimos y usamos (el término herramienta se usa aquí en su sentido más amplio de mediación técnica). De muchas maneras, no siempre bien entendidas, la inteligencia humana es tanto el producto de la fabricación como el producto de la evolución darwiniana por medio de la selección natural. La capacidad humana de intercambiar energía de manera creativa y de distribuir el trabajo entre la biología y la cultura plantea importantes preguntas acerca del impacto de la cultura material y el significado de la “mediación técnica” en la evolución de nuestra especie (cf. Latour, 1990, 1992, 1993, 1999; Verbeek, 2005, 2011; Wheeler y Clark, 2008).

288

Sin embargo, una equivocación persistente en este contexto, que a menudo pasa inadvertida, ha sido ver al devenir humano como ontológicamente separado, aunque comprometido en algún tipo de diálogo epifenoménico o interacción con la mediación técnica. Por ejemplo, es común pensar y hablar de evolución, o de describir la coevolución de los humanos y su ambiente relevante, natural o construido, como una adaptación. El pensamiento darwiniano evolutivo ve esa adaptación como unidireccional (Mesoudi, 2011), mientras que marcos coevolutivos de biología evolutiva del desarrollo¹⁰ y teorías de construcción de nichos reconocerían la reciprocidad causal y la interacción involucrada (Laland *et al.*, 2000, 2014). Aun así, incluso desde una perspectiva tan interactiva, la noción de adaptación implica un proceso por el cual dos o más entidades preformadas, i.e. organismos específicos (humanos y no humanos) y ambientes (naturales y artificiales) se aproximan, adaptándose el uno al otro. Esta interpretación parece permitir la posibilidad de dos procesos separados, uno de evolución humana y uno de evolución tecnológica. Los dos procesos pueden, por supuesto, interactuar e impactar uno con el otro, pero, aun así, ambos permanecen ampliamente separados. Incluso más, según la visión ortodoxa y neodarwiniana de la evolución de la cultura, es claramente concebible que haya un proceso de humanización sin mediación técnica. La suposición es que las herramientas evolucionan de manera similar a los humanos, es decir, por vía de selección natural darwiniana, y que la evolución de ellas influye, pero no los cambia realmente. En otras palabras, habría “interacción”, pero no “transacción” o “interrelación”.

10. *Evo-devo*.

Sostenemos que, ontológicamente hablando, la recién mencionada posición neodarwiniana asume equivocadamente que, de alguna manera, organismo y ambiente existen con anterioridad a su constitución relacional. Tanto la posfenomenología como la teoría del compromiso material buscan superar este problema adoptando una aproximación enactivista y transaccional al estudio de la evolución humana y el significado de la adaptación (Malafouris, 2009, 2016a, 2016b; Garofoli, 2016). La posfenomenología y la teoría del compromiso material reaccionan en contra de la oposición entre una esfera “natural” de la especiación humana y un reino “cultural” del cambio “tecnológico”. Como contracara, los artefactos que corporizan y frecuentemente mediatizan activamente aquellas relaciones no son neutrales o pasivos, sino que dan forma y transforman —a menudo de maneras no anticipadas o involuntarias— la experiencia humana (cf. los conceptos de delegación y guión¹¹ en Latour, 1992, 1999). Una consecuencia de esto es que el cambio tecnológico no es siempre progresivo y lineal, o en modo alguno controlado y planeado. La extensión y la mejoría producen dependencias y sustituciones. La evolución humana en el sentido de devenir no es direccional, sino inherentemente creativa, en curso, y por tanto incompleta (Malafouris, 2014, 2015, 2016a, 2016b, 2016c).

Entender el potencial y el poder transformador de la mediación técnica en lo referente a cómo vivimos y nos comprendemos a nosotros mismos y al mundo que nos rodea provee un punto de intersección entre la posfenomenología y la teoría del compromiso material. Incluso más, reconocer la primacía del compromiso material creativo nos protege de reiterar la inútil división naturaleza/cultura, que frecuentemente resulta en una visión separatista de la evolución humana y la evolución técnica y cultural. La mediación técnica no es algo que opera en un reino “cultural” separado que puede ser reducido a o explicado por medio de los familiares principios evolutivos darwinianos. En vez de observar la selección natural para comprender el cambio tecnológico deberíamos concentrarnos en el estudio de las aptitudes creativas de la conciencia humana, las variedades y oportunidades cambiantes para el compromiso material y los modos en que esos procesos se incrustan en ambientes sociales e históricos específicos.

Tanto la posfenomenología como la teoría del compromiso material, en tanto programas de investigación, se caracterizan por su atención al análisis de cosas mundanas y prácticas materiales, así como también a diferentes manifestaciones históricas del constitutivo y ampliamente inescapable —o “natural”— entrelazamiento de personas y cosas. Esta postura epistémica promueve un claro cambio metodológico hacia un análisis contextual y comparativo, antropológico y filosófico. También promueve una novedosa percatación, y por lo tanto, una autoconsciencia crítica acerca de la unidad ontológica de personas y cosas. Una vez que se afirma la unidad, pueden emerger nuevas actitudes acerca del cuidado y la política de la mediación, más allá de la obsoleta y engañosa visión separatista de una vida libre de “tecnología”. Esto no significa que la tecnología sea algo que debemos dar por sentado en sus manifestaciones históricas particulares. No hay nada inherentemente bueno o malo

11. *Script*.

acerca de un nuevo desarrollo tecnológico, pero, dada la importancia que estos desarrollos tienen en la vida humana y nuestros modos de pensar, vale la pena estudiar en mayor detalle los efectos específicos que ellos pueden tener en nosotros. El desafío no es cómo liberarnos de la tecnología: es cómo convertir a la tecnología en un instrumento de liberación y autoconsciencia crítica.

Más allá de las interioridades y exterioridades

Otro importante punto de convergencia entre la posfenomenología y la teoría del compromiso material es su constatación de que mucho de lo que identificamos como comportamiento humano inteligente nunca ocurre íntegramente dentro de la cabeza de un individuo, sino que está distribuido, enactuado y mediado a través de una variedad de formas sociomateriales y procesos de compromiso material. La misma premisa general acerca de la ontología extensiva y transaccional de la relación entre la mente y el mundo material también puede encontrarse (en diferentes formulaciones y grados) en muchas aproximaciones recientes, dinámicas, enactivas, corporizadas y ecológicas al estudio de la mente humana en filosofía y ciencia cognitiva (Varela *et al.*, 1991; Clark, 1997, 2008; Chemero, 2009; Thompson, 2007; Hutto y Myin, 2013; Gallagher, 2017). Aun así, las aproximaciones mencionadas raramente enfatizan lo suficiente o consideran seriamente la importancia de la técnica y los detalles de la cultura material. Aun así, hay muy buen potencial para una fertilización cruzada entre esas tendencias en rápido desarrollo en filosofía de la mente y más allá (Malafouris, 2018). Del mismo modo, aproximaciones fenomenológicas tradicionales con su fuerte énfasis en el carácter de primera persona de la conciencia, a veces obstruyen una comprensión satisfactoria, verdaderamente interactiva y descentralizada de la relación coconstitutiva y en evolución, entre la mente y la materia. La posfenomenología y la aproximación de compromiso material comparten ese interés en la exploración de cómo la cosas importan en el pensamiento y la acción humanos, e intentan ofrecer una rica explicación de las múltiples maneras en las cuales los humanos y los objetos materiales se relacionan unos con otros y en diferentes contextos.

Como contracara, consideramos necesario poner en cuestión los principios cognitivistas o computacionales generalmente aceptados de la psicología evolutiva —que también están implícitos en las aproximaciones darwinistas actuales acerca de la evolución cultural— que asumen que la cultura puede ser entendida como “información” (en el sentido amplio de conocimiento, creencias, actitudes, normas, preferencias y habilidades) adquirida y almacenada en los cerebros humanos a través de varios mecanismos de transmisión social y aprendizaje (Mesoudi, 2011; Richerson y Boyd, 2005). El razonamiento y los procesos darwinianos que han probado ser tan útiles en biología no pueden ser aplicados al estudio de la técnica. Las técnicas no se representan ni se guardan dentro de los cerebros, sino que son enactuadas por personas situadas. Las relaciones humano-tecnología no son representacionales, sino relaciones de incorporación (Ihde, 1979, 1990, 2015).

Esta idea básica tiene una larga ascendencia en filosofía. Ya mencionamos la idea de “evolución creativa” de Bergson y el énfasis de Dewey en la experiencia, pero es con la psicología fenomenológica de Merleau-Ponty, especialmente, con

su publicación de *Fenomenología de la percepción* (1945) que vemos un rechazo radical de la primera epistemología moderna basada en las obras del Siglo XVII de John Locke y René Descartes. La de ellos era una “mente en un cuerpo-caja” que conducía a datos sensoriales, introspección, y experiencia interior de primera persona. La epistemología moderna temprana “inventó” el sujeto interno que solo conoce pensamiento interior. Merleau-Ponty rechazó esa visión —y con ella, también, la primera noción husserliana de conciencia “centrada en el ego”— para conducir, en cambio, a una serie de descriptores que giraban en torno a estar “en un mundo, fuera de uno mismo”.

“Este campo fenomenal no es un ‘mundo interno’, el fenómeno no es un ‘estado de conciencia’ o un ‘hecho mental’, y la experiencia de los fenómenos no es una introspección” (Merleau-Ponty, 1962 [1945], p. 59).¹²

Esta visión, que incluye las perspectivas interna y externa, está bien ilustrada en el clásico ejemplo del bastón del ciego, también utilizado por Michael Polanyi y Gregory Bateson (1972). Este ejemplo del ciego con el bastón apunta en dirección a algo que también es convergente entre la posfenomenología y la teoría del compromiso material: ¿dónde termina el yo del ciego y comienza el resto del mundo? Desde una perspectiva fenomenológica puede sostenerse que el ciego que usa un bastón no lo siente a él, sino la presencia o ausencia de objetos en el ambiente exterior. Aunque el bastón ofrece los medios para semejante exploración, este es olvidado, tal como describe Merleau-Ponty:

“El bastón del ciego ha dejado de ser un objeto para él; ya no lo percibe en sí. Más bien, la punta más lejana del bastón se transforma en una zona sensible, ampliando el alcance y el radio del acto de tocar. Ha llegado a ser análoga a la mirada. Cuando se exploran los objetos, el largo del bastón no interviene explícitamente, ni actúa como mediador: el ciego conoce su extensión por la ubicación de los objetos, no la ubicación de los objetos por la extensión del bastón. La ubicación de los objetos se da inmediatamente por el alcance del gesto que los encuentra, en el cual, más allá de la extensión posible del brazo, el radio de acción del bastón es incluido” (Merleau-Ponty, 1962, p. 143).

La posfenomenología ha llevado estas nociones hacia variantes de prótesis en los estudios de Helena De Preester (De Preester, 2011; De Preester y Tsakiris, 2009). Como ocurre con muchos ejemplos de prótesis, con tiempo y práctica el bastón es incorporado, y por ello se vuelve transparente. La sensación táctil se proyecta de algún modo al punto de contacto entre la punta del bastón y el ambiente exterior. El tacto se

12. Las traducciones de fragmentos de Merleau-Ponty se realizan a partir de la versión inglesa utilizada por los autores de este artículo (N. del T.).

convierte en un sentido de la distancia.¹³ En resumen, por un lado, el esquema corporal se extiende para incorporar el bastón y, por el otro, el cerebro trata al bastón como si fuese parte del cuerpo. ¿Qué pasa con el bastón? Incluso para aquellos de nosotros dispuestos a suscribir a alguno de los actuales modelos relacionales de incorporación que reconocen que las diferenciaciones entre interior y exterior a menudo no se aplican en el contexto de la actividad mediada y el compromiso material, el estatus ontológico del bastón permanece infraespecificado. Algunas de las preguntas más persistentes acerca de la emergencia y evolución de la inteligencia humana dependen específicamente de dónde uno decida, implícita o explícitamente, trazar la línea entre el mundo material y el mental, e inferir la dirección de la causalidad entre la biología y la cultura.

Nuestra dificultad inherente para conceptualizar la ontología del bastón deriva del hábito representacional aún presente de imaginar la mente como un aparato computacional atado al cerebro. El ejemplo del ciego con el bastón apunta a ayudarnos a romper aquellos hábitos y volver a trazar la línea que separa cerebros, cuerpos y cosas. Más que un mero experimento mental, este ejemplo ha sido utilizado en el contexto de la teoría del compromiso material como una hipótesis de trabajo que establece que la anatomía funcional de la inteligencia humana (cuerpo y cerebro) es un constructo dinámico, remodelado en detalle por experiencias conductualmente importantes que son mediadas —y frecuentemente constituidas— por el uso de objetos materiales que, por esa razón, deben ser vistos como partes continuas e integrales de la mente humana (Malafouris, 2008b, 2013). El ejemplo del bastón del ciego ofrece un modo intuitivo de desplazar nuestra atención desde la distinción entre “mente” y “materia” o “dentro” y “afuera” hacia maneras comunes y relacionales de pensar —que están en desarrollo— acerca de las complejas interacciones entre cerebro, cuerpo y mundo. El carácter transaccional de la relación entre el ciego y el bastón provee un punto de referencia diacrónico para defender una continuidad ontológica entre mente y materia. También nos ayuda a reconceptualizar la profunda corporización, ecología y plasticidad de la mente humana.

Tomemos por ejemplo las herramientas de la edad de piedra. A pesar de las obvias diferencias en términos de tamaño, estilo y técnica, todas esas herramientas son producto de un proceso simple de fractura. Los arqueólogos llaman a este proceso “talla”,¹⁴ es decir, la separación por golpe de una lasca a partir de un núcleo de piedra

13. El análisis de Merleau-Ponty sobre la mediación técnica en el bastón del ciego se vuelve mucho más “remoto” en las tecnologías protésicas contemporáneas. Tanto Ihde como Rosenberger se ocuparon de tecnologías de detección remota (Ihde, 2008; Rosenberger, 2011, 2013). Ihde se ha referido frecuentemente a las prácticas de jugar juegos de computadora como una práctica prehabilitante que hoy ayuda a los capacitados en “cirugía Nintendo”; en otras palabras, las habilidades ojo-mano que son útiles para tecnologías quirúrgicas laparoscópicas imperan ahora sobre doctores que lidian con cirugías auditivas, de angioplastia y otras microcirugías (Ihde, Lowood y Guins, *Debugging Game History*, MIT Press, 2016, pp. 127–132). De manera similar, la detección remota, como en el Mars Explorer y la mayoría de los controles de drones, depende de un pre-entrenamiento de simulación (Rosenberger, 2011). Muchos otros estudios de caso contemporáneos están reunidos en la serie de Lexington Books (Ihde *et al.*, 2015; Botin *et al.*, 2015). Celulares, tecnologías de medios de comunicación y otras tecnologías contemporáneas están incluidas.

14. En inglés, *knapping*. Se trata de un término técnico proveniente de la arqueología que refiere a la llamada “talla lítica experimental”. La exposición de esta noción se realiza inmediatamente en el texto (N del T).

(Roux y Brill, 2005). Si, como propusimos, la fabricación importa en el desarrollo humano, entonces artefactos como aquellos ofrecen un punto de inicio para nuestro análisis. Por supuesto, la fabricación de herramientas representa solo una pequeña isla en el mar de las posibilidades técnicas. Es la durabilidad de la piedra más que un estatus especial o predilección por la habilidad de talla la gran responsable del lugar prominente de las herramientas de piedra en el registro arqueológico. La talla de piedra y el uso de herramientas de piedra era solo una entre muchas técnicas o formas de cultura material utilizadas por los humanos primitivos. Pero dejando de lado el prejuicio de la preservación referido a los artefactos líticos en arqueología, hay un prejuicio diferente, de tipo ontológico, que es el que nos resulta más preocupante — el cual, esperamos, puede ser expuesto y superado con la ayuda del ejemplo de la talla—; se trata de la pregunta por los límites de la mente.

Como indica Lambros Malafouris en *Cómo las cosas dan forma a la mente* (2013), el proceso de talla es crucial no solo en el sentido arqueológico de lo que puede o no decirnos acerca de la evolución de la habilidad, sociedad o tecnología humanas, sino también en relación a dos temas/problemas metafísicos fundamentales que están arraigados profundamente y de manera persistente a lo largo de la historia de la filosofía: a saber, el problema mente-cuerpo y el problema de la conciencia humana o intencionalidad. La fabricación de herramientas es un interesante argumento en favor de la metaplasticidad, al demostrar las complejas transformaciones de energías y materiales entre el organismo humano y su nicho cognitivo.

Enfoquémonos en un famoso ejemplo, “el hacha de mano achelense”. Técnicamente, es un bifaz utilizado para carnicería y carpintería hace entre 1.5 y 0.3 millones de años, inicialmente por el *homo erectus*. La enorme distribución geográfica —que abarca África, Medio Oriente, la mayor parte de Europa y partes de Asia— y su amplia distribución temporal significan que probablemente se trate de la pieza de cultura material más duradera en el registro arqueológico (Lycett y Gowlett, 2008; Ihde, 2018). Más interesante, sin embargo, dado nuestro propósito en este artículo, es la controversia acerca de la forma simétrica (típicamente, con forma de gota) de estos bifaces primitivos. En particular, algunos arqueólogos verán una “intención consciente” detrás de la morfología simétrica del hacha de mano (para un resumen de la discusión, véase Lycett, 2008; Malafouris, 2010b, 2013). Del otro lado del debate, muchos arqueólogos estarán en desacuerdo, argumentando que la simetría percibida es simplemente una consecuencia de la técnica de manufactura más que un producto de intención humana o elección consciente de parte de los fabricantes de herramientas achelenses (Noble y Davidson, 1996; Wynn, 1995). Dentro de la arqueología, la antropología y la filosofía, el debate acerca de esas cuestiones continúa obstaculizado por concepciones prevalentes acerca de la localización de la mente, junto con una ontología defectuosa de la cultura material. Las tendencias “computacionales” y “neodarwinianas” dominantes siguen siendo la fuente de confusión al reiterar la idea de una mente separada del cuerpo, una mente prominentemente en control del cuerpo, y una mente extrañamente intacta e inalterada por ninguna de nuestras incontables interacciones dentro del mundo.

Una consecuencia obvia de este predicamento metafísico es que el hacha —una cosa hecha de piedra— no puede participar per se en el reino cognitivo del tallador. Solo

puede ser el producto o la representación externa de una idea “interna” preformada o proceso cognitivo que fuera subsecuentemente realizado en el mundo externo físico. Si corregimos las “marcas de lo cognitivo” en este sentido dualista tradicional, el hacha, como cualquier otra herramienta, solo puede ser vista como una suerte de rastro epifenoménico o residuo cognitivo dejado en el registro arqueológico por la secuencia operacional del gesto de tallar. El hacha, entonces, ofrece un ensamble residual de rastros cognitivos del pasado que un arqueólogo podría usar como un medio “indirecto” para entrar en el reino cognitivo propiamente dicho y realizar inferencias acerca de modos pasados de pensar. Pero, ¿es este reino “interno” cognitivo donde realmente necesitamos estar? Y en efecto, ¿estar dónde? ¿Dónde termina la mente y comienza la herramienta de piedra? ¿Hay fundamentos suficientes, más allá del mero hábito o conveniencia, para aceptar de manera acrítica la lógica representacional dualista del escenario “internalista” popular presentado más arriba?

Dados los esfuerzos ontológicos que comparten tanto la posfenomenología como la teoría del compromiso material, esta pregunta debe ser respondida negativamente. Aceptar la metafísica internalista de las representaciones mentales sería negar la centralidad de la experiencia vivida de la talla como una forma de incorporación y de las herramientas como prótesis enactivas y cognitivas (Malafouris, 2008b, 2010b). La piedra en la mano del tallador hace más que ofrecer pasivamente las “condiciones de satisfacción” necesarias a la intención del tallador. El acto de tallar no ejecuta simplemente la intención del tallador, ya formada en su cabeza antes del acto, sino que más bien produce esa intención. La intención de astillar es constituida, al menos parcialmente, por la piedra misma. La información acerca de la piedra no se representa internamente y es procesada por el cerebro para formar el contenido representacional de la situación intencional del tallador. En cambio, la piedra, como el cuerpo del tallador es una parte integral y complementaria de la intención de tallar. Cada golpe prepara y esculpe la plataforma para el siguiente. Cada golpe puede también revelar algo nuevo acerca de las cualidades y *affordances* de la piedra. Esto no niega en modo alguno que el tallar como forma de habilidad manual incorporada está intrínsecamente asociado con, se deriva de y lleva a patrones específicos de activación neural (ver Stout *et al.*, 2008). Sin embargo, ver el tallado de esa manera evita las usuales falacias neurocéntricas que toman al cerebro como el controlador ejecutivo de la actividad corporizada; más bien es al revés: ahora la actividad corporizada controla las redes de activación relevantes del cerebro. El pensamiento humano “se queda con el cuerpo más que dentro del cuerpo, es hecho a mano” (Malafouris, 2013) La intención ya no viene antes de la acción, la conciencia es extensiva, mente y acción son una. Por tanto, lo mental y lo físico no son dos polos opuestos, sino que encuentran unidad a través del proceso de tallado. De manera similar, no hay roles agenciales fijos en este proceso. La piedra se proyecta hacia el tallador tanto como el tallador se proyecta hacia la piedra, y juntos ellos constituyen un estado intencional extendido, como remarca Malafouris:

“El tallador primero piensa con y a través de la piedra antes de poder pensar sobre la piedra y, por tanto, acerca de él mismo como un agente consciente y reflexivamente atento. En la construcción de herramientas, toda actividad formativa de pensamiento ocurre donde la mano se encuentra con la piedra. Hay poca planificación

deliberada (al menos, en el sentido que se implica en la mayoría de las interpretaciones arqueológicas), pero hay mucha aproximación, anticipación, suposición, y por ello, ambigüedad acerca de cómo se comportará el material. Unas veces el material colabora; otras, se resiste. Con el tiempo, a partir de esta tensión que evoluciona, viene la precisión y, por tanto, la destreza. El tallado, entonces, no se trata de externalizar ideas preformadas o de imponer forma a materia. Se trata, en cambio, de aprender cómo hacer y sostener una idea y de desarrollar un explícito “sentido de agencia”. El sentido de agencia del tallador emerge de su alianza artificial con la mano material. Es esta coalición híbrida lo que posibilitó la direccionalidad del tallado” (Malafouris, 2013, pp. 176-177).

Ihde reconoció que uno debe estudiar variaciones, tanto en las capacidades robóticas como en las animales, para entender las diferentes rutas que puede tomar la incorporación, particularmente en la proliferación contemporánea de nuevas intuiciones provenientes de la inteligencia artificial y de estudios de animales (Ihde, 2015, 2018). El filósofo Peter-Paul Verbeek utiliza la noción de *cyborg* para plantear una cuestión similar acerca del fenómeno de la intencionalidad humana como constituido en parte por la tecnología. Él introduce el término “intencionalidad *cyborg*” (Verbeek, 2008b) para expresar los diferentes tipos de relaciones intencionales entre humanos y tecnologías. Verbeek distingue tres grandes formas de “intencionalidad *cyborg*” para describir las diferentes combinaciones de seres humanos y no humanos. En primer lugar, se refiere a la intencionalidad mediada, que es una noción originalmente desarrollada en la obra de Don Ihde (1990). La intencionalidad mediada se utiliza para expresar el simple hecho de que la mayor parte de las relaciones que tenemos con el mundo que nos rodea están o bien mediadas, o bien dirigidas a aparatos tecnológicos y artefactos. En particular, la intencionalidad puede trabajar a través de artefactos tecnológicos, como cuando usamos nuestros anteojos para leer un diario; puede ser dirigida a artefactos, como cuando leemos el diario; e incluso puede tener lugar sobre su trasfondo, como cuando accionamos el interruptor de la luz para poder leer el diario. El segundo tipo es la intencionalidad híbrida y se refiere a la fusión de hecho más que a la interacción entre lo tecnológico y lo humano. Finalmente tenemos una intencionalidad compuesta, que Verbeek define como una “adición” o “interacción” entre la intencionalidad humana y la de los artefactos tecnológicos mismos. En este sentido, la direccionalidad del termómetro con respecto a la temperatura da forma a la direccionalidad humana con respecto a la medición de la temperatura (Verbeek, 2008, pp. 387-388). Aquí también son relevantes las nociones de intencionalidad enactiva (Gallagher, 2017) y de intencionalidad habilidosa; la última expresa la tendencia a un óptimo control sobre una situación, por medio de una respuesta selectiva a las múltiples *affordances* disponibles simultáneamente (Bruineberg y Rietveld, 2014; Rietveld y Brouwers, 2017).

295

Conclusión

Desde la temprana prehistoria, los humanos hemos estado dando forma a nuestras mentes, constituyéndonos y reinventándonos a través de las cosas que hacemos y las habilidades que desarrollamos al utilizar dichas cosas. Este énfasis en la mediación

técnica y el compromiso material es lo que une las perspectivas de la posfenomenología y la teoría del compromiso material.

La noción de *homo faber* ha sido utilizada en este artículo para dar a entender este aspecto crucial del desarrollo humano. Hemos intentado volver a aproximarnos a la noción de *homo faber* de un modo tal que, por un lado, se retenga el poder y el valor de esta noción para mentar la primacía del hacer, o compromiso material creativo en la vida y evolución humanas, y que, por el otro, se desligue a dicha noción de cualquier connotación engañosa. Nuestra tesis principal ha sido que la fabricación yace en el corazón de la condición humana. Esto no es un argumento a favor del excepcionalismo humano (otros animales hacen y utilizan herramientas); tampoco es un argumento a favor o contra la continuidad de las habilidades de uso de herramientas entre animales y humanos (ningún animal hace y usa herramientas de la manera en que lo hacen los humanos). Sostuvimos que somos *homo faber* no porque hacemos cosas, sino porque somos hechos por ellas. Las personas modifican y son modificadas por la tecnología. El argumento que intentamos desarrollar no es uno que favorece el determinismo tecnológico o el utopismo, sino uno que enfatiza el rol activo del compromiso material en la ejecución y constitución de la vida humana. La materialidad y las formas de mediación técnica que los humanos fabrican y usan no son pasivas o neutrales, sino que dan forma activamente a lo que somos en un momento histórico dado. Nuestro desafío es comprender de qué maneras y en qué grado los seres humanos son moldeados y constituidos por las cosas que ellos hacen. ¿Por qué los humanos se preocupan tanto por las cosas? ¿Cuáles son las implicancias de eso para nuestra comprensión del devenir humano?

296

Responder esas preguntas demanda una colaboración interdisciplinaria que tome en cuenta los efectos evolutivos, históricos, sociales, morales y políticos de la tecnología. Más importante que la gran cantidad y variedad creciente de cosas materiales, y nuestra dependencia para con ellas, es la profunda complejidad de nuestro compromiso con ellas. “El diablo está en los detalles.” Una lectura superficial de la cuestión y la falta de una genuina comprensión interdisciplinaria de lo que está en juego fácilmente podría llevar a una versión o comprensión “débil” del compromiso material. Esta versión “débil” tiene un cierto encanto porque parece compatible con paradigmas neoevolutivos y cognitivistas actuales, con pocas o ninguna reforma en sus postulados principales. Pero esta versión, de hecho, seguiría siendo superficial. Nosotros defendemos una aproximación más “radical”, y en este artículo intentamos hacer más explícitas algunas de las implicancias que tal aproximación tiene para nuestra comprensión del desarrollo humano. Propusimos que este desarrollo puede explicarse mejor a través de la mediación técnica y el compromiso material creativo que por medio de la evolución darwiniana y selección natural. La incapacidad de ver este punto básico ha sido la fuente de mucha confusión entre las disciplinas responsables de delinear la forma de la evolución humana y de actualizar nuestra comprensión de lo que significa ser humanos.

Agradecimientos

La escritura de este artículo y la preparación de este número especial fue asistida por el subsidio de la John Templeton Foundation, “Ligado al yo: la construcción de la conciencia humana” (ID 60652), el subsidio reducido de investigación del Keble College y el subsidio al Consolidador del European Research Council (ERC) (Nº 771997 European Union Horizon 2020), otorgado a Lambros Malafouris.

Bibliografía

Arnold, D. E. (2018). *Maya Potters' indigenous knowledge: cognition, engagement, and practice*. University Press of Colorado.

Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind: Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology*. Chicago: University of Chicago Press.

Bergson, H. (1998 [1911]). *Creative evolution* (tr., Arthur Mitchell). Nueva York: Dover.

Bentley-Condit, V. K. y Smith, E. O. (2010). Animal tool use: current definitions and an updated comprehensive catalog. *Behaviour*, 147, 185–221.

Bennett, J. (2010). *Vibrant matter: a political ecology of things*. Durham: Duke University Press.

Bril, B., Parry, R. y Dietrich, G. (2015). How similar are nut-cracking and stone-flaking? a functional approach to percussive technology. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 370(1682), 20140355.

Bruineberg, J. y Rietveld, E. (2014). Self-organization, free energy minimization, and optimal grip on a field of affordances. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 599. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00599>.

Botin, L., Forss, A., Funk, M., Hasse, C., Irwin, S. O., Lally, R. y Whyte, K. P. (2015). *Technoscience and postphenomenology: the Manhattan papers*. Lexington Books.

Chemero, A. (2009). *Radical embodied cognitive science*. Cambridge: MIT Press.

Clark, A. (1997). *Being there: putting brain, body, and world together again*. Cambridge: MIT Press.

Clark, A. (2008). *Supersizing the mind: embodiment, action, and cognitive extension*. Nueva York: Oxford University Press.

Clowes, R. (2015). Thinking in the cloud: the cognitive incorporation of cloud-based technology. *Philosophy and Technology*, 28(2), 261–296.

Clowes, R. W. (2018). Immaterial engagement: human agency and the cognitive ecology of the Internet. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11097-018-9560-4>.

Darwin, C. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. John Murray.

de la Torre, I. (2011). The origins of stone tool technology in Africa: a historical perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366, 1028–1037. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0350>.

De Preester, H. (2011). Technology and the body: the (im)possibilities of re-embodiment. *Foundations of Science*, 16(2), 119–137.

De Preester, H. y Tsakiris, M. (2009). Body-extension versus body-incorporation: is there a need for a body-model? *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 8(3), 307–319.

Friis, J. y Crease, R. (2016). *Technoscience and Postphenomenology*. The Manhattan Papers. Lexington.

Fuentes, A. (2016). The extended evolutionary synthesis, ethnography, and the human niche: toward an integrated anthropology. *Current Anthropology*, 57(S13), S000–S000.

298 Gallagher, S. (2017). *Enactivist interventions: rethinking the mind*. Oxford University Press.

Garofoli, D. (2016). Metaplasticities: material engagement meets mutational enhancement. En G. Etzelmüller y C. Tewes (Eds.), *Embodiment in evolution and culture* (307–335). Tübingen: Mohr Siebeck.

Gosden, C. y Malafouris, L. (2015). Process archaeology (P-Arch). *World Archaeology*, 47(5), 1–17.

Gibbons, A. (2016). Why humans are the high-energy apes. *Science*, 352(6286), 639–639.

Haslam, M., Hernandez-Aguilar, A., Ling, V., Carvalho, S., de la Torre, I., DeStefano, A., Du, A., Hardy, B., Harris, J., Marchant, L., Matsuzawa, T., McGrew, W., Mercarder, J., Mora, R., Petraglia, M., Roche, H., Visalberghi, E. y Warren, R. (2009). Primate Archaeology. *Nature*, 460, 339–344.

Harmand, S., Lewis, J. E., Feibel, C. S., Lepre, C. J., Prat, S., Lenoble, A., Boës, X. et al. (2015). 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature*, 521, 310–315.

Haraway, D. (1991). *Simians, cyborgs, and women: the reinvention of nature*. London: Free Association Books.

Herculano-Houzel, S. (2016). *The human advantage: a new understanding of how our brain became remarkable*. Cambridge: MIT Press.

Hutchins, E. (2008). The role of cultural practices in the emergence of modern human intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1499), 2011– 2019.

Hutchins, E. (2010). Cognitive ecology. *Topics in Cognitive Science*, 2, 705–715.

Hutchins, E. (2011). Enculturating the supersized mind. *Philosophical Studies*, 152, 437–446.

Hutto, D. y Myin, E. (2013). *Radicalizing Enactivism: basic minds without content*. Cambridge: MIT Press.

Ihde, D. (1979). *Technics and praxis*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.

Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: from garden to earth*. Bloomington: Indiana University Press.

Ihde, D. (2008). Aging: I don't want to be a cyborg! *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 7(3), 397– 404.

Ihde, D. (2009). *Postphenomenology and technoscience: the Peking University lectures*. Nueva York: State University of New York Press.

299

Ihde, D. (2012). Postphenomenological re-embodiment. *Foundations of Science*, 17, 373–377.

Ihde, D. (2015). *Acoustic technics*. Lexington.

Ihde, D. (2016). *Husserl's missing technologies*. Oxford University Press.

Ihde, D. (2018). Should philosophies have shelf lives. *Journal of the Dialectics of Nature.*, 1(40), 1–6.

Ingold, T. (2004). Beyond biology and culture. The meaning of evolution in a relational world. *Social Anthropology*, 12(2), 209–221.

Ingold, T. (2012). Toward an ecology of materials. *Annual Review of Anthropology*, 41(1), 427–442.

Ingold, T. (2013). *Making: anthropology, archaeology, art and architecture*. Londres: Routledge.

Ingold, T. y Pálsson, G. (Eds.). (2013). *Biosocial becomings: integrating social and biological anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Iliopoulos, A. (2016). The material dimensions of signification: rethinking the nature and emergence of semiosis in the debate on human origins. *Quaternary International*, 405, Part A (the material dimensions of cognition), 111–124.

Iliopoulos, A. (2017). The evolution of material signification: tracing the origins of symbolic body ornamentation through a pragmatic and enactive theory of cognitive semiotics. *Signs and Society*, 4(2), 244–277.

Iliopoulos, A. y Garofoli, D. (2016). The material dimensions of cognition: re-examining the nature and emergence of the human mind. *Quaternary International*, 405, Part A (The material dimensions of cognition), 1–7.

Knappett, C. (2005). *Thinking through material culture: an interdisciplinary perspective*. Filadelfia: University of Pennsylvania Press.

Knappett, C. y Malafouris, L. (Eds.). (2008a). *Material agency: towards a non-anthropocentric approach*. Nueva York: Springer.

Knappett, C. y Malafouris, L. (2008b). Material and nonhuman agency: an introduction. En C. Knappett y L. Malafouris (Eds.), *Material agency: towards a non-anthropocentric approach* (ix-xix). Nueva York: Springer.

Kivell, T. L. (2015). Evidence in hand: recent discoveries and the early evolution of human manual manipulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 370, 20150105.

Latour, B. (1990). Technology is society made durable. *The Sociological Review*, 38, 103–131.

Latour, B. (1992). Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artefacts. En W. Bijker y J. Law (Eds.), *Shaping technology-building society: Studies in sociotechnical change* (225–259). Cambridge: MIT Press.

Latour, B. (1999). *Pandora's hope: essays on the reality of science studies*. Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B. (1993). *We have never been modern*. Cambridge: Harvard University Press.

Laland, K. N. (2017). *Darwin's unfinished symphony: how culture made the human mind*. Princeton University Press.

Laland, K., Uller, T., Feldman, M., Sterelny, K., Müller, G. B., Moczek, A., Jablonka, E., *et al.* (2014). Does evolutionary theory need a rethink? *Nature*, 514(7521), 161.

Laland, K. N., Odling-Smee, J. y Feldman, M. W. (2000). Niche construction, and cultural change. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 131–146.

Lycett, S. J. (2008). Acheulean variation and selection: does handaxe symmetry fit neutral expectations? *Journal of Archaeological Science*, 35(9), 2640–2648.

Lycett, S. J. y Gowlett, J. A. J. (2008). On questions surrounding the Acheulean 'tradition'. *World Archaeology*, 40(3), 295–315.

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* (53–62). Cambridge: The 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*, 363, 1993–2002.

Malafouris, L. (2008b). Beads for a plastic mind: the 'blind man's stick' (BMS) hypothesis and the active nature of material culture. *Cambridge Archaeological Journal*, 18(3), 401–414.

Malafouris, L. (2008c). At the Potter's wheel: an argument for material agency. En C. Knappett y L. Malafouris (Eds.), *Material agency: Towards a non-anthropocentric perspective* (19–36). New York: Springer.

Malafouris, L. (2009). 'Neuroarchaeology': exploring the links between neural and cultural plasticity. *Progress in Brain Research*, 178, 251–259.

301

Malafouris, L. (2010a). Metaplasticity and the human becoming: principles of neuroarchaeology. *Journal of Anthropological Sciences*, 88, 49–72.

Malafouris, L. (2010b). Knapping intentions and the marks of the mental. En L. Malafouris y C. Renfrew (Eds.), *The cognitive life of things: Recasting the boundaries of the mind* (13–22). Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.

Malafouris, L. (2010c). Grasping the concept of number: how did the sapient mind move beyond approximation? En C. Renfrew y I. Morley (Eds.), *The archaeology of measurement: Comprehending heaven, earth and time in ancient societies* (35–43). Cambridge: Cambridge University Press.

Malafouris, L. (2011). Enactive discovery: the aesthetic of material engagement. En R. Manzotti (Ed.), *Situated aesthetics: Art beyond the skin* (123–141). Exeter: Imprint Academic.

Malafouris, L. (2012a). Prosthetic gestures: how the tool shapes the mind. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(4), 28–29.

Malafouris, L. (2012b). Linear B as distributed cognition: excavating a mind not limited by the skin. En J. Jensen, M. Jessen y N. Johannsen (Eds.), *Excavating the*

Mind: Cross-sections through culture, cognition and materiality (69–84). Dinamarca: University of Aarhus.

Malafouris, L. (2013). *How things shape the mind: a theory of material engagement*. Cambridge: The MIT Press.

Malafouris, L. (2014). Creative thinging: the feeling of and for clay. *Pragmatics and Cognition*, 22(1), 140–158.

Malafouris, L. (2015). Metaplasticity and the primacy of material engagement. *Time and Mind*, 8(4), 351–371.

Malafouris, L. (2016a). On human becoming and incompleteness: a material engagement approach to the study of embodiment in evolution and culture. En G. Etzelmüller y C. Tewes (Eds.), *Embodiment in evolution and culture* (289–305). Tübingen: Mohr Siebeck.

Malafouris, L. (2016b). “Material engagement and the embodied mind”. T. Wynn y F. L. Coolidge (Eds.), *Cognitive models in Palaeolithic archaeology* (69–82). Oxford: Oxford University Press.

Malafouris, L. (2016c). “Hylonoetics: on the priority of material engagement”. En K. Grigoriadis (Eds.), *Mixed Matters: A Multi-Material Design Compendium* (140–146). Jovis Verlag.

302

Malafouris, L. (2018). Bringing things to mind: 4Es and Material Engagement. En A. Newen, L. de Bruin y G. Shaun (Eds.), *The Oxford Handbook of 4E Cognition* (755–771). Oxford: Oxford University Press.

Malafouris, L. y Renfrew, C. (2008). Steps to a ‘neuroarchaeology’ of mind: an introduction. *Cambridge Archaeological Journal*, 18(3), 381–385.

Malafouris, L. y Renfrew, C. (2010). An introduction to 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* (1–12). Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.

Malafouris, L. y Koukouti, M. D. (2017). More than a body. En C. Meyer, J. Streeck, y J. S. Jordan (Eds.), *Intercorporeality: Emerging Socialities in Interaction* (289–303). Oxford University Press.

March, P. L. (2017). Playing with clay and the uncertainty of agency. A material engagement theory perspective. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1–19.

Marks, J. (2003). *What it means to be 98% chimpanzee: apes, people, and their genes*. Univ of California Press.

- McLuhan, M. (1994 [1964]). *Understanding media: the extensions of man*. MIT press.
- Merleau-Ponty, M. (1962 [1945]). *Phenomenology of Perception*. Londres y Nueva York: Routledge and Kegan Paul.
- Mesoudi, A. (2011). *Cultural evolution: how Darwinian theory can explain human culture and synthesize the social sciences*. Chicago: University of Chicago Press.
- Miller, D. (Ed.). (1998). *Material cultures: why some things matter*. University of Chicago Press.
- Noble, W. y Davidson, I. (1996). *Human evolution, language and mind: a psychological and archaeological inquiry*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Overmann, K. A. (2016a). *Materiality in numerical cognition: Material Engagement Theory and the counting technologies of the Ancient Near East*. DPhil thesis, University of Oxford, Oxford.
- Overmann, K. A. (2016b). The role of materiality in numerical cognition. *Quaternary International*, 405, 42–51.
- Overmann, K. A. (2017). Thinking materially: cognition as extended and enacted. *Journal of Cognition and Culture*, 17(3–4), 354–373.
- Overmann, K. A. y Wynn, T. (2018). Materiality and human cognition. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1–22.
- Poulsen, K. S. (2017). Enactive individuation: technics, temporality and affect in digital design and fabrication. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1–18.
- Poulsen, K. S. y Malafouris, L. (2017). Models, mathematics and materials in digital architecture. *Cognition beyond the brain* (283–304). Springer International Publishing.
- Renfrew, C. (2004). Towards a theory of material engagement. En E. DeMarrais, C. Gosden y C. Renfrew (Eds.), *Rethinking materiality: the engagement of mind with the material world* (23–31). Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- Renfrew, C., Frith, C. y Malafouris, L. (2008). Introduction. *The sapient mind*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 363, 1935–1938.
- Rietveld, E. y Brouwers, A. A. (2017). Optimal grip on *affordances* in architectural design practices: an ethnography. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 16(3), 545–564.
- Richerson, P. J. y Boyd, R. (2005). *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago: University of Chicago Press.

Roberts, P. (2016). 'We have never been behaviourally modern': the implications of material engagement theory and metaplasticity for understanding the late Pleistocene record of human behaviour. *Quaternary International*, 405, 8–20.

Rosenberger, R. (2011). A phenomenology of image use in science: multistability and the debate over Martian gully deposits. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 15(2), 156–169.

Rosenberger, R. (2013). Mediating mars: perceptual experience and scientific imaging technologies. *Foundations of Science*, 18(1), 75–91.

Rosenberger, R. y Verbeek, P. P. (2015). *Postphenomenological investigations: essays on human-technology relations*. Lexington Books.

Roux, V. y Brill, B. (Eds.) (2005) *Stone knapping: the necessary conditions for a uniquely hominin behaviour*. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.

Shew, A. (2017). *Animal constructions and technological knowledge*. Lexington Books.

Shumaker, R., Walkup, K. y Beck, B. (2011). *Animal tool behavior: the use and manufacture of tools by animals*. Baltimore: John Hopkins University Press.

Stout, D., Toth, N., Schick, K. D. y Chaminade, T. (2008). Neural correlates of Early Stone Age tool-making: technology, language and cognition in human evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 363, 1939–1949.

Stiegler, B. (1998). *Technics and time: the fault of Epimetheus* (Vol. 1). Stanford University Press.

Suchman, L. (2006). *Human-machine reconfigurations. Plans and situated actions* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge UP.

Tallis, R. (2011). *Aping mankind: Neuromania, Darwinitis and the misrepresentation of humanity*. Durham: Acumen.

Thompson, E. (2007). *Mind in life: biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Belknap: Cambridge.

Varela, F. J., Thompson, E. y Rosch, E. (1991). *The embodied mind: cognitive science and human experience*. Cambridge: MIT Press.

Verbeek, P. P. (2005). *What things do: philosophical reflections on technology, agency, and design*. Penn State Press.

Verbeek, P. P. (2008a). Obstetric ultrasound and the technological mediation of morality: a postphenomenological analysis. *Human Studies*, 31(1), 11–26.

Verbeek, P. P. (2008b). Cyborg intentionality: rethinking the phenomenology of human–technology relations. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 7(3), 387–395.

Verbeek, P.P. (2011) *Moralizing technology*. Chicago University Press.

Walls, M. y Malafouris, L. (2016). Creativity as a developmental ecology. En V. P. Glaveanu (Ed.), *The Palgrave handbook of creativity and culture research* (553–566). Palgrave Macmillan.

Wrangham, R. (2009). *Catching fire: how cooking made us human*. Basic Books.

Whiten, A. (2015). Experimental studies illuminate the cultural transmission of percussive technologies in Homo and Pan. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 370(1682), 20140359.

Wheeler, M. y Clark, A. (2008). Culture, embodiment and genes: unravelling the triple helix. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363, 3563–3575.

Wynn, T. (1995). Handaxe enigmas. *World Archaeology*, 27, 10–24.

Zink, K. D. y Lieberman, D. E. (2016). Impact of meat and lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature*, 531(7595), 500–503.

Se terminó de editar en
Buenos Aires, Argentina
en julio de 2021



REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Artículos

Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE

Tatiana Galieta e Irlan von Linsingen

El enfoque CTS en el bachillerato tecnológico en México: facetas y contrastes de su inclusión

Liliana Valladares

Culturas de participação em práticas educativas brasileiras fundamentadas pela educação CTS

Suiane Ewerling da Rosa e Roseline Beatriz Strieder

Sociología de la ciencia y sociología de los problemas sociales.

Discusiones y perspectivas

Ezequiel Sosiuk

Reciclaje inclusivo y modelos de transferencia tecnológica en Argentina.

Análisis sociotécnico de iniciativas de reemplazo de carros cartoneros

Sebastián Carengo y Pablo J. Schamber

Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos

Antonio Luis Terrones Rodríguez

Representação social e educativa das comissões de ética no uso de animais

Marta Luciane Fischer, Marina Kobai Farias e Lilian Gauto Quintana Jankoski

Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento.

El caso del desarrollo de radares en Argentina (2003-2015)

Juan Martín Quiroga

Los imaginarios sociotécnicos de las políticas de producción de energía eléctrica en Argentina

Matthieu Hubert y Ana Spivak L'Hoste

El par ciencia-tecnología en el devenir hipermoderno de la estetización de la vida

Claudia Janneth Jaramillo Sánchez

OEI

Instituto Universitario de
Estudios de la Ciencia y la Tecnología,
Universidad de Salamanca

INSTITUTO
ESOCITE

iscte

INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA



redes
Centro de Estudios sobre Ciencia,
Desarrollo y Educación Superior

