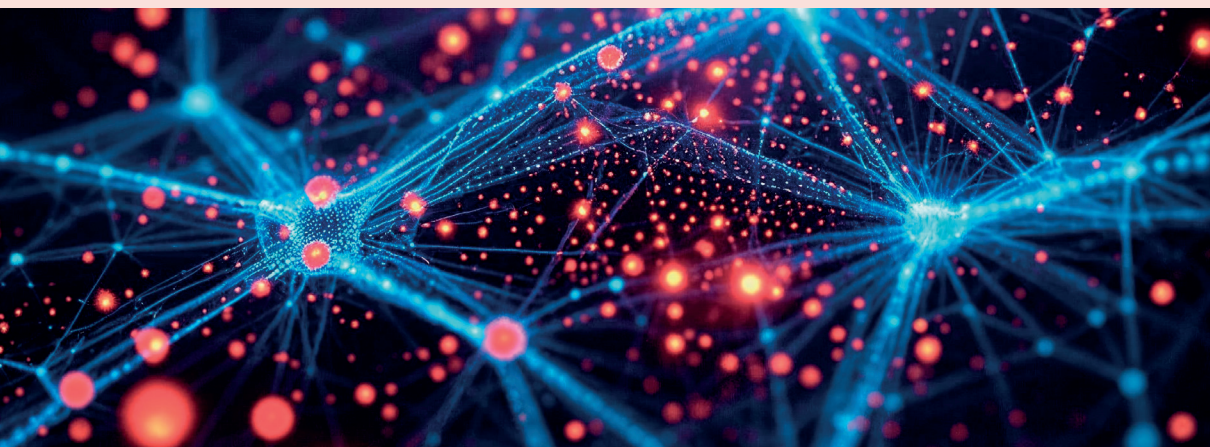


REVISTA *C/S*  
IBERO  
AMERICANA  
DE CIENCIA  
TECNOLOGÍA  
Y SOCIEDAD



61

volumen 21

marzo 2026



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



## **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**

**Edición cuatrimestral**

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

**Volumen 21 - Número 61**

**Marzo de 2026**

### **Dirección Editorial**

Marta I. González García (España)

### **Consejo Editorial**

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

### **Comité Asesor**

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

### **Secretaría Editorial**

Manuel Crespo

### **Diseño y diagramación**

Julián Fernández Mouján

*Revista 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.

*Revista 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). 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).

### **Contacto**

Paraguay 1510 (C1061), Buenos Aires, Argentina

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

Correo electrónico: [secretaria@revistacts.net](mailto:secretaria@revistacts.net)



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



# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

## Índice

### Editorial

7

5

### ARTÍCULOS

#### **Nuevas formas de institucionalidad pública para la creación de comunidades de innovación ciudadana**

David Gómez Abad y Juan Freire Botana

13

#### **Controversias científico-tecnológicas públicas en América Latina (2005-2020). Análisis de sus principales características y formas de abordaje**

Camila López Echagüe y Marila Lázaro

45

#### **Los usos sociales del conocimiento científico del activismo no experto en controversias. Una reflexión crítica sobre las nociones de “riesgo” y “ciudadanía” vinculadas al demarcacionismo y al proposicionalismo**

Juan Layna

71

#### **Não podemos morrer! Emoções de famílias em um jogo de *escape room* no Espaço Ciência (Montevidéu, Uruguai)**

Luisa Massarani, Bruna Ibanes Aguiar, Tayana Galvão Scheiffer,  
Graziele Scalfi, Fiorella Silveira, Martha Cambre e Ran Peleg

101

**Políticas institucionales de las oficinas de transferencia tecnológica de universidades mexicanas para el fomento de la actividad de transferencia tecnológica**

Juan Ignacio Campa Navarro 129

**Abordagens CTS no ensino de física.  
Um panorama das publicações no Brasil**

Thiago Brañas de Melo, Rafael Schepper Gonçalves,  
Matheus Liduino Moreira, Rafaela Bianca Ferreira Moço,  
Julio Cesar dos Santos Moreira e Alvaro Chrispino 161

**Instrumentos y estrategias de política científica, tecnológica y de innovación en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México**

Pablo Sánchez Macchioli y Laura Osorio 193

**Producción científica de Chile y Venezuela en el contexto de sus políticas públicas. La revisión de una década**

Elsi Jiménez y Juan Guillermo Llanos-Longoria 225

**Una propuesta analítica de comparación entre el evolucionismo de Dosi y el constructivismo de Pinch y Bijker como teorías del cambio tecnológico**

6 Marcelo José García Farjat 247

**RESEÑAS**

**Los efectos de la Inteligencia Artificial en la vida laboral de las mujeres**

Clementine Collett, Gina Neff y Livia Gouvea Gomes  
Reseña: Brian Ezequiel Riboldi 271

**Mundofiltro. Cómo los algoritmos han aplanado la cultura**

Kyle Chayka  
Reseña: Fernando Tula Molina 275

**Movilidades desbordadas. Límites y futuros de las nuevas movilidades urbanas**

Roger Sansi Roca y Manuel Delgado Ruiz (Eds.)  
Reseña: Manuel García Domínguez 279

**SOBRE ESTE NÚMERO**

Evaluadores y evaluadoras del número 287

Marta I. González García  \*

7

Este nuevo número de la *Revista CTS* recoge un conjunto misceláneo de contribuciones que transitan problemas clásicos del ámbito “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) desde el contexto iberoamericano contemporáneo. El carácter situado de los análisis en distintas ubicaciones geográficas y disciplinares (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, México, Uruguay y Venezuela) muestra las comunalidades y particularidades de los debates CTS en tiempos y espacios diversos.

El número abre con la defensa que David Gómez Abad y Juan Freire Botana hacen de los laboratorios ciudadanos como lugares de experimentación e innovación social. Analizando y comparando las experiencias de MediaLab Prado en Madrid (España) y LABNL en Monterrey (México), los autores ensayan una conceptualización de la idea de “innovación ciudadana” y argumentan su potencialidad para la generación de conocimiento y el refuerzo del tejido social.

A continuación, Camila López Echagüe y Marila Lázaró, de la Universidad de la República (Udelar) de Uruguay, ofrecen una necesaria revisión del abordaje de las controversias científico-tecnológicas públicas en América Latina. Se trata esta de una de las líneas de investigación más prolíficas en CTS, sobre todo a través del estudio de casos de controversias locales. La revisión de las autoras proporciona información de gran interés sobre las especificidades de la literatura sobre controversias científicas en la región, al mismo tiempo que plantea cuestiones conceptuales y apunta a elementos centrales para repensar los mecanismos para su gestión.

---

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

El artículo de Juan Layna presenta, precisamente, una controversia científico-tecnológica pública relacionada con la megaminería en la provincia de San Juan en Argentina. El desarrollo de la controversia permite al autor problematizar algunos de los conceptos que se ponen habitualmente en juego en los análisis CTS: conocimiento no experto, riesgo y ciudadanía. Layna argumenta que, en cierto modo paradójicamente, muchos análisis CTS siguen atados a los presupuestos demarcacionistas y proposicionalistas que combaten.

La propuesta de Luisa Massarani y sus colaboradoras resulta del análisis empírico de una experiencia de cultura científica en el museo Espacio Ciencia de Montevideo (Uruguay). Analizando las interacciones de las familias participantes en una *escape room* en la que se movilizan conocimientos de química, las autoras identifican y analizan el papel de las emociones en el aprendizaje significativo, planteando una nueva dimensión en las iniciativas de cultura científica en contextos informales ligadas a estrategias de gamificación.

Juan Ignacio Campa Navarro proporciona en su contribución un panorama de la presencia y funcionamiento de las oficinas de transferencia tecnológica en las universidades mexicanas. Junto con la descripción de su implantación y sus mecanismos para el fomento de la transferencia, Campa Navarro se centra en los modos en los que sistemas de incentivos ineficaces pueden resultar un factor limitante para la consecución de los objetivos de estas oficinas.

8

En su artículo, Thiago Brañas de Melo y sus coautores abordan el tema de la educación en ciencia para mapear la presencia de abordajes CTS en las investigaciones brasileñas sobre enseñanza de la física. Los resultados de su estudio de las publicaciones realizadas en revistas especializadas revelan los focos de interés y los grupos de investigación relevantes relacionados con un enfoque CTS para la enseñanza de la física en Brasil.

Pablo Sánchez Macchioli y Laura Osorio introducen una perspectiva comparada en su análisis de los instrumentos y estrategias de política científica, tecnológica y de innovación (CTI) en cinco países de América Latina. Tomando como fuente la plataforma Políticas CTI del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), los autores desgranar las similitudes y diferencias encontradas en las políticas e instrumentos en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. Entre sus resultados, cabe destacar su crítica de cómo las áreas estratégicas continúan alejadas de los intereses de la región, perpetuando la dinámica histórica de reproducir prioridades de investigación establecidas en otros contextos.

También es comparada la perspectiva de Elsi Jiménez y Juan Guillermo Llanos-Longoria, que revisan la producción científica en Chile y Venezuela en el contexto de sus diferentes políticas de ciencia e innovación en la década de 2012 a 2022, resaltando las relaciones entre distintos elementos y sus resultados en diferentes indicadores de producción científica.

El número cierra su sección de artículos con otra comparación, pero de muy diversa índole. Marcelo José García Farjat recupera dos enfoques clásicos en la literatura CTS sobre el cambio tecnológico para colocarlos en diálogo como alternativas a los modelos lineales y deterministas. García Farjat defiende la pertinencia y actualidad de potenciar la investigación sobre la relación entre el evolucionismo de Dosi y el constructivismo de Pinch y Bijker, aparecidos en los años 80 del siglo XX en el contexto de los cambios tecnológicos contemporáneos.

En el apartado de reseñas, recogemos tres libros recientes con temáticas CTS muy ligadas a nuestra convivencia con la tecnología. La influencia de la inteligencia artificial sobre el trabajo de las mujeres, las consecuencias de la omnipresencia invisible de los algoritmos y los desafíos sociales, ambientales y económicos de la movilidad urbana tienen en común introducirnos de pleno en el debate imprescindible sobre habitar la tecnociencia.

La combinación en cada uno de los artículos de temas y enfoques clásicos y contemporáneos, análisis empíricos y conceptuales, problemáticas universales y situadas, convierten al número 61 de la *Revista CTS* en una muestra de la relevancia y pertinencia de la investigación CTS en el ámbito iberoamericano. El equipo de la revista agradece a todas las personas que han elegido nuestra revista para difundir sus investigaciones, y también a aquellas que han participado en la evaluación de los trabajos publicados, su contribución al fortalecimiento de la comunidad CTS iberoamericana.



ARTÍCULOS *CS*



## Nuevas formas de institucionalidad pública para la creación de comunidades de innovación ciudadana\*

## Novas formas de institucionalidade pública para a criação de comunidades de inovação cidadã

## *New Forms of Public Institutionalality for the Creation of Citizen Innovation Communities*

David Gómez Abad  y Juan Freire  \*\*

Este artículo explora cómo los laboratorios ciudadanos, específicamente Medialab-Prado en España (actualmente Medialab Matadero) y LABNL en México, pueden transformar las instituciones públicas y fomentar la creación de comunidades de innovación ciudadana. En un contexto de creciente desconexión entre las instituciones públicas y la ciudadanía, se investiga cómo estos laboratorios facilitan la participación ciudadana y la creación de soluciones innovadoras. Utilizando una metodología etnográfica multisituada, se analizan los mecanismos y las prácticas que permiten a estos laboratorios actuar como infraestructuras de innovación. Los hallazgos sugieren que los laboratorios ciudadanos democratizan los procesos de innovación y movilizan a la ciudadanía, contribuyendo a una mayor flexibilidad y apertura de las instituciones públicas. Este artículo tiene la intención de proporcionar nuevas perspectivas para el desarrollo de políticas públicas más inclusivas y participativas.

13

**Palabras clave:** innovación ciudadana; laboratorios ciudadanos; comunidades de innovación; nueva institucionalidad

\* Recepción del artículo: 19/07/2024. Entrega del dictamen: 21/10/2024. Recepción del artículo final: 15/05/2025.

\*\* *David Gómez Abad*: Instituto de Estudios Feministas, Universidad Complutense de Madrid, España. Correo electrónico: davidgomezabad@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1602-0121>. *Juan Freire*: inViable Life Cycle Thinking y Eutika, España. Correo electrónico: juan.freire@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4323-4918>.

Este artigo explora como os laboratórios cidadãos, especificamente Medialab-Prado na Espanha (atualmente Medialab Matadero) e LABNL no México, podem transformar as instituições públicas e fomentar a criação de comunidades de inovação cidadã. Em um contexto de crescente desconexão entre as instituições públicas e a cidadania, investiga-se como esses laboratórios facilitam a participação cidadã e a criação de soluções inovadoras. Utilizando uma metodologia etnográfica multi-situada, analisam-se os mecanismos e práticas que permitem a esses laboratórios atuar como infraestruturas de inovação. Os achados sugerem que os laboratórios cidadãos democratizam os processos de inovação e mobilizam a cidadania, contribuindo para uma maior flexibilidade e abertura das instituições públicas. Este estudo tem a intenção de oferecer novas perspectivas para o desenvolvimento de políticas públicas mais inclusivas e participativas.

**Palavras-chave:** inovação cidadã; laboratórios cidadãos; comunidades de inovação; nova institucionalidade

*This article explores how citizen laboratories, specifically Medialab-Prado in Spain (currently Medialab Matadero) and LABNL in Mexico, transform public institutions and foster the creation of citizen innovation communities. In the context of growing disconnection between public institutions and citizens, it investigates how these laboratories facilitate citizen participation and the creation of innovative solutions. Using a multi-sited ethnographic methodology, the study carried out analyzes the mechanisms and practices that allow these laboratories to act as innovative infrastructures. The findings suggest that citizen laboratories democratize innovation processes and mobilize citizens, contributing to greater flexibility and openness of public institutions. This article aims to provide new perspectives for the development of more inclusive and participatory public policies.*

**Keywords:** citizen innovation; citizen labs; innovation communities; new institutional framework

## Introducción

En las últimas décadas, las disrupciones tecnológicas y sociales han evidenciado la desconexión entre instituciones y ciudadanía, pero también su potencial para colaborar de formas innovadoras (Toret *et al.*, 2013). En este contexto, se ha vuelto crucial encontrar nuevas formas de conectar y escuchar con las voces diversas de la sociedad. La innovación ciudadana ha emergido como un enfoque prometedor para abordar este desafío, ofreciendo la posibilidad de transformar la relación entre las instituciones y la ciudadanía a través de prácticas más abiertas y participativas (Pascale & Resina, 2020).

La literatura sobre innovación y políticas públicas ha subrayado la importancia de la participación ciudadana para crear soluciones más inclusivas y efectivas (Schiavo & Serra, 2013). Sin embargo, muchos estudios se han centrado en enfoques tradicionales y no han explorado a fondo cómo las nuevas formas de innovación institucional, como los laboratorios ciudadanos, pueden superar las limitaciones de los modelos anteriores. Estos laboratorios representan espacios de experimentación donde la ciudadanía, especialistas y personas con un perfil técnico trabajan conjuntamente en la creación de soluciones innovadoras, abordando problemas complejos de manera colaborativa (Gómez & Freire, 2023).

A pesar de los avances en la comprensión de la innovación ciudadana, persisten importantes lagunas en el conocimiento sobre cómo estos laboratorios pueden actuar como infraestructuras que faciliten la participación ciudadana y la innovación en contextos específicos. Este artículo busca llenar esa brecha al explorar el funcionamiento de dos laboratorios ciudadanos, Medialab-Prado (2006-2021) en España y LABNL (2021/2024) en México, a través de un análisis detallado de dos comunidades de innovación nacidas en ellos. Con estos casos se pretende entender los mecanismos y prácticas que permiten a estos laboratorios fomentar la innovación y la participación ciudadana, y cómo pueden adaptarse a diferentes entornos sociopolíticos. El objetivo de este artículo es dar cuenta de cómo este enfoque experimental y colaborativo no solo tiene el potencial de hacer que las instituciones públicas sean más abiertas y flexibles, sino que también puede democratizar los procesos de innovación, movilizándolo a la ciudadanía para que participe activamente en la creación de soluciones a problemas sociales complejos.

15

En resumen, este artículo trata de hacer una aportación significativa para comprender cómo las instituciones públicas pueden evolucionar hacia modelos más inclusivos y participativos mediante la adopción de enfoques de innovación ciudadana. El examen de los casos presentados contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la innovación ciudadana y las políticas públicas, ofreciendo perspectivas valiosas para el desarrollo de estrategias efectivas que promuevan la participación y la innovación cultural y ciudadana.

## 1. De las políticas públicas tradicionales a la nueva institucionalidad

En las últimas décadas se han observado múltiples síntomas de un cambio profundo en nuestras sociedades. Estos síntomas toman la forma de disrupciones tecnológicas, el distanciamiento entre la ciudadanía y las instituciones públicas o la emergencia de nuevas voces y activismos. Este contexto incierto e intrincado plantea preguntas esenciales sobre cómo conectar efectivamente a las instituciones con la ciudadanía y cómo desarrollar acciones desde la institución que aborden de una forma más sensible los retos complejos a los que nos enfrentamos como sociedades modernas. Al mismo tiempo, los ecosistemas del conocimiento se están transformando en dos direcciones dominantes. Por un lado, existen modelos que promueven el extractivismo de datos personales y buscan maximizar el consumo, precarizando a menudo la producción de contenidos mediante la manipulación algorítmica (Christiano, 2022). Por otro lado, influidos por los *commons* digitales, otros modelos del conocimiento emergen como descentralizados, híbridos, transdisciplinarios y horizontales. Estos se agrupan en comunidades físicas y virtuales de afinidad, donde la autoría se diluye y las pequeñas contribuciones individuales generan una riqueza colectiva (Benkler, 2015). En este marco, la participación ciudadana en la coproducción de conocimiento ha ganado relevancia, promoviendo un “giro participativo” (Jasanoff, 2005), donde tanto las personas expertas como el público lego intervienen en la toma de decisiones y en la producción de innovaciones.

16 En este contexto, los instrumentos y mecanismos tradicionales utilizados por las instituciones públicas parecen insuficientes o requieren mejoras para enfrentar eficazmente estos desafíos. A continuación, analizaremos algunas de las debilidades de la respuesta institucional.

### 1.1. La planificación

La planificación tuvo su razón de ser en un mundo estable en que un grupo de personas expertas dotadas de conocimiento técnico y de la información necesaria eran capaces de realizar predicciones y diseñar acciones para moldear el futuro de acuerdo con ciertos objetivos. En un mundo cada vez más complejo e incierto, el valor de la predicción se reduce drásticamente, conforme sus resultados se hacen menos fiables, resilientes o inclusivos.

Donde no llegan los planes, y no se dispone del tiempo ni de los recursos necesarios para buscar soluciones óptimas basadas en un análisis completo de todas las opciones y sus posibles consecuencias, se requieren enfoques más dinámicos. Estos deben plantear hipótesis sobre la realidad, identificando pequeños cambios que puedan ponerse a prueba mediante experimentos incrementales, ajustados continuamente a medida que se recopila más información y se comprenden mejor los efectos de las acciones (Lindblom, 1952). Esta forma de actuar cobra especial relevancia en contextos de incidencia más localizada, donde los proyectos adoptan una organización adhocrática (Bennis, 1997), caracterizada por estructuras flexibles,

fluidas y descentralizadas, diseñadas para adaptarse con rapidez a los cambios y a las necesidades emergentes del entorno. Las prácticas habituales de la ciencia, el diseño de productos o el desarrollo de *software* pueden servir de inspiración para este marco de intervención. Experimentar consiste en crear las condiciones necesarias para el aprendizaje, y solo un aprendizaje institucional continuo permite hoy en día encontrar soluciones socialmente robustas a los problemas.

## 1.2. Las personas expertas

Las personas expertas, que configuran la tecnocracia al servicio de las instituciones públicas, se han especializado en resolver problemas agudos que suelen tener carácter de urgencia, están bien definidos y son solucionables mediante la aplicación de conocimiento técnico disciplinar. Sin embargo, muchos de los problemas que nos afectan como sociedad actualmente son problemas crónicos y complejos. Conocidos como *wicked problems* (problemas retorcidos), son difíciles de resolver dado que no se pueden formular por completo, son multicausales y cualquier solución es parcial e implica impactos negativos (Rittel & Webber, 1973).

La complejidad e incertidumbre inherentes a muchos de estos problemas tecnocientíficos desafían la visión más tradicional de la ciencia basada en la certeza, la objetividad y la neutralidad hacia un marco de "ciencia posnormal" (Funtowicz & Revetz, 1993). Debido a su indefinición, este tipo de problemas plantea retos metodológicos requiriendo un abordaje mediante la inmersión, formando parte activa del propio proceso. Las personas expertas y encargadas de la planificación abordan los problemas bien definidos mediante diagnósticos basados en conocimiento "profesional". Los problemas retorcidos necesitan escucha.

17

Comprender las diferentes perspectivas requiere de diversidad en las voces participantes. Esta diversidad no se restringe solo al conocimiento profesional, ni es suficiente la multi o interdisciplinariedad. Se necesitan las voces de la ciudadanía: las personas afectadas o "expertas en experiencia" que construyen la percepción y la definición del problema junto con las de especialistas y responsables de su gestión. Los "expertos en experiencia" son aquellas personas y grupos que han experimentado de primera mano una condición de salud, una enfermedad específica, desposesión, situación climática, abuso de poder, discriminación, etc., que hace que no solo tengan un conocimiento profundo de los síntomas y las consecuencias de la enfermedad o situación que padecen, sino que también están familiarizados con los desafíos diarios que enfrentan, las necesidades no satisfechas y las barreras para el tratamiento y el cuidado (Rabeharisoa & Callon, 2002). Si a través de esta resignificación de la idea de experto aceptamos, por el peso que representan y no por un acto de fe o buenismo, tanto a aquellos agentes con una *expertise* certificada como a aquellos con una basada en su experiencia, podremos incorporar mayor sensibilidad y mayores contribuciones para la resolución efectiva de los problemas. No sobran los expertos, faltan más voces y experiencias de las personas afectadas.

La comprensión de problemas no puede ser solo un proceso de reflexión intelectual. No se logrará recopilando solamente la información disponible y sometiéndola a análisis. Requiere captar el conocimiento tácito, adquirido por experiencia y difícil de articular (Collins, 2010). Este conocimiento incluye habilidades, creencias, aspectos subjetivos y emocionales que solo pueden ser aprehendidas desde la acción. Se necesita un enfoque transdisciplinar o indisciplinar (Lafuente, 2023) que trascienda las divisiones académicas y promueva nuevas formas de conocimiento. Esto implica una forma de resistencia a la rigidez del pensamiento disciplinar y un fomento a la flexibilidad, la experimentación y el diálogo entre diversos saberes, elementos cruciales para la innovación.

### 1.3. Las mayorías

Las instituciones públicas han trabajado habitualmente para las mayorías, pero ¿cuáles son las mayorías hoy en día en un mundo en que las personas ya no pueden ser clasificadas en categorías sencillas? La teoría feminista ha ayudado a reconocer una sociedad poblada de múltiples minorías y de cuerpos interseccionales atravesados por distintas opresiones por género, raza, clase, preferencia sexual, etc. (Hooks, 1981; Collins, 1990; Crenshaw, 1991). También hay quienes se han hartado de los abusos de la industria cárnica o se ven cada día más afectados por los efectos del cambio climático y reclaman un mundo más animalista o más sostenible. Atender la enorme diversidad de nuestra sociedad es una obligación ineludible. Pero, lejos de suponer un inconveniente, la alteridad es una herramienta fundamental para un abordaje inclusivo y efectivo de los problemas. No se puede comprender lo que nos pasa como sociedad sin escuchar activamente la pluralidad de voces afectadas y la diversidad de saberes relacionados. Por tanto, los problemas y puntos de vista de las minorías deben ser incorporados, tanto por una razón esencial de justicia social, como por una cuestión epistémica: integrarlos permite mejorar el propio proceso de diseño e implementación de políticas públicas —y, podríamos añadir, de cualquier tipo de política, incluidas las estrategias empresariales o las desarrolladas por comunidades y organizaciones civiles—, haciéndolas más robustas y pertinentes.

En este sentido, la aportación del feminismo no se restringe solo a defender los derechos de las mujeres como un grupo social, sino que la aplicación de sus valores genera una sociedad menos desigual para todos sus miembros. Del mismo modo, por poner solo otro ejemplo, el diseño urbano pensado para los colectivos con diversidad funcional produce ciudades más habitables de las que se benefician todos sus habitantes, más allá de su situación particular.

### 1.4. Lo público, lo privado y lo común

El contexto socioeconómico y político que hemos habitado en las últimas décadas se basa en asumir la existencia de dos únicos entornos complementarios de propiedad y gobierno de los recursos (y de las personas): el público y el privado. Paradójicamente

este marco mental ha olvidado el entorno común o procomún, el de las formas de gobernanza y gestión que pueden desarrollarse de forma autónoma y colectiva sin intervención estatal ni privatización (Ostrom, 1990).

Desde la década de 1990, el desarrollo de Internet, debido en buena medida a recursos e infraestructuras comunes, promueve espacios de gestión colectiva y distribuida basados en la comunidad, involucrando a múltiples actores en la toma de decisiones (Hess, 2008). Estos nuevos comunes han inspirado y revitalizado este modelo de gobernanza que poco a poco ha ido resurgiendo y desbordando el ámbito digital. El procomún no es una forma alternativa de gobernanza que se opone a lo público o a lo privado, sino un sistema complementario que se desarrolla en diálogo y fricción continuos con los otros entornos.

Abandonar el marco público-privado implica devolver capacidades de gestión a la ciudadanía y reinventar las relaciones para una convivencia fructífera entre los tres entornos. Propuestas como la “triarquía” de Kostakis y Bauwens (2014) promueven una colaboración equilibrada entre Estado, mercado y comunes para fomentar una administración más sostenible y equitativa. Las políticas públicas pueden dejar de tener un carácter exclusivamente finalista para convertirse en políticas posibilitadoras, que empoderen a la ciudadanía (tanto de forma individual como colectiva) para que puedan decidir y actuar sobre sus propios problemas. El respaldo gubernamental a los comunes debería consistir en “políticas estatales al servicio de la configuración y la gobernanza de comunes” (Bollier, 2014, p. 160). Este cambio implica riesgos importantes, como su posible instrumentalización política para justificar recortes en inversiones o en el papel del sector público, trasladando responsabilidades a la ciudadanía sin ofrecer una alternativa. Por el contrario, asumir el papel del procomún y los nuevos roles de la ciudadanía exige una transformación en las funciones de las instituciones públicas que no necesariamente implica una reducción de su tamaño, pero sí demanda mayor agilidad, flexibilidad y eficacia.

19

A modo de resumen de esta primera parte, podríamos decir que las instituciones públicas tradicionales basadas en la planificación, los expertos, las mayorías y una estructura público-privada han mostrado su utilidad, pero también sus limitaciones. Sin entrar a debatir si estas instituciones tradicionales deben seguir existiendo y cuál debe ser su alcance, el nuevo marco hace necesario, al menos, que surjan nuevas formas de hacer instituciones públicas. Éstas deberían tener un enfoque experimental que permita la colaboración horizontal entre ciudadanos, expertos y técnicos, abordando problemas complejos y reconociendo la diversidad social para generar políticas inclusivas y sostenibles, construyendo una sociedad en común.

**Figura 1. Estructura de la transición entre instituciones tradicionales y nuevas instituciones para el florecimiento de la innovación ciudadana**

| Instituciones tradicionales | Nuevas instituciones        |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Verticales                  | Promueven la horizontalidad |
| Disciplinares               | Indisciplinares             |
| Planificación               | Experimentación             |
| Discurso experto            | Escucha                     |
| Cerradas                    | Abiertas                    |
| Asistencialistas            | Participativas              |
| Tutorizando (desde arriba)  | Impulsando (desde abajo)    |

Fuente: elaboración propia.

**2. Ensanchando la innovación social: la innovación ciudadana**

20

En medio de este panorama de transición institucional, surge con fuerza la necesidad de repensar y reinventar las formas en las que nos enfrentamos y tratamos de comprender las distintas problemáticas que nos aquejan como sociedad. La participación ciudadana en innovación emerge como un puente entre la necesidad de transformación en las instituciones públicas y la activación del potencial innovador de la ciudadanía. Este enfoque se centra no solo en la generación de nuevas ideas, sino también en la implementación de soluciones creativas que nacen de la colaboración entre diversos actores sociales. Sin embargo, la innovación centrada en los problemas sociales, o innovación social, no está carente de críticas.

La innovación social, como concepto, se ha popularizado tras algunos éxitos considerables de la innovación en el ámbito empresarial. En su fase inicial, la innovación (eminentemente empresarial y tecnológica) se concibió como parte de un proceso lineal y ordenado, conocido como I+D+i, donde tras un proceso de investigación básica se da el desarrollo de una solución técnica que finalmente se convierte en una innovación (productos, procesos, métodos de organización y mercados) que cumple un papel crucial en la transformación y evolución de las economías (Schumpeter, 2002). La innovación social venía a reclamar la existencia de procesos de innovación que no tenían un objetivo comercial, al menos principalmente, convirtiéndose en “una solución novedosa a un problema social que es más eficiente, efectiva, sostenible o justa que las existentes y para la cual el valor creado se destina principalmente a la sociedad en su conjunto y no a algunos individuos” (Phills *et al.*, 2021). Esta visión de la innovación social tuvo la virtud de reconocer formas de innovación que hasta ese momento eran invisibles dado que no generaban rentabilidad económica directa. Sin embargo, en la mayoría de

los casos, siguió manteniendo un marco de actuación lineal y en el que son las personas expertas las que buscan soluciones para las afectadas.

A esto se suman los casos en los que la innovación social se apoya de forma excesiva en el componente tecnológico, bajo la idea de que es posible resolver problemas sociales globales de manera simple a través de soluciones tecnológicas. Este enfoque tiende a simplificar y pasar por alto la complejidad inherente a los desafíos sociales, políticos y económicos. El problema de esta perspectiva, conocida como “solucionismo tecnológico” (Morozov, 2013), radica en su confianza desmedida en la ingenuidad tecnológica: concibe el mundo como un conjunto de problemas agudos y sencillos que pueden resolverse con soluciones técnicas. De este modo, se exagera el valor de las soluciones mientras se minimiza el de los procesos, los cuales, paradójicamente, generan nuevos problemas derivados como consecuencia de su propia implementación. Sin embargo, este enfoque “solucionista” no es exclusivo ni nuevo en el ámbito tecnológico. El mundo de la cooperación internacional, frecuentemente, se ha asentado sobre el modelo *do-good*, en el cual las soluciones “occidentales” se implementan en los países en desarrollo sin atención a la comprensión de lo local y la participación activa de las comunidades de personas afectadas (Easterly, 2006). Algo similar puede observarse en todas las escalas geopolíticas, incluso cuando analizamos la actitud de los centros de innovación (como universidades, centros tecnológicos, etc.) respecto a los problemas de la sociedad de la que forman parte. Por supuesto que no toda la innovación social se basa en estos supuestos. Existen muchas situaciones en las que la vida de las personas, la escucha de sus problemáticas y el codiseño de soluciones son aspectos principales.

21

Junto al ya tradicional concepto de innovación social, y a rebufo de la estela marcada por conceptos como la “innovación liderada por usuarios” (Von Hippel, 2005), la “innovación abierta” (Mair & Gegenhuber, 2021) o la “innovación frugal” (Jaideep & Mathew, 2020), en los últimos años se empieza a posicionar el concepto de “innovación ciudadana” (Bordignon, 2017; Pascale, 2018; Pascale & de la Fuente, 2020), muy ligado al trabajo desarrollado en los laboratorios ciudadanos. Este enfoque pone el acento en la naturaleza de la participación ciudadana, su dirección, la escala territorial y el alcance en el proceso, ensanchando aún más los procesos de innovación con impacto social.

Posiblemente debido a su corta trayectoria, el concepto de innovación ciudadana aún no cuenta con una descripción teórica consolidada que permita un examen preciso. Por esta razón, a partir de la exploración teórica y del trabajo de campo realizado en esta investigación, se proponen los siguientes aspectos que lo caracterizan:

- *Indisciplinar*: frente al enfoque basado, casi en exclusiva, en una *expertise* disciplinar, el nuevo entorno en el que vivimos propone enfoques en los que la aproximación disciplinar se desdibuja. Siguiendo la idea de “antidisciplinariedad” (Ito, 2017), estas comunidades de innovación permiten explicitar el objetivo de

avanzar hacia los espacios entre disciplinas, donde las estructuras académicas o profesionales rígidas dan paso a enfoques más fluidos, exploratorios y experimentales. En esta modalidad, los participantes tienen la libertad de explorar ideas que no encajan perfectamente en las categorías existentes, lo que fomenta la innovación, la asunción de riesgos e incluso el fracaso como parte del proceso de aprendizaje y diseño. La multiplicación de los grupos sociales involucrados en la producción científica solo puede diversificar los tipos de teorías y perspectivas que constituyen la ciencia, haciéndola así más objetiva (Benoit, 2017). Por lo tanto, mientras la innovación convencional utiliza métodos de diagnóstico basados en conocimiento experto para la comprensión de los problemas que aborda, la innovación ciudadana desarrolla mecanismos de escucha basada en la inmersión y participación activa.

- *Desde abajo (bottom-up)*: innovar es una parte de la idiosincrasia humana y por tanto toda la ciudadanía puede estar implicada. Smith *et al.* (2014) analizan cómo los movimientos de innovación de base (*grassroots innovation movements*) surgen como respuestas locales a desafíos sociales, económicos y ecológicos. Estos movimientos no solo desarrollan tecnologías alternativas, sino también valores, formas organizativas y criterios de evaluación diferentes a los del modelo dominante de innovación. Se pone en valor el conocimiento, las experiencias y las necesidades de las personas directamente afectadas por los problemas sociales para desarrollar soluciones innovadoras. En este sentido, Wynne (1996) contrapone la “participación invitada”, aquella que es estructurada, formalizada y controlada (desde arriba) por las instituciones que definen una agenda y los términos de la participación, frente a la participación “no invitada” promovida por la ciudadanía (desde abajo) y que tiene un carácter emergente y autoorganizado, reflejando las preocupaciones, los intereses y los valores genuinos de las comunidades.
- *Situada*: frente al “solucionismo tecnológico” (Morozov, 2013) basado en enfoques genéricos y en colocar a la tecnología y algoritmos en el centro de las cadenas de valor, la innovación ciudadana habla desde la experiencia y conocimiento situado (Haraway, 1988), desarrollando enfoques locales que diversifican la innovación al adaptarla a las condiciones territoriales y colocan a las personas en el centro de las cadenas de valor.
- *De principio a fin*: el alcance de la implicación de la ciudadanía en los proyectos de innovación se da a lo largo de las distintas etapas de desarrollo. Gómez *et al.* (2008) proponen un marco explicativo para la participación en todo el proceso de innovación dividido en tres fases (*ex ante*, *in*, *itinere* y *ex post*) que, en los casos estudiados para este artículo, se adecúa a las etapas del proyecto: ideación, planificación, ejecución, validación y cierre. De esta forma, los ciudadanos pueden influir en las prácticas efectivas de investigación, cuestionando alguna de sus reglas explícitas o implícitas, aportando su experiencia y conocimientos.

- *Apropiada*: se promueve que los ciudadanos no sean meros receptores pasivos de innovaciones, sino que se apropien activamente de ellas. Al participar en las distintas fases del proceso, pueden incorporar sus conocimientos, experiencias y necesidades. Este enfoque permite que las innovaciones reflejen de manera auténtica las realidades y contextos de quienes las producen y utilizan (Von Hippel, 2005), fomentando un sentido de pertenencia y responsabilidad. Así, las innovaciones se vuelven sostenibles y adaptadas a las comunidades, fortaleciendo su impacto social y cultural.
- *Abierta*: de forma similar a cómo Raymond (2000) evoca el modelo del bazar al analizar las comunidades de *software* libre (enfaticando su apertura, colaboración y descentralización), la innovación ciudadana opera bajo lógicas equivalentes al código abierto. Documenta los procesos y resultados con el objetivo de compartirlos, de modo que cualquier persona, desde otros contextos, pueda acceder a ellos, replicarlos o incluso sumarse a lo que se investiga y produce.

Por supuesto, la innovación ciudadana no está exenta de críticas y riesgos. Entre ellos destacan: el peligro de excluir a ciertos grupos sociales —especialmente a aquellos que carecen de capital cultural o tecnológico para participar efectivamente—, los problemas relacionados con la calidad y la sostenibilidad de las soluciones presentadas, la cooptación y manipulación de los procesos e iniciativas, y la fragmentación de los esfuerzos. En síntesis, la innovación ciudadana entiende la innovación como un proceso colectivo que forma parte de la propia naturaleza humana y que se asienta sobre la capacidad de escucha y sobre lo indisciplinar, actuando siempre de modo situado. Esta forma de innovación tiene más posibilidades de abordar los problemas crónicos de una forma orgánica. Por tanto, la innovación ciudadana no es algo susceptible de ser planificado ni forzado, pero sí existen mecanismos que pueden impulsarla por medio de su visibilización, de la toma de conciencia de las personas y de la creación de infraestructuras a su servicio.

23

### 3. Los laboratorios ciudadanos como infraestructuras al servicio de la innovación ciudadana

Una de las grandes dificultades a la hora de tratar de estudiar el fenómeno de la innovación ciudadana es su carácter multiforme y heterogéneo. Las prácticas en sus distintas fases de desarrollo y las formas de institucionalización que adopta son muy variadas; una asociación de vecinos que construyen y experimentan en una huerta comunitaria, un colectivo feminista que realiza entrevistas para generar un mapa de rutas seguras para las mujeres, un grupo de activistas medioambientales que llevan a cabo el monitoreo de especies amenazadas en una ciudad, una comunidad de aprendizaje y práctica que recogen testimonios de los vecinos para reconstruir en realidad virtual lugares que ya no existen o la fabricación autónoma en un espacio *maker* de prototipos son algunas de las muchas que podemos observar. Hablamos

de espacios, formas de organización y prácticas que habitualmente estaban en la periferia de los centros tradicionales (universidades, centros de investigación, laboratorios industriales, etc.). Estos espacios reúnen a distintos actores sociales — con perfiles disciplinares como la ingeniería, la antropología, el diseño, la arquitectura, el periodismo o la sociología—, pero también a personas afectadas, activistas, amateurs, *makers*, *hackers* y, en definitiva, personas que sienten la necesidad de participar en la gestión de diferentes dimensiones de la vida que les afectan directa o indirectamente.

Pareciera ser que cualquier lugar es adecuado para encontrarse si reúne las condiciones necesarias para juntarse alrededor de aquellos problemas que les afectan, con el objetivo de ponerlos en común, explorarlos, contrastarlos y plantear una solución que sea a su vez validada. Estamos hablando de espacios que, por lo general, nos son cotidianos porque siempre han estado ahí: las plazas, los huertos comunitarios, las asambleas de barrio, los centros sociales, los mercados, los solares abandonados y los demás espacios que, mediante estrictas reglas de uso y la fuerza de voluntad de mucha gente, son verdaderos procomunes con la capacidad de producir innovación, demostrando que la calidad del espacio (en términos de infraestructuras disponibles o diseño) no es esencial y que más bien su valor está en permitir el encuentro alrededor de ciertos problemas comunes.

24

En las últimas dos décadas, algunas administraciones públicas, inspiradas por el potencial de estos espacios comunes y motivadas por la necesidad de generar infraestructuras que fomenten una mayor participación ciudadana en la comprensión y producción de propuestas para mejorar la vida en común, han optado por dotar de espacio y recursos lo que hoy conocemos como laboratorios de innovación ciudadana o simplemente laboratorios ciudadanos. Son entornos creados *ad hoc* o que aprovechan la infraestructura ya existente y combinan diferentes métodos, protocolos, dispositivos, infraestructuras y códigos puestos al servicio de la innovación ciudadana. En ellos, ciudadanos de distinta índole (profesional, generacional, disciplinar, nacional, de género, etc.) trabajan de forma colaborativa en la ideación, el diseño, la producción y la validación de proyectos (Gómez & Freire, 2023). Estos dispositivos, aunque reciban esta nueva denominación, siempre estuvieron ahí, pues todo bien común actúa finalmente como un laboratorio ciudadano (Lafuente, 2023).

Así pues, los laboratorios ciudadanos son el espacio que reúne las condiciones necesarias para que la ciudadanía participe en procesos de innovación caracterizados por los aspectos detallados más arriba, a saber: procesos de innovación indisciplinados, desde abajo, situados, de principio a fin, apropiados y abiertos. Es por esta razón que los casos de estudio escogidos para esta investigación fueron desarrollados en dos laboratorios ciudadanos con una tradición y modelo compartido.

Medialab-Prado (actualmente Medialab Matadero) y LABNL son dos laboratorios ciudadanos impulsados desde el sector público: el Ayuntamiento de Madrid en España y el Estado de Nuevo León en México, respectivamente. Ambos comparten

la vocación de abrir las instituciones a la participación, ofreciendo las infraestructuras y los recursos necesarios para facilitar e impulsar la innovación cultural y ciudadana. Para ello trabajan con una serie de formatos, herramientas y metodologías que apoyan la producción colaborativa de prototipos. La unidad básica de trabajo en estos espacios son los talleres de prototipado y la doble convocatoria pública de proyectos y colaboradores. A partir de una llamada abierta o temática, se lanza una convocatoria pública de proyectos. Esto permite escuchar cuáles son las inquietudes, anhelos y necesidades de las personas concernidas o interesadas. El perfil de los promotores de proyecto suele ser personas movilizadas y con un capital cultural y social suficiente como para escribir y presentar un proyecto (cada laboratorio siempre trata de hacer que este paso sea lo más accesible posible). Una vez seleccionadas las propuestas, se lanza una convocatoria de colaboradores. Esto promueve la heterogeneidad de visiones y moviliza la inteligencia colectiva alrededor del proyecto, ampliando el espectro de participantes. Una vez conformados los grupos de trabajo alrededor de los proyectos seleccionados, la fase de producción intensiva cuenta con una duración variable adaptada a las necesidades de cada proyecto. Esta parte —denominada taller de producción o sesiones de prototipado— requiere de un equipo de apoyo que cumple las siguientes tareas esenciales: mentorización, mediación, documentación y, en algunos casos, producción técnica (en particular de código, plataformas digitales y productos audiovisuales).

El objetivo principal de todo este mecanismo es generar las condiciones necesarias para que durante el proceso de prototipado el grupo de personas involucrado en su desarrollo pueda conformarse como una comunidad de innovación estable. Esta debe contar, para serlo realmente, con autonomía para definir sus objetivos, métodos de trabajo y modos de gobierno. En este sentido, el laboratorio funciona como un entorno posibilitador que presta apoyo y ciertos recursos para que la comunidad se forme y desarrolle su actividad.

25

#### **4. Comunidades de innovación ciudadana: dos casos de referencia**

Las comunidades de innovación ciudadana surgen a partir de un proceso previo de encuentro y alineación de intereses y afectos comunes, que se construye mediante el hacer conjunto y la convivencia. En la bibliografía comúnmente relacionada, se habla de comunidades de práctica y aprendizaje (Wenger, 1998) o comunidades de investigación (Dewey, 2016). A la luz de los datos que arroja la presente investigación, se sostiene que las comunidades de innovación ciudadana analizadas son también comunidades de aprendizaje-práctica y de investigación, aunque no exclusivamente. Todas ellas coinciden en ser comunidades por elección, o “singulares” (Agamben, 1996), donde no existe un presupuesto de identidad común ni una pertenencia previa que anteceda a la práctica, sino que se fundamentan en la coexistencia de singularidades. Lo que las aglutina es un interés compartido, que permite desarrollar un compromiso mutuo y apostar por hacer cosas juntos, con y desde ese interés común. En ese proceso, se genera un repertorio de formas de hacer compartidas.

Sin embargo, estas comunidades no nacen con una motivación explícita por el aprendizaje o por la construcción sistematizada de conocimiento. Ambos aspectos surgen de forma colateral, como resultado de la acción y del proceso colaborativo de prototipado. Las comunidades a las que se hace referencia basan su quehacer en los principios antes señalados de la innovación ciudadana (indisciplinar, desde abajo, situada, de principio a fin, apropiada y abierta) para abordar un problema, visibilizarlo o comprenderlo mejor, sumando la inteligencia colectiva de un grupo diverso de personas y situando los cuidados en el centro, como condición para sostener su trabajo.

Esta investigación presenta algunos resultados obtenidos a través de una etnografía, la cual ha posibilitado observar y comprender la actividad de diversos grupos de trabajo y su consolidación como comunidades de innovación. Para su desarrollo se optó por una triangulación de técnicas cualitativas como la observación participante, entrevistas semiestructuradas y análisis de fuentes secundarias. El uso de la observación participante permitió estudiar el comportamiento de las personas participantes en los proyectos seleccionados para el estudio durante el proceso de prototipado. Esto con el fin de estudiar las prácticas concretas y las dinámicas de interacción que permitan entender cómo se crea y sostiene una comunidad bajo estas condiciones de innovación ciudadana.

26

Por otro lado, las entrevistas semiestructuradas han permitido complementar el trabajo de observación y conocer desde el punto de vista de las personas participantes su experiencia a la hora de colaborar y participar en un laboratorio ciudadano. Gracias a esto, se ha logrado tener un mayor entendimiento sobre aquellos aspectos que a simple vista no eran fáciles de interpretar, como los antecedentes, motivaciones y afectaciones concretas de cada persona participante. Las entrevistas se realizaron a los promotores del proyecto y a una segunda persona participante en cada comunidad durante los periodos correspondientes en los que se realizó el trabajo de campo.

Como resultado de esta indagación, se han podido identificar cinco características básicas propias de estas comunidades: a) tienen objetivos comunes, en tanto comparten una preocupación o un problema, su razón de pertenencia y participación en ella consiste en afrontar esos desafíos y encontrar soluciones; b) en el hacer conjunto van construyendo lenguajes, rutinas, agendas, instrumentos y métodos compartidos para organizar colectivamente su trabajo; c) se dotan de una serie de reglas y normas que permiten hacer operativo su funcionamiento y gobernanza; d) hacen uso de tecnologías digitales, compartiendo plataformas que facilitan el trabajo y la gobernanza de una forma más flexible y distribuida sin la necesidad de contar con una estructura formalizada; y e) suelen adoptar una estructura informal, con una participación intermitente, incluso a veces esporádica, conformándose un pequeño núcleo más activo y estable (de pocas personas) que guarda un compromiso fuerte con el proyecto.

No es el objetivo de este artículo hacer un seguimiento exhaustivo de toda la trayectoria de ambos casos, pero sí de analizar en profundidad las prácticas y relaciones que se

dieron para convertirse en comunidades de innovación. Esto permitirá comprender la naturaleza de la participación que se da en ellas, las formas de gobernanza que se construyen y los procesos de producción que se experimentan en su desarrollo. La elección de ambos proyectos se basa en cinco criterios metodológicos:

1. *Su factibilidad para ser comparados*: ambos provienen de una doble convocatoria y los proyectos fueron propuestos y acompañados por un mediador.
2. *Su nivel de madurez*: los dos pasaron por una fase de prototipado intensivo y posteriormente se constituyeron como comunidades de innovación que realizan acciones más allá del laboratorio.
3. *La heterogeneidad de sus participantes*: involucran a distintos perfiles de *expertise*, grado de profesionalización, género y edad.
4. *El alcance de la participación*: en ambos casos, la agenda de desarrollo y el devenir del proyecto han sido diseñados e implementados por el grupo de participantes.
5. *Su documentación*: cuentan con un registro sistemático de su trabajo que permite referenciar su labor y ser consultado para su investigación.

#### 4.1. Caso 1: Autofabricantes

Este proyecto se inscribe en el marco de la convocatoria de proyectos de Mediación-Investigación 2015/2017<sup>1</sup> en Medialab-Prado y se define como: “Un proyecto de investigación colectiva que busca generar soluciones alternativas y accesibles en código abierto en torno a la diversidad funcional. Para ello desarrolla asistencias técnicas personales y trabaja en la generación de conocimiento libre para la autonomía y la calidad de vida, utilizando la fabricación digital e involucrando en procesos de coproducción a familias, usuarios, técnicos y a cualquier persona que quiera participar” (Autofabricantes, 2022).

27

El proyecto-comunidad Autofabricantes ha tenido distintas fases y ramificaciones a lo largo de su desarrollo (de 2015 hasta la actualidad). Reuniendo a lo largo de todo el proceso a más de 120 participantes con distintos perfiles —ingeniería industrial, diseño, terapia ocupacional, arquitectura, antropología, familias afectadas, etc.— y una comunidad estable de 20 personas que le dan seguimiento. Para este artículo se toma como referencia el trabajo etnográfico desarrollado con Autofabricantes durante sus ocho primeros meses de existencia, entre octubre de 2015 y junio de 2016. Durante ese periodo, el grupo se reunía con una periodicidad semanal, dedicando tres horas de trabajo en cada sesión.

---

<sup>1</sup> Estas convocatorias son similares a las mencionadas anteriormente para proyectos y colaboradores, pero tienen una peculiaridad: la persona promotora del proyecto es contratada como mediadora investigadora en el laboratorio. Durante un periodo determinado, desarrolla el proyecto propuesto y reúne a una comunidad de participantes en torno a él. Además, debe dedicar parte de su trabajo a facilitar otros procesos y convocatorias que se lleven a cabo en el laboratorio. Más información disponible en: <https://www.medialab-matadero.es/programas/mediacion-investigacion-20152017>.

El proyecto tiene su origen en la motivación personal del promotor, quien se inspiró en un caso cercano y su interés por continuar el trabajo iniciado por el colectivo “EXando una Mano”<sup>2</sup> con el que había colaborado. Desde su inicio han trabajado en el desarrollo de una prótesis mioeléctrica, pasando por una mecánica, un bipedestador, un instrumento musical y el más reciente proyecto Supergiz.<sup>3</sup> Durante todo este tiempo han trabajado en España, Colombia y México y recibido el apoyo de diferentes organizaciones como Medialab-Prado, Fundación Daniel y Nina Carasso, Fundación Rafa Puede, Fundación Once, Ashoka y la Universidad Politécnica de Madrid. Este apoyo institucional es un indicador de la relevancia de su trabajo colectivo.

#### 4.2. Caso 2: Visor Histórico

Es un proyecto inscrito en la convocatoria de Mediación-Investigación-Creación<sup>4</sup> 2021/2022 de LABNL y se define como: “Un proyecto que busca la recuperación y divulgación de la memoria acerca de espacios con valor artístico e histórico de la ciudad de Monterrey, reconstruyendo y visualizando las herencias culturales edificadas que han desaparecido o se encuentran en peligro de desaparecer. Para ello se experimenta con las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías para el desarrollo de multimedia digital, combinado con el uso y valorización de archivos documentales, gráficos y orales, como fuentes valiosas para salvaguarda la memoria de las ciudades”.

28

A lo largo de estos últimos tres años, en el proyecto-comunidad Visor Histórico han participado más de 40 personas con distintos perfiles (historia, arquitectura, ingeniería, programación, habitantes de la ciudad de Monterrey, etc.) y una comunidad estable de nueve personas que aportan sus memorias, conocimientos, saberes y trabajo colaborativo. Para este artículo se dará cuenta del trabajo etnográfico desarrollado con Visor Histórico en su primer año de existencia, entre septiembre de 2021 y agosto de 2022. Durante ese periodo, el grupo se reunía con una periodicidad aproximada de una vez por semana, dedicando tres horas de trabajo en cada sesión.

El proyecto parte del interés de su promotor por preservar el patrimonio arquitectónico de Monterrey y encontrar medios alternativos para abonar a la conservación de la memoria de los lugares con importancia para las personas que los conocieron en contextos de destrucción o falta de cuidado del patrimonio. Desde sus inicios, el proyecto ha trabajado en la reconstrucción virtual del antiguo Cine Elizondo (un afamado edificio de la ciudad de Monterrey demolido en 1982 para dar paso a la

<sup>2</sup> Es un proyecto de autofabricación colectiva de prótesis en código abierto establecido en el FabLab de Sevilla de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Más información en: <https://exandounamano.org/>.

<sup>3</sup> Toda la información de los diseños, procesos y códigos se puede consultar en: <https://autofabricantes.org/investigacion/>.

<sup>4</sup> Más información disponible en: [https://wiki.labnuevoleon.mx/index.php?title=MIC\\_Mediaci%C3%B3n\\_Investigaci%C3%B3n\\_Creaci%C3%B3n](https://wiki.labnuevoleon.mx/index.php?title=MIC_Mediaci%C3%B3n_Investigaci%C3%B3n_Creaci%C3%B3n).

moderna Macroplaza), combinando las memorias de las personas participantes con tecnologías de modelado y visualización en realidad virtual. Derivado de este primer prototipo se desprenden otros proyectos como las inmersiones al Cine Elizondo, la participación en la obra de teatro *Donde habita el olvido*,<sup>5</sup> o el nuevo proceso de reconstrucción digital de la Plaza del Chorro, donde se visualiza la transición entre su estado actual y el que tenía en los años 30.

## 5. Naturaleza de la participación en las comunidades de innovación ciudadana

Desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS), numerosos estudios —Jasanoff (1990), Funtowicz y Revetz, (1993), Latour y Woolgar (1995), Bijker (1997) o Callon (1998)— han mostrado que la forma y orientación que toman la ciencia y la tecnología en cada momento no son inevitables ni siquiera necesarias. Lejos de seguir una trayectoria unidireccional o autónoma, el desarrollo de la innovación es un proceso contingente expuesto a factores económicos, sociales, culturales e institucionales que provocan continuas disyuntivas, mediaciones y cambios de dirección. Tomando en cuenta esta perspectiva, puede considerarse que, dado que las decisiones científico-tecnológicas tomadas desde estructuras tecnocráticas no son neutrales, sino que están cargadas de valores, es factible trasladarlas a un debate público más amplio. En este espacio, dichas cuestiones podrían tratarse de forma abierta, implicando a las personas directamente afectadas y, por lo tanto, involucradas.

29

Esta mirada supone reconocer que los hechos científicos —lo que Latour (2004) denomina *matter of facts*— son construcciones sociales complejas que están moldeadas por procesos sociales, culturales y políticos; es decir, que están imbuidas de valores, intereses y disputas. Por tanto, los hechos, son solamente una parte de un paisaje más amplio de problemas y preocupaciones (*matter of concern*) que requieren una comprensión más profunda para develar cuál es la red de actores que está implicada en su sostenimiento. Plantear los procesos de innovación ciudadana como un asunto de preocupación, un *matter of concern*, permite hacer emerger a los distintos actores involucrados y el papel que desempeñan en el devenir contingente de los prototipos que producen. ¿Qué actores forman parte de estos proyectos? ¿Qué afectos y concernimientos están en juego? ¿Cómo se articulan y qué mundo nuevo producen? Estas son algunas de las preguntas a las que se trata de dar respuesta en este apartado.

### 5.1. Prototipando entre extraños: el enfoque indisciplinar

El enfoque indisciplinar busca integrar saberes y prácticas de diferentes disciplinas, así como incorporar el conocimiento tácito y experiencial de las comunidades afectadas, para generar soluciones innovadoras y sostenibles a problemas complejos.

<sup>5</sup> Más información en: <https://conarte.org.mx/agenda/donde-habita-el-olvido-festival-de-teatro-nuevo-leon-2023/>.

Para sumar a los proyectos una diversidad de perfiles en cuanto a procedencia disciplinar, no disciplinar, grado de profesionalización, género, edad y otras categorías de identidad, la convocatoria de colaboradores hace énfasis en: la importancia de la participación de personas colaboradoras diversas en el proceso; la apertura a distintos perfiles disciplinares; la apertura a la participación de las personas concernidas (personas afectadas y entorno familiar, cuidadores y amistades); y el énfasis en hacer en conjunto.

En el caso de Autofabricantes, el apartado destinado a describir los perfiles de personas colaboradoras decía así:

“La convocatoria está abierta a cualquier persona interesada en el tema y el proyecto. Los grupos van a ser multidisciplinarios y aprenderemos en común. No son necesarios conocimientos previos de electrónica, programación o impresión 3D, solamente se necesitan muchas ganas de aprender. Juntos esperamos reunir conocimientos de impresión 3D, modelado, electrónica, mecánica, programación y diseño. Además, en ciertas ocasiones serán muy útiles conocimientos de fisiología, electrofisiología y traumatología. Por otra parte, si necesitas una prótesis y quieres que busquemos la manera de autofabricarla, no dudes en contactar y participar”.

30

En el caso de Visor Histórico:

“La convocatoria está abierta a cualquier persona interesada en el tema, buscando generar un grupo diverso en el que aprenderemos en común. La información gráfica y documental se conseguirán a través de dinámicas colaborativas donde los ciudadanos serán pieza clave. Será muy valioso contar con el apoyo de personas interesadas en la historia, arquitectura y desarrollo de recursos multimedia digitales, modelado en 3D y realidad virtual, además será vital contar con el apoyo de artistas visuales y plásticos interesados en estos temas y que tengan deseos por colaborar en la experimentación con tecnologías digitales”.

Tras publicar las convocatorias y dejarlas en abierto un tiempo prudencial para su difusión, el grupo, en un comienzo compuesto por extraños, se reúne en su primera sesión. Esta sirve para presentarse y reconocerse, dando cuenta del inventario de conocimientos, habilidades, experiencias y distintas motivaciones con que cuentan. Así se entremezclan: niveles distintos de conocimiento técnico; habilidades para organizar, documentar, administrar; motivaciones que van desde el aprendizaje, la experimentación,

la práctica, el juego o las afectaciones personales que dialogan y aprenden unas de otras, desdibujando la línea de quién enseña y quién aprende. El conocimiento y habilidades de los perfiles más técnicos o académicos se complementa con el de aquellas personas que son o fueron afectadas por las problemáticas que abordan. El dominio y la maestría en el uso de las herramientas de unas se apoya en las ganas de poner en práctica nuevos conocimientos y aprender de las otras. Esta compartición se puede dar de forma explícita y organizada a través de charlas, presentaciones, tutoriales, o de forma emergente y orgánica en el propio proceso, a través del hacer, detonando preguntas y respuestas, aclaraciones, ejemplificaciones, etc.

Tanto las personas con discapacidad en Autofabricantes como las antiguas personas usuarias del Cine Elizondo en Visor Histórico son atravesadas por una problemática que las impulsa a tomar manos en el asunto: compartir testimonios y experiencias; hacer alianzas con otras personas; investigar, probar y ensayar nuevas soluciones; escribir en *blogs* o revistas; manifestarse en redes sociales; preguntar, contrastar y comparar. Todo ello les permite habitar el problema y comprenderlo de una forma que les convierte en verdaderos “expertos en experiencia”, ya que poseen un tipo de conocimiento construido a partir de su vivencia continuada en las circunstancias concretas. La experiencia de una persona afectada es aquello que se vuelve a la vez insoslayable (sabe lo que significa vivir con la enfermedad) y diferente (sus necesidades, dictadas por la intimidad que tiene con la enfermedad, pueden ser diferentes a las que supone el médico). Por estas dos razones mutuamente vinculadas, la persona afectada se encuentra en una posición que le permite contribuir de forma importante al proyecto (Rabeharisoa & Callon, 2002). Este encuentro entre trayectorias distintas es fundamental para el devenir del proyecto, ya que los miembros del grupo componen la caja de herramientas con las que cuenta la futura comunidad para desarrollar los prototipos.

31

## 5.2. Ejercitando la escucha: el legado de los afectados

En los laboratorios ciudadanos, el ejercicio de participación se desarrolla a partir de la producción de prototipos colaborativos, debido a lo cual un prototipo es la forma en que se materializan las propuestas y los proyectos que presenta la ciudadanía. En estos laboratorios ciudadanos, se evoca la figura del prototipo porque es algo que siempre se encuentra inacabado y abierto a incluir nuevas voces. Por esta razón, prototipar se convierte en un ejercicio de escucha que permite que los prototipos desarrollados adopten una forma contingente, producto de las intervenciones del grupo concreto que lo moldea.

El prototipo funciona como un catalizador de conversaciones y prácticas que permiten visibilizar y delimitar la problemática. En los primeros compases de las sesiones de trabajo, las personas participantes en ambos proyectos realizaron mapeos que les permitieron poner en común el acervo de conocimientos y experiencias que tenían sobre el tema que iban a trabajar, compartiendo otras experiencias, tecnologías, agentes involucrados, explorando las dimensiones prácticas y valorando

las necesidades más urgentes. En esta fase del proceso el papel de las personas afectadas fue fundamental.

En el caso de Autofabricantes, muchas de las familias afectadas que participan (sobre todo al principio) son miembros de la asociación AFANIP<sup>6</sup> en España (Asociación de Familias de Niños con Prótesis), que reúne a más de 70 familias afectadas por la agenesia o amputaciones. También participan familiares que formaban parte del proyecto previo, “EXando una Mano”. Sus aportaciones permiten conocer directamente cuestiones importantes en relación con las causas de su afectación — agenesia,<sup>7</sup> amputaciones, etc.— y con los problemas ligados a la industria protésica —“opaca”, liderada por un sector privado “que encarece mucho las prótesis” y un sector público que “da un trato frío y burocrático”, “produce desigualdades territoriales (en España)” y en el mejor de los casos “oferta unas prótesis desfasadas cuyos desperfectos no son cubiertos y que, a causa del crecimiento paulatino de los niños, quedan muy pronto obsoletas”—. Otros problemas asociados a las prótesis tienen que ver con que, al tratarse de cuerpos diferentes, cuerpos “fuera de catálogo”, las prótesis que ofrece el mercado no siempre tienen una fácil adaptación. Además, tienen un diseño capacitista que determina las decisiones funcionales, estéticas o formales de las asistencias técnicas (peso excesivo, dificultades para limpiarlas, picor y sudor por los materiales, etc.) haciendo que la mayoría de las veces sean las personas usuarias quienes deben adaptarse a la prótesis y no al revés (Maggi & Díaz, 2019, p. 17).

32

El contrapunto que representan las familias afectadas pone de evidencia los mitos y elimina la idealización y excesiva tecnificación de las prótesis que no solucionan los problemas básicos de diseño y funcionamiento a los que se enfrentan. Frente a la estandarización, el capacitismo y el reduccionismo del sistema industrial y de salud, las personas afectadas dotan al prototipo de afectividad y de efectividad, situando su desarrollo en cuerpos concretos de carne y hueso. A las motivaciones prácticas de las familias se suman sus reivindicaciones. Todo ello se complementa con las motivaciones de aquellas personas participantes que quieren, en sus palabras, “aprender”, “cacharrear” o “divertirse”. La posición de las personas afectadas imprime significado al grupo y lo dota de un compromiso con la producción de artefactos y conocimiento situado. Tenerlas cerca es la garantía de que lo que se hace sobre ellas es con ellas y no solamente más solucionismo y asistencialismo.

Por supuesto que todo este proceso no es un camino de rosas. Formar un grupo indisciplinar con perfiles diversos conlleva lidiar con diferentes culturas epistémicas

<sup>6</sup> Más información disponible en: <https://afanip.org/>.

<sup>7</sup> Los tres padres presentes en la primera reunión comparten la agenesia como el problema que afecta a sus hijos. Consuelo comparte al grupo en qué consiste. La agenesia es una malformación de una parte del cuerpo debido a un trombo en el momento de su formación o un problema genético. Es la imposibilidad del desarrollo de un órgano durante el crecimiento y desarrollo embrionario debido a la ausencia de tejido primordial. Muchas formas de agenesia son llamadas por sus nombres individuales, dependiendo del órgano afectado. Los casos que reúne Autofabricantes son de focomelia (fracaso en el desarrollo de los brazos o piernas).

y también afectivas, con ritmos de trabajo, predisposición al conflicto o resistencia a la incertidumbre diferentes. En este punto, el papel de la mediación resulta fundamental para dirigir y canalizar los flujos de afectividad y hacer posible el diálogo entre quienes quieren pasar a la acción pronto y dejarse llevar por una deriva más tecnicista, rápida y homogeneizadora y quienes necesitan más deliberación, más reivindicación o más convivencia. Para ello, la mediación despliega distintas formas de cuidado que canalizan los deseos, los anhelos, las formas de sentir y pensar, y la autogestión de nuevas maneras de experimentar el cuerpo o la memoria y su relación con la tecnología, poniendo la inteligencia colectiva al servicio de un objetivo compartido.

Todo esto implica la necesidad de infraestructurar los cuidados o, dicho de otra manera, crear infraestructuras, instrumentos y protocolos que sostengan y medien la participación. Un buen ejemplo de ello es la forma en la que el proyecto Visor Histórico promueve el encuentro con los vecinos de Monterrey para que puedan compartir sus archivos y memorias sobre el Cine Elizondo con el resto del grupo. Para ello, en fases más avanzadas del desarrollo de su prototipo,<sup>8</sup> el grupo construyó una instalación en el foro de LABNL llamada “Inmersión al Cine Elizondo”. La inmersión consistió en un breve recorrido en el que las personas podían acceder a los interiores del antiguo cine proyectados en los muros del foro, al mismo tiempo que se reproducía un video de la demolición del edificio. Finalmente, a través de unas gafas de realidad virtual, se podía realizar un recorrido por los interiores del modelo 3D, admirando sus detalles ornamentales. Esta iniciativa fue una manera creativa de involucrar a los residentes de Monterrey, fomentando su participación activa. A través de la inmersión, se buscaba estimular y revivir sus recuerdos y experiencias, con el fin de que pudieran compartirlos y contribuir al proyecto.

33

En resumen, la naturaleza de la participación, en los procesos de innovación ciudadana descritos, se basa en un enfoque indisciplinar que integra a expertos de diversas disciplinas y a individuos directamente afectados por las problemáticas abordadas. Este modelo colaborativo permite el desarrollo de prototipos contingentes y situados, los cuales se comportan como dispositivos de escucha que movilizan los conocimientos y experiencias (charlas, tutoriales, testimonios), los recursos (repositorios, herramientas, materiales), las relaciones, las dudas y los intereses de todas las personas participantes de forma que adquieren un compromiso con el grupo y aportan en la medida de sus posibilidades. Su novedad consiste en haber realizado una triple transición: pasar de la protesta a la propuesta, moverse desde la reclamación de derechos a la construcción de pequeñas infraestructuras e incorporar lo experiencial y no solo lo experimental en los procesos de producción de conocimiento (Lafuente, 2023, p. 75). En este ambiente afectivo y de aprendizaje, la mediación se convierte en una función clave para canalizar el trabajo del grupo, sostener su implicación y procurar que los prototipos sean un verdadero reflejo de todo el colectivo.

<sup>8</sup> Un modelo 3D para realidad virtual del antiguo cine, construido a través de las memorias y evidencias que guardan los vecinos de la ciudad de Monterrey.

## 6. Fabricando una comunidad de innovación ciudadana

Hay un arte social a la hora de gestionar los recursos comunes, del cual da cuenta Ostrom (1990, 1992) utilizando el término de *crafting* (en alusión al trabajo del artista o del artesano). Para la Nobel de economía, las comunidades diseñan y ajustan instituciones (sistemas de reglas, normas, y estrategias) para gestionar efectivamente los recursos comunes, que en los ejemplos ya clásicos eran los bosques, las pesquerías o los sistemas de irrigación. Pero para ello no hay una sola manera que se pueda transponer a todos los casos; cada forma de gobierno de un común es única. Así las instituciones creadas deben adaptarse a las especificidades de cada situación y a su evolución para que un sistema de explotación perdure. Los casos de estudio resultan ilustrativos de cómo, en realidad, aunque existan resistencias y desencuentros, cuando los individuos pueden reunirse, hablar y decidir conjuntamente, las estrategias cooperativas se hacen posibles contemplándose un acuerdo no impuesto desde instancias exteriores. La capacidad de elaborar colectivamente las reglas de uso depende del encuentro comunicativo entre las personas que integran el colectivo y del reconocimiento, por parte de todas ellas, de un sistema con normas propias. De tal forma que los sujetos estudiados son capaces de autoorganizarse y autogestionarse fabricando (“craftereando”) su propio sistema de reglas y normas. Este trabajo de verdadera orfebrería social se expresa en una forma de gobierno singular (situado), pero que al mismo tiempo es capaz —por medio de un trabajo constante de reflexión, negociación y experimentación entre sus creadores— de adaptarse a las especificidades de cada situación.

34

En los casos que forman parte de esta investigación, la fabricación de la comunidad ha sido un proceso lento apoyado en distintas infraestructuras como organigramas, calendarios, mapas, actas, chats, *wikis*, etc. Estas infraestructuras son las que sostienen y apuntalan “desde abajo” todo el sistema o proceso que permite a Autofabricantes y Visor Histórico la producción y el aprovechamiento de los comunes que comparten. Dicho de otra forma, son aquello que permite al grupo “hacerse cargo” de un asunto, un problema o una necesidad (Corsin, 2017). Visibilizar las infraestructuras y la anatomía de los prototipos permite dar cuenta de cuáles son los concernimientos puestos en juego por parte de la comunidad, y las razones y afectos que los han llevado a ser como son.

### 6.1. Infraestructuras para trabajar juntos

El concepto de *crafting* y una noción amplia de infraestructuras se entrelazan profundamente en el análisis del trabajo realizado por las comunidades de innovación ciudadana estudiadas. Estos grupos, caracterizados por su heterogeneidad en habilidades, conocimientos y ritmos de trabajo, han tenido que desarrollar métodos y herramientas para organizar sus actividades. Esto incluye: la coordinación de horarios y lugares para encuentros, donde discuten, producen y documentan sus avances; la asignación de roles; la creación de canales de comunicación y seguimiento; las reglas y normas para el uso de los espacios y materiales con los que prototipan, etc. Esto, poco a poco, les ha ido dotando de autonomía en la gestión y gobernanza de la comunidad a través del diálogo, el intercambio de posiciones y el reparto de responsabilidades en función de sus intereses y capacidades.

**Tabla 1. Infraestructuras comunes**

| <b>Tipo de infraestructura</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Para colaborar                 | Creación de calendarios, hojas de ruta y agendas permiten sostener la participación y promover la horizontalidad en las contribuciones mediante la gestión del tiempo. Estas herramientas estructuran las interacciones y aseguran que todos los miembros de la comunidad participen de manera sincronizada hacia objetivos comunes a pesar de las diferencias en disponibilidad de tiempo debido a otros compromisos.                                         |
| Para gestionar los recursos    | Uso de armarios, archivadores, bibliotecas de código y plataformas digitales para organizar y compartir recursos, permitiendo la colaboración en tiempo real. El uso de estas infraestructuras implica, no solo su fabricación, sino también la confección de normas y reglas sobre cómo se almacenan, se accede y se gestionan los recursos compartidos.                                                                                                      |
| Para documentar                | Implementación de sistemas de documentación y seguimiento como actas, grabaciones, bitácoras, recetas y cuadernos de laboratorio o <i>wikis</i> . Estos sistemas permiten mantener a los miembros al día de los avances, facilitar la replicabilidad de los prototipos, evaluar los procesos y resultados, y promover la transparencia y el acceso abierto a la información.                                                                                   |
| Para comunicar(se)             | Selección de canales de comunicación que mejor se adaptan al flujo comunicativo de la comunidad, asegurando la accesibilidad, facilidad de uso y seguridad de los datos para el mantenimiento de la cohesión y la eficiencia del grupo. Es necesario establecer normas para facilitar el acceso y seguimiento eficiente de la información y coordinación entre los miembros.                                                                                   |
| Para organizar(se)             | La organización se granulariza en grupos de tareas específicas que dan respuestas de forma eficiente a diferentes desafíos que presenta el desarrollo del prototipo. Esta organización ad hoc que se adapta a las necesidades del desarrollo del prototipo, permite la configuración y reconfiguración de grupos de trabajo según las necesidades emergentes. Esto refleja una gestión flexible y procesual adecuada a la naturaleza abierta de los proyectos. |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Para producir | Provisión de recursos materiales y conceptuales como mesas, sillas, pizarras, proyectores, impresoras 3D y otros elementos necesarios para la producción de prototipos. La comunidad también desarrolla herramientas como mapas, bases de datos, bocetos, estrategias de validación y modelados para guiar el proyecto. Estas infraestructuras requieren la elaboración de reglas para su uso y dan cuenta de cómo unos sistemas se relacionan con otros, especialmente cuando se comparte espacio con otras comunidades. |
| Para regular  | Desarrollo de un marco legal con acuerdos, pactos, normas y licencias para el uso y aprovechamiento de los comunes en el desarrollo y distribución de prototipos. Esto incluye la regulación del uso de instalaciones y materiales y la adopción de licencias libres para promover la colaboración y el acceso abierto.                                                                                                                                                                                                   |

Fuente: elaboración propia.

36

Las infraestructuras sostienen y cuidan al grupo porque lo dotan de orden para ser eficiente y de coherencia en la asignación de roles, promoviendo su compromiso hacia el conjunto. Estas infraestructuras, tanto materiales como inmateriales, son recursivas en términos de Kelty (2008), pues contienen en sí mismas los valores que representan al grupo que las produce para hacer de él un espacio seguro, abierto, inclusivo, colaborativo, y que les permita alcanzar sus objetivos eficazmente. Esto conlleva un reto mayúsculo, pues dichas infraestructuras deben mantener el equilibrio entre materializar los valores de la comunidad (para ser abiertas también debe serlo el código que contienen) y, a su vez, ser accesibles con las habilidades y capacidades de todas las personas participantes.

## 6.2. Objetualidad y recursividad de las comunidades de innovación

Frente a otros formatos de participación con un carácter más deliberativo, las comunidades de innovación ciudadana requieren de la producción de objetos que les permitan pasar a la acción, dotándolos de retos y desafíos que deben de afrontar colectivamente, dando así forma a la organización de la comunidad. Necesitan andar para saber a dónde van y con quién caminan.

En los procesos de prototipado de las comunidades analizadas, se evidencia cómo ejecutan diversas prácticas de manera iterativa —es decir, sin seguir un orden lineal—, lo que resulta en repeticiones según las necesidades y circunstancias del grupo de desarrollo. Estas prácticas van generando secuencias (y las infraestructuras necesarias para sostenerlas) que, como se mencionó previamente, pueden volverse reconocibles con el tiempo. A lo largo de este

proceso, la relación entre el grupo y el prototipo es mutuamente performativa. Esto significa que no solo son las personas que colaboran quienes dan forma a una preocupación compartida a través del prototipado, sino que, también, el prototipo que se está trabajando configura al grupo a su vez. Esta interacción recíproca es la razón por la cual cada comunidad de innovación y sus prototipos tienen una forma específica. La singularidad de una comunidad de innovación surge de su composición única, la cual produce y reproduce un prototipo igualmente singular que influye en el colectivo que lo desarrolla.

En el caso de Autofabricantes, luego de varias sesiones —esto corresponde al primer mes con cuatro sesiones, una por semana— destinadas a escuchar las reivindicaciones y afectaciones de las familias participantes, así como a mapear diferentes experiencias de autofabricación para inspirarse, el grupo se encontraba en la necesidad apremiante de materializar las ideas propuestas. Esta urgencia, reconocida por el grupo, surgió de la necesidad expresada por algunas personas colaboradoras de mantener viva la energía de quienes participaban, evitando que esta se agotara en conversaciones y promoviendo la acción como una vía para reactivar, eventualmente, la deliberación.

La objetualización del prototipo —es decir, convertirlo en un objeto físico y concreto— tuvo dos efectos principales: primero, permitió que lo acordado se plasmara en un artefacto tangible sobre el cual discutir y sentirse identificados. Ejemplo de esto (en subsiguientes sesiones de trabajo) fue el sistema de minimotores conectados a los sensores de movimiento de la prótesis, lo que permitió entender las dificultades de adaptar todos estos mecanismos a una prótesis tan pequeña. Segundo, facilitó la organización en subgrupos de trabajo (a partir del segundo mes) para abordar aspectos cruciales en el desarrollo de los prototipos (modelado, desarrollo, impresión, documentación y vinculación) y definir la forma que estos deberían adoptar (abiertos, situados, accesibles, colaborativos), asignando colaboradores según sus capacidades e intereses.

De esta manera, mientras avanza el proceso de prototipado de una prótesis de código abierto, el grupo se organiza y administra sus recursos siguiendo las mismas prácticas abiertas que intenta incorporar en el prototipo. Alojar la documentación y el código en plataformas de acceso abierto ejemplifica esta disposición. Otro principio que el grupo establecerá al producir sus prototipos de prótesis superior mioeléctrica es la necesidad de que sean situados —es decir, diseñados específicamente para un individuo concreto desde el principio—, lo que garantiza que el trabajo esté enraizado y comprometido con el grupo de personas afectadas que participan en el proyecto. La creación de la prótesis adaptada al caso individual de uno de los hijos de las familias participantes presenta un desafío relacionado con el tamaño de los componentes; este desafío se manifiesta en la fragilidad de las piezas impresas en 3D debido a su falta de consistencia. Esta dificultad también plantea el reto de asegurar otro compromiso de la comunidad: que las piezas que conforman el prototipo sean fácilmente accesibles para permitir su replicabilidad en otros contextos y por otras personas. Así, se puede

observar cómo la objetualización de un prototipo de manera específica genera una serie de desafíos que impulsan a la comunidad hacia formas igualmente concretas y singulares de organización y gestión.

La forma que adopta la comunidad en cada momento no siempre es reactiva, respondiendo a retos y desafíos que impone el proceso de prototipado. A veces, la comunidad elige conscientemente ser más inclusiva y abierta, aprovechando el talento y las capacidades de todos sus miembros. Por ejemplo, cuando el proyecto de Visor Histórico identificó la necesidad de incluir habilidades técnicas específicas para el modelado digital (esto ocurrió a partir del segundo mes de trabajo), algunas personas colaboradoras podrían haber perdido el interés al no estar familiarizadas con esas herramientas. Esta situación es muy habitual entre las comunidades de innovación. En algunos casos, quienes no tienen las habilidades y conocimientos técnicos se suman al proceso como aprendices; esto produce un derrame de beneficios tales como un mayor aprendizaje de las personas participantes o hace los procesos de desarrollo más transparentes, pero también conlleva un mayor tiempo y esfuerzo por parte de los perfiles técnicos. En muchas otras ocasiones, quienes no pueden aportar en estas fases del proceso se toman un descanso, o desaparecen. Sin embargo, en el caso concreto de Visor Histórico, en lugar de dejar que esto sucediera, decidieron dividirse en subgrupos para trabajar tanto en el modelado digital como en el analógico con arcilla y plastilina.<sup>9</sup> Esta bifurcación en el trabajo a partir de dos vías distintas de producción permitió aumentar la cantidad de modelos producidos y aprovechar mejor el tiempo, manteniendo al grupo unido y permitiendo que cada miembro contribuyera según sus capacidades e intereses.

Con el tiempo y el respaldo de los laboratorios ciudadanos donde operaban, ambos grupos han creado una comunidad adaptable que prototipa y se sustenta en infraestructuras que les permiten abordar los desafíos que enfrentan. Este proceso marca una doble transición: de problemas que eran considerados individuales, afectando a familias o individuos específicos, a convertirse en temas colectivos, ya que la fabricación de una prótesis o la restauración del antiguo Cine Elizondo se convirtió en una preocupación compartida por todo el grupo. Además, se ha transitado de una gestión predominantemente privada o pública hacia la creación y administración de un procomún con sus propias reglas y normativas. A través del prototipado colaborativo, han logrado evidenciar cómo problemas aparentemente concretos, como el acceso a prótesis o el rescate de un edificio emblemático, tienen implicaciones más amplias, tales como la defensa del derecho a una atención de salud pública de calidad o la preservación de la memoria de nuestras ciudades.

<sup>9</sup> Tras fabricar los modelos de los objetos que componen el cine en arcilla y plastilina, se escanean con fotogrametría o un escáner 3D para digitalizarlos, o pueden exponerse como parte de la documentación del proyecto o las "Inmersiones al Cine Elizondo".

## Conclusiones

Este estudio destaca elementos clave que sugieren un cambio de paradigma en la institución pública hacia un modelo más abierto y flexible. Este nuevo modelo favorece prácticas de gobernanza y gestión experimentales, promoviendo la participación activa de la ciudadanía en la identificación y solución de los problemas que les afectan. En este contexto favorable para la innovación, los laboratorios ciudadanos emergen como puentes entre las instituciones públicas y la ciudadanía, proporcionando las infraestructuras necesarias para la innovación ciudadana. Actúan como catalizadores de esta transformación y ofrecen una respuesta innovadora a la creciente desconexión entre las instituciones tradicionales y una ciudadanía cada vez más preparada y proactiva. La colaboración entre agentes diversos que facilitan es fundamental para la generación de proyectos colaborativos, y permite la creación de comunidades de innovación que, con el tiempo, contribuyen al fortalecimiento del tejido social.

La investigación proporciona un acercamiento a dos casos concretos que permiten conocer en detalle algunos de los procesos fundamentales que ocurren dentro de un laboratorio ciudadano. Esta aportación es una demostración de cómo las políticas públicas pueden ser diseñadas para apoyar la participación ciudadana en innovación de manera más efectiva. Prueba de ello es que, tras un tiempo considerable (diez años, en el caso de Autofabricantes y cuatro en el caso de Visor Histórico), ambos proyectos continúan desarrollando prototipos en beneficio del bien común y pueden considerarse comunidades autoorganizadas que siguen vinculadas con los laboratorios que las vieron constituirse, pero mantienen una autonomía en cuanto a su gobernanza, sostenibilidad y vinculación con otras instancias. Aunque estos proyectos específicos (Autofabricantes y Visor Histórico) no presentan evidencia directa de cambios concretos en políticas públicas, sí ilustran claramente cómo las instituciones pueden generar infraestructuras y espacios que promuevan activamente la participación ciudadana, sugiriendo modelos replicables para instituciones públicas futuras en contextos similares.

39

La implementación de laboratorios ciudadanos puede llevar a una democratización más amplia de los procesos de innovación, implicando a la ciudadanía en calidad de beneficiarios, pero también como actores activos en la formulación de soluciones. Este ensanchamiento de la participación no solo se centra en la ampliación de actores en la toma de decisiones, sino también en el cierre de un proceso participativo más amplio que involucra la construcción de propuestas para mejorar la vida en común y el aprendizaje continuo en entornos indisciplinados diversos. Esto demuestra cómo los procesos de innovación a los que nos referimos hunden sus raíces en una mayor extensión de aquellos actores que en su producción intervienen, y a su vez, ahonda en una mayor legitimidad social, pues reúne el punto de vista tanto de las personas expertas y técnicas como del resto de la ciudadanía.

A pesar de sus beneficios, la transición hacia estos nuevos modelos de institucionalidad no está exenta de desafíos. Las instituciones tradicionales, diseñadas

bajo premisas de estabilidad y previsibilidad, luchan por adaptarse a un entorno dinámico que requiere mayor agilidad y apertura a la experimentación. Además, estos cambios plantean riesgos de cooptación por agendas políticas, derivas tecnicistas y el desafío de mantener la sostenibilidad y autenticidad de las iniciativas ciudadanas frente a las presiones institucionales y comerciales. Asimismo, el estudio reconoce que cada laboratorio ciudadano y su comunidad tienen características únicas que pueden complicar las comparaciones directas y la generalización de los hallazgos, por lo que la singularidad de los contextos y las metodologías de cada laboratorio plantea desafíos para evaluar la eficacia del modelo en diferentes entornos.

Algunas áreas de estudio identificadas que podrían ser fruto de nuevas investigaciones son aquellas que traten de comprender mejor las potencialidades de las comunidades de innovación para generar nuevas capacidades, en el sentido de cómo los participantes desarrollan un aprendizaje no normado y una serie de habilidades en el proceso de prototipado que pueden serles de utilidad en su desarrollo profesional y personal. Otra oportunidad para nuevas investigaciones es la de rastrear e identificar la fisonomía de las comunidades a través de la anatomía de los prototipos que producen. Este es un proceder que puede dar cuenta de más experiencias y las diferentes formas y acomodos que desarrollan las comunidades para garantizar su sostenibilidad e impacto.

40

En resumen, los laboratorios ciudadanos emergen como espacios innovadores para la reconfiguración de las relaciones entre la ciudadanía y las instituciones públicas, representando un modelo prometedor para una gobernanza inclusiva y adaptativa. Este estudio no solo proporciona una comprensión más profunda de la innovación ciudadana en acción, sino que también plantea cuestiones críticas sobre su desarrollo y su integración en la planificación y ejecución de nuevas políticas públicas.

### **Declaración de uso de IA**

En la fase de revisión del manuscrito, tras recibir los comentarios editoriales, se utilizaron herramientas de inteligencia artificial con fines de apoyo técnico para organizar los cambios sugeridos y mejorar la fluidez, el estilo y la corrección ortográfica en apartados puntuales del texto, así como para revisar la homogeneización de las referencias bibliográficas y su adecuación al formato de citación requerido por la revista. Todas las decisiones de contenido, interpretación teórica y argumentación permanecen bajo responsabilidad de los autores.

### **Bibliografía**

Agamben, Giorgio (1996). *La comunidad que viene*. Valencia: Pre-textos.

Benkler, Yochai (2015). *La riqueza de las redes: Cómo la producción social transforma los mercados y la libertad*. Barcelona: Icaria Editorial.

Bennis, Warren (1997). *Organizing genius: The secrets of creative collaboration*. Reading: Addison-Wesley.

Benoit, Sophie (2017). Partielles, partiales et unies: les épistémologies féministes et la question de l'objectivité en science. *Revue A5*, hiver, 1–17. Recuperado de: <https://revuea5.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/13/2018/08/Revue-A5-vol.-7.pdf#page=4>.

Bhatti, Yasser, Prabhu, Jaideep & Harris, Matthew (2020). Innovación frugal para las crisis de hoy y mañana. *Stanford Social Innovation Review en Español del Tecnológico de Monterrey*. Recuperado de: <https://ssires.tec.mx/es/innovacion-frugal-para-las-crisis-de-hoy-y-mañana>.

Bijker, Wiebe (1997). La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención. En Mario González, José Antonio López Cerezo & José Luis Luján López (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad* (103-129). Barcelona: Ariel.

Bollier, David (2016). *Pensar desde los comunes. Una breve introducción*. Madrid: Traficantes de Sueños.

Bordignon, Fernando (2017). Laboratorios de innovación ciudadana, espacios para el hacer digital crítico. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 8.

Callon, Michel (1998). El proceso de construcción de la sociedad. En Miquel Doménech & Francisco Javier Tirado (Eds.), *Sociología simétrica* (143-170). Buenos Aires: Gedisa.

Christiano, Thomas (2022). Algorithms, manipulation, and democracy. *Canadian Journal of Philosophy*, 52(1), 109–124. DOI: <https://doi.org/10.1017/can.2021.29>.

Collins, Harry (2010). *Tacit and explicit knowledge*. Chicago: University of Chicago Press.

Collins, Patricia Hill (1990). *Black feminist thought: Knowledge, consciousness, and the politics of empowerment*. Londres: Routledge.

Corsín Jiménez, Alberto (2017). *Reclamar las infraestructuras. La Aventura de Aprender*. Recuperado de: [https://laaventuradeaprender.intef.es/wp-content/uploads/2023/06/AlbertoCorsin\\_infraestructurasD.pdf](https://laaventuradeaprender.intef.es/wp-content/uploads/2023/06/AlbertoCorsin_infraestructurasD.pdf).

Crenshaw, Kimberlé (1991). Mapping the margins: Intersectionality, identity politics, and violence against women of color. *Stanford Law Review*, 43(6), 1241-1299. DOI: <https://doi.org/10.2307/1229039>.

Dewey, John (2016). *The public and its problems*. Athens: Swallow Press.

Easterly, William (2006). *The white man's burden*. Londres: Penguin.

Funtowicz, Silvio O., & Ravetz, Jerome R. (1993). Sciences in the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739–755. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L).

Gómez Abad, David & Freire, Juan (2023). La emergencia de los laboratorios ciudadanos. *European Public & Social Innovation Review*, 8(2), 65-79. DOI: <https://doi.org/10.31637/epsir-2023-248>.

Gómez, Francisco Javier, Durlan, Cristina, Cáceres, Santiago & Aleixandre, Guillermo (2008). La participación pública en el contexto de los proyectos tecnológicos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(10), 139-157. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/919>.

Haraway, Donna (1988). Situated knowledges. *Feminist Studies*, 14(3), 575–599. DOI: <https://doi.org/10.2307/3178066>.

Hess, Charlotte (2008). Mapping the new commons. 12th Biennial Conference of the IASC. Recuperado de: [http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/304/Mapping\\_the\\_New\\_Commons.pdf](http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/304/Mapping_the_New_Commons.pdf).

Hooks, Bell (1981). *Ain't I a woman*. Boston: South End Press.

Ito, Joichi (2017). The antidisciplinary approach. *Research-Technology Management*, 60(6), 22-28. DOI: <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1373047>.

Jasanoff, Sheila (1990). *The fifth branch*. Cambridge: Harvard University Press.

Jasanoff, Sheila (2005). *Designs on nature*. Princeton: Princeton University Press.

Kelty, Christopher M. (2008). *Two bits*. Durham: Duke University Press. DOI: <https://doi.org/10.1215/9780822389002>.

Kostakis, Vasilis & Bauwens, Michel (2014). *Network society and future scenarios for a collaborative economy*. Londres: Palgrave Macmillan. DOI: <https://doi.org/10.1057/9781137406897>.

Lafuente, Antonio (2023). *Itinerarios comunes*. Barcelona: Ned Ediciones.

Latour, Bruno (2004). ¿Por qué se ha quedado la crítica sin energía? *Convergencia*, 11(35), 17-49.

Latour, Bruno., & Woolgar, Steve. (1995). *La vida en el laboratorio*. Madrid: Alianza Universidad.

Lindblom, Charles E. (1959). The science of "muddling through". *Public Administration Review*, 19(2), 79-88. DOI: <https://doi.org/10.2307/973677>.

Maggi, Camila R. & Díaz Montero, Francisco (2019). Hacer el cuerpo común. *Inmaterial*, 4(8), 13-31.

Mair, Johanna & Gegenhuber, Thomas (2022). Innovación social abierta. *Stanford Social Innovation Review en Español*, 1(4), 24-33. Recuperado de: <https://ssires.tec.mx/sites/g/files/vgjovo986/files/ssir-espanol-vol1-no4-v5.pdf>.

Morozov, Evgeny (2013). To save everything, click here. *The Folly of Technological Solutionism*. Nueva York: Public Affairs.

Ostrom, Elinor (1990). *Governing the commons*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>.

Ostrom, Elinor (1992). *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. Bristol: ICS Press.

Pascale, Pablo (2018). Laboratorios de innovación ciudadana. *Pensamiento Iberoamericano*, 6, 63-72.

43

Pascale, Pablo & Resina, Jorge. (2020) Prototipando las instituciones del futuro: el caso de los laboratorios de innovación ciudadana (Labic). *Revista Iberoamericana de Estudios de Desarrollo*, 9(1), 6-27. DOI: [https://doi.org/10.26754/ojs\\_ried/ijds.437](https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.437).

Phills, James A., Deiglmeier, Kriss & Miller, Dale T. (2021). Redescubrir la innovación social. *Stanford Social Innovation Review en Español*, 7 de septiembre. Recuperado de: <https://ssires.tec.mx/es/noticia/plantar-un-laboratorio-ciudadano-en-la-avenida-principal>.

Rabeharisoa, Vololona & Callon, Michel (2002). La participación de las asociaciones de pacientes en la investigación. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (171), 75-86. Recuperado de: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000125493\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000125493_spa).

Raymond, Eric S. (2000). The cathedral and the bazaar. Recuperado de: <http://catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/cathedral-bazaar/>.

Rittel, Horst W. J. & Webber, Melvin M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155-169. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01405730>.

Schiavo, Ester & Serra, Artur (2013). Laboratorios ciudadanos e innovación abierta en los sistemas CTS del siglo XXI. Una mirada desde Iberoamérica. *Revista*

Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 8(23), 115-121. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/644>.

Schumpeter, Joseph A. (2002). Teoría del desenvolvimiento económico. México: Fondo de Cultura Económica.

Smith, Adrian, Fressoli, Mariano & Thomas, Hernán (2014). Grassroots innovation movements. *Journal of Cleaner Production*, 63, 114-124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.025>.

Star, Susan Leigh & Griesemer, James R. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631289019003001>.

Toret, Javier, Calleja-López, Antonio, Marín Miró, Óscar, Aragón, Pablo, Aguilera, Miguel & Lumbreras, Alberto (2013). Tecnopolítica: la potencia de las multitudes conectadas. El sistema red 15M, un nuevo paradigma de la política distribuida. IN3 Working Paper Series. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de: [https://tecnopolitica.net/sites/default/files/1878-5799-3-PB%20\(2\).pdf](https://tecnopolitica.net/sites/default/files/1878-5799-3-PB%20(2).pdf).

Von Hippel, Eric (2005). Democratizing innovation. Cambridge: The MIT Press.

44 Wenger, Etienne (1998). Communities of practice. *Systems Thinker*, 9(5), 2-3. Recuperado de: <https://thesystemsthinker.com/wp-content/uploads/pdfs/090501pk.pdf>.

Wynne, Brian (1996). May the sheep safely graze? En Scott Lash, Bronislaw Szerszynski & Brian Wynne (Eds.), *Risk, environment and modernity* (44-83). Thousand Oaks: Sage.

# Controversias científico-tecnológicas públicas en América Latina (2005-2020). Análisis de sus principales características y formas de abordaje \*

## Controvérsias científico-tecnológicas públicas na América Latina (2005-2020). Análise das suas principais caraterísticas e formas de abordagem

### *Public Scientific-Technological Controversies in Latin America (2005-2020). Analysis of their Main Characteristics and Approaches*

Camila López Echagüe  y Marila Lázaro  \*\*

45

Este artículo sintetiza los principales resultados de una investigación que tuvo como objetivo realizar un mapeo de los estudios de caso de controversias desde un enfoque CTS en América Latina entre 2005 y 2020. Para ello, se realizó un relevamiento de estudios de caso y un análisis cualitativo orientado a identificar las principales temáticas y características de las controversias, así como los enfoques teórico-metodológicos presentes en su análisis. Se identificó una variedad de definiciones de “controversia” y de enfoques teóricos, entre los que predominan abordajes constructivistas. A partir del estudio de los rasgos de las controversias analizadas, se propone una clasificación en cuatro tipos: ambiente, ambiente y salud, salud y otros (principalmente, debates sobre gestión, regulación y políticas científico-tecnológicas). Del análisis se destaca un predominio de debates vinculados con los impactos ambientales de ciertos emprendimientos técnico-productivos, en muchos casos surgidos a partir de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) elaboradas por sus empresas impulsoras. Finalmente, se plantean algunos desafíos y posibles caminos para abordarlos a partir de las propuestas teóricas de marcos como la epistemología sociopolítica y los enfoques deliberativos.

**Palabras clave:** controversias; América Latina; conflictos ambientales

\* Recepción del artículo: 10/10/2024. Entrega del dictamen: 06/02/2025. Recepción del artículo final: 14/03/2025.

\*\* Camila López Echagüe: Unidad de Ciencia y Desarrollo, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Udelar), Uruguay. Correo electrónico: camilalopez@fcien.edu.uy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1562-4791>. Marila Lázaro: Unidad de Ciencia y Desarrollo, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Udelar), Uruguay. Correo electrónico: marila@fcien.edu.uy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4540-598X>.

Este artigo sintetiza os principais resultados e reflexões resultantes de uma pesquisa que teve como objetivo mapear e categorizar estudos de caso de controvérsias a partir de um enfoque CTS na América Latina entre 2005 e 2020. Para isso, foi realizado um levantamento dos estudos de caso e uma análise qualitativa para identificar as características marcantes das controvérsias analisadas, bem como as abordagens teórico-metodológicas presentes. Como resultado, foram identificadas várias definições de "controvérsia" e abordagens teóricas, entre as quais predominam as perspectivas construtivistas. A partir do estudo das características das controvérsias analisadas, propõe-se uma classificação em quatro tipos: meio ambiente, meio ambiente e saúde, saúde e outros (principalmente debates sobre gestão, regulamentação e políticas científico-tecnológicas). A análise desses quatro tipos permite destacar a predominância de debates ligados aos impactos ambientais de determinados empreendimentos técnico-produtivos, em muitos casos decorrentes dos Estudos de Impacto Ambiental elaborados pelas empresas por trás deles. Por fim, são apresentados alguns desafios e possíveis formas de abordá-los, a partir de propostas teóricas de estruturas como a epistemologia sociopolítica e as abordagens deliberativas.

**Palavras-chave:** controvérsias; América Latina; conflitos ambientais

46

*This article synthesizes the main results of an analysis aimed at mapping case studies of controversies from an STS approach in Latin America between 2005 and 2020. To this end, a survey of case studies and a qualitative analysis aimed at identifying the main themes and characteristics of the controversies, as well as the theoretical-methodological approaches present in their analysis, were carried out. A variety of definitions of "controversy" and theoretical approaches were identified, among which constructivist approaches predominate. Based on the study of the features of the controversies analyzed, a classification into four types is proposed: environment, environment and health, health, and others (mainly debates on management, regulation and scientific-technological policies). The analysis highlights a predominance of debates related to the environmental impacts of certain technical-productive undertakings, in many cases arising from the Environmental Impact Assessments (EIA) prepared by the companies behind them. Finally, some challenges and possible ways to address them are presented, based on the theoretical proposals of frameworks such as socio-political epistemology and deliberative approaches.*

**Keywords:** controversies; Latin America; environmental conflicts

## Introducción

Los estudios CTS se han interesado por mostrar que la actividad científico-técnica está atravesada por luchas y conflictos que dan forma a la propia dinámica de la ciencia. Las controversias constituyen fenómenos en los que se manifiestan con claridad estas interacciones y permiten por tanto discutir, a partir de casos concretos, cuestiones centrales para el campo académico. ¿Cómo se toman decisiones en el contexto de desacuerdos profundos con implicaciones técnicas, éticas y políticas? ¿Cómo se produce la interacción entre valoraciones epistémicas y no epistémicas? ¿Es posible (o incluso deseable) delimitar conceptos tales como “epistémico” o “experto”? Por este motivo, en las últimas décadas se ha consolidado un área de trabajo de estudios de controversias que ha permitido profundizar la comprensión sobre los modos en que se dan las dinámicas de imbricación entre actores o argumentos científico-técnicos y otros aspectos sociales, políticos, culturales o económicos. Particularmente, se han desarrollado varias líneas de investigación orientadas a la comprensión de controversias que manifiestan también un carácter público (Mazur, 1981; Engelhardt & Caplan, 1987; Callon *et al.*, 2009). A diferencia de las controversias que se desarrollan exclusivamente en el ámbito interno de la ciencia y la tecnología, las controversias científico-tecnológicas públicas muestran, además de diferencias significativas en los modos de producción, validación o circulación de conocimientos, la presencia de diversos actores, así como de argumentos que provienen de consideraciones éticas, políticas o culturales, que ponen de manifiesto el carácter inherentemente valorativo de la actividad científica. Como asunto de interés público, comprender cuáles son las características de estas controversias y pensar en cuáles son las formas más adecuadas de abordarlas constituye un desafío crucial en la medida en que desde los estudios sociales de la ciencia se asuma el compromiso político de —además de analizar los rasgos de la actividad científica— proponer insumos para la elaboración de políticas públicas (Fuller, 1993). Por este motivo, interesa particularmente a este trabajo dirigir la atención a este tipo de controversias.

47

En América Latina, este tipo de estudios representa una línea de trabajo aún incipiente. Se han desarrollado principalmente estudios de caso que analizan las particularidades de controversias concretas, pero aún hay mucho para recorrer en lo que refiere a la sistematización de las características de las controversias en el continente y la construcción de herramientas teórico-metodológicas que contemplen las particularidades de la región. Por estos motivos, en el período 2022-2024 se llevó a cabo el proyecto “Controversias científico-tecnológicas públicas en Latinoamérica (2005-2020): contribuciones conceptuales y metodológicas para su abordaje”, que entre sus objetivos se propuso desarrollar un mapeo y una categorización de las controversias que han sido objeto de estudios de caso desde un enfoque CTS en América Latina en los últimos años. Este artículo sintetiza resultados y reflexiones surgidas a partir de esta investigación. Se espera que este análisis aporte un panorama general sobre el estado de situación de los estudios de controversias públicas en América Latina que permita delinear un diagnóstico crítico capaz de

contribuir a la consolidación de la línea de trabajo de estudios de controversias desde una perspectiva latinoamericana.

Los estudios de caso son trabajos que de por sí suponen una identificación, delimitación y descripción de controversias seleccionadas. Mapear estudios de caso de controversias, en lugar de controversias en sí mismas, tiene la ventaja de contar con un corpus de análisis en el que éstas ya han sido identificadas y descritas. Pero, además, la idea de recopilar y analizar estudios de caso no solo permite contar con un panorama de las controversias que han tenido lugar en la región, sino también explorar cómo han sido abordadas teórica y metodológicamente. ¿Qué está ocurriendo con los estudios de controversias en América Latina? ¿Desde qué enfoques se analizan? ¿Qué desafíos conceptuales presentan?

Para responder a estas preguntas, el presente artículo se estructura de la siguiente forma: en primer lugar, se explicitan los supuestos teóricos y estrategias metodológicas empleados para el desarrollo de la investigación; posteriormente, se detallan los resultados alcanzados, que son analizados y discutidos a la luz de algunas reflexiones surgidas en el transcurso de la investigación. Se incluye en esta discusión una propuesta de tipología de controversias y algunas consideraciones acerca de los desafíos que éstas suponen, así como posibles vías de abordaje. Finalmente, se sintetizan las principales conclusiones obtenidas.

## 1. Marco teórico y metodología

La tradición de análisis de controversias públicas tomó fuerza a partir de la década de 1980 con trabajos como los de Mazur (1981), quien refería a estos fenómenos como “controversias técnicas”; Engelhardt y Caplan (1987), quienes recopilaron una serie de valiosos estudios teóricos y empíricos acerca de lo que denominaban “controversias científicas”; o Nelkin (1987), una de las pioneras en sentar el interés por el carácter ético y político de las que llamaba “controversias sobre ciencia y tecnología”. Desde la tradición europea, tomó relevancia una línea de trabajo enmarcada principalmente en la propuesta de la teoría del actor-red (Callon & Latour, 1981; Latour, 1988, 2005), que apuntó a lo que más tarde llamarían “controversias sociotécnicas” (Callon *et al.*, 2009; Venturini, 2010).

Más allá de las diferencias existentes en la definición del concepto “controversia” de acuerdo a los distintos enfoques teóricos, en este artículo se tomó como punto de partida una definición amplia de “controversias científico-tecnológicas públicas” (CCTP), entendidas como aquellos fenómenos localizados en cierto tiempo y espacio que cumplen con las siguientes características: contienen uno o más desacuerdos de interés público, manifiestan el empleo de argumentos científico-técnicos, e incluyen como actores participantes a científicos-técnicos-expertos, así como a actores no científicos.

Hace décadas, Markle y Petersen (1981) propusieron un protocolo que estructura y detalla qué elementos sería valioso considerar a la hora de hacer un análisis de una controversia científica. Si bien en esta oportunidad no se espera aplicar ni proponer un protocolo similar, sí anima a este artículo la misma preocupación por alcanzar una mirada más generalizadora y comparativa de estudios de caso de controversias particulares, que contribuya a la elaboración de propuestas de abordaje de controversias. En este sentido, el objetivo general de esta investigación confluye con los planteos de la epistemología sociopolítica (Fuller, 1993) en su reivindicación de trascender los modelos de análisis exclusivamente descriptivos de la empresa científica y contemplar una dimensión normativa que contribuya al análisis crítico de las controversias y de la producción de conocimiento en las sociedades contemporáneas.

La estrategia metodológica de esta investigación incluyó, como primera etapa, un relevamiento e identificación de estudios de caso de CCTP latinoamericanas en el período 2005-2020. En una segunda etapa se realizó un análisis cualitativo de resultados y posteriormente una evaluación crítica y categorización de controversias a partir del análisis desarrollado.

Para el relevamiento de casos, se realizó una selección de revistas internacionales y otra selección de revistas latinoamericanas. Para la selección de revistas internacionales, a partir de una búsqueda en el Scimago Journal Rank, se identificó un conjunto de revistas de alto impacto cuyo alcance incluye el estudio de temáticas vinculadas a la relación entre ciencia, política y sociedad desde enfoques sociológicos, filosóficos, interdisciplinarios o explícitamente CTS. Las revistas seleccionadas, que coinciden además con varias de las publicaciones identificadas como relevantes para los estudios CTS por investigaciones como las de De Filippo (2014), Martin *et al.* (2011) o Invernizzi *et al.* (2022), son las siguientes: *Social Studies of Science*; *Science, Technology & Human Values*; *Bulletin of Science, Technology & Society*; *Science as Culture*; *Perspectives on science*; *Social Epistemology*; *Science, Technology and Society*; *Public Understanding Science*; *Minerva*; *Science and Public Policy*; *Engaging Science, Technology and Society*.

49

En cuanto a las revistas latinoamericanas, los criterios de selección fueron un poco más amplios, dado que las revistas especializadas en el campo CTS son muy pocas y es posible encontrar publicaciones relativas a controversias en revistas de un mayor alcance, por ejemplo: aquellas que incorporan estudios sociales en general. El criterio de selección fue el siguiente: revistas de alcance latinoamericano o iberoamericano indexadas en Latindex, arbitradas, y que de acuerdo con su descripción o enfoque fueran afines a la publicación de artículos referidos a la relación ciencia-política-sociedad desde perspectivas sociológicas, filosóficas o interdisciplinarias. A partir de una revisión en Latindex, se consideró que las siguientes revistas cumplen con dichos requisitos: *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*; *Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade* (*Brazilian Journal of Education, Technology and Society*); *Culturas científicas*.

*Revista latinoamericana de estudios sobre ciencia y tecnología; Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología; Revista CTSCAFE; Ciencia y Sociedad; Epistemología e historia de la ciencia; Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales; Revista de Epistemología y Ciencias Humanas; CyCL Controversias y Concurrencias Latinoamericanas; ALAS - Asociación Latinoamericana de Sociología; Ciencia, Tecnología y Política. Revista de la Cátedra Libre "Ciencia, Política y Sociedad: Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano", de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP); Tapuya: Latin American Science, Technology and Society.*

La selección de artículos en las revistas consignadas se realizó en primer lugar atendiendo a la presencia de ciertas palabras clave: controversia, disputa, debate y conflicto. No obstante, no necesariamente todas las controversias han sido conceptualizadas bajo el mismo término, y tampoco todo conflicto es una controversia en el sentido en que suele ser considerada por los estudios de controversias. Por ello, se realizó también una búsqueda manual, número a número, tomando como criterio de referencia la definición de CCTP previamente propuesta. A fin de poder tener elementos que facilitaran un abordaje comparativo, se relevaron también estudios de controversias externos a América Latina en las revistas seleccionadas.

50

Martin *et al.* (2011) reconocen la dificultad de obtener información exclusivamente a partir de artículos publicados en revistas científicas, puesto que el campo CTS, en tanto emergente, ha tenido una presencia mayor en libros que en artículos. Para suplir esta dificultad, se optó además por realizar un mapeo de referentes académicos dedicados al estudio de controversias en América Latina y a partir de esta identificación de autores y grupos de investigación en actividad, se rastrearon publicaciones que permitieran ampliar la cantidad de estudios de caso no relevados en primer término a través de una búsqueda en revistas académicas.

A partir del relevamiento, se realizó un análisis de contenido dirigido a identificar los enfoques teórico-metodológicos que orientaron los estudios de caso, las temáticas predominantes, las formas en que la controversia era definida y las características destacadas de las controversias.

## **2. Análisis y discusión de resultados**

### **2.1. Complejidades conceptuales y enfoques teóricos de análisis de controversias**

Al observar las distintas formas en que se opta por abordar el estudio de controversias, en principio llama la atención la disparidad de criterios empleados, tanto para analizar e identificar características de las controversias, como para delimitar conceptualmente el propio fenómeno.

Respecto al primer aspecto, si bien podría esperarse que la existencia de diversos marcos teóricos y enfoques diera lugar a diversidad en la elección de aspectos o variables a analizar, o a distintas propuestas metodológicas, no se observan pautas o criterios mínimos de análisis que puedan dar lugar a estudios comparativos sobre las características de las controversias estudiadas (como es la pretensión, ya mencionada, de Markle & Petersen, 1981). Algunos estudios optan por focalizarse en las dinámicas de interacción entre actores, más que en aspectos relativos al contexto político, a los argumentos y desacuerdos en juego (por ejemplo: Lorenzi & de Andrade, 2019). En otros casos, a la inversa, el análisis se concentra en la construcción de argumentos, en sus formas de comunicación o en la definición y el encuadre de conceptos clave, más que en las interacciones entre los actores participantes (por ejemplo: Lozano, 2007). Resulta muy difícil, de este modo, extraer a partir de los estudios de caso algunas características fundamentales que arrojen luz sobre rasgos generales de las controversias en el continente.

En relación con el segundo aspecto, en los estudios de caso analizados no se reconoce una conceptualización común sobre qué se entiende por “controversia” y qué no. Aparecen analizados como “controversias” fenómenos que, tomando como referencia la definición inicial previamente planteada en este artículo, podría ser discutible que fueran concebidos como tales, o como “conflictos” o “disputas”, otros que sí efectivamente parecen configurar controversias atendiendo a esta definición. Esto puede deberse a varios motivos. En primer lugar, a las propias características del fenómeno: las controversias son resultado de procesos complejos en los que participan actores diversos, con diferentes argumentos técnicos y políticos. Un debate en el que participan científicos o técnicos acerca de si debe venderse o no una empresa tecnológica, ¿es una CCTP? Una discusión entre técnicos acerca de cómo evaluar ciertas formas de gestión de políticas públicas en torno a la ciencia y la tecnología, ¿es una CCTP? En la medida en que los desacuerdos que se desarrollan en este tipo de fenómenos parecen ser eminentemente políticos o regulatorios —y no queda claro que existan argumentos relativos a conocimientos científico-técnicos en juego, o en algunos casos no queda claro que sean efectivamente de carácter público en lugar de un debate circunscrito a un grupo de técnicos especializados en un área en particular—, contradice, al menos, la definición de CCTP de la que se ha partido en este artículo. No obstante, si se toma una definición aún más amplia de CCTP, estos fenómenos podrían llegar a considerarse incluidos en el concepto.

51

Otro aspecto complejo es que la definición del fenómeno “controversia” está condicionada por el enfoque teórico que se privilegie para el análisis. Obsérvese en la **Tabla 1** la diversidad de enfoques teóricos detectados en los análisis relevados.

**Tabla 1. Enfoques teóricos referidos en los estudios de caso relevados**

|                                                                  |                                                                                                                   |     |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Enfoques constructivistas                                        | Teoría del actor-red (Latour, Callon), cartografía de controversias (Venturini)                                   | 24% |
|                                                                  | Construcción social de las tecnologías (SCOT, Bijker)                                                             | 10% |
| Abordajes desde la sociología                                    | Estudios de la conflictividad, protesta social, movimientos de resistencia                                        | 12% |
| Abordajes basados en la comunicación                             | Framing, percepción pública, análisis retóricos                                                                   | 12% |
| Abordajes basados en la cuestión ambiental                       | Conflictos socioambientales / Ecología / Ecología política / Estudios ambientales en general                      | 8%  |
| Análisis de aspectos culturales y políticos de las controversias | Tradición estadounidense (Nelkin, Mazur)                                                                          | 5%  |
|                                                                  | Boundary work (Gieryn)                                                                                            | 5%  |
| Otros                                                            | Ej: estudio de políticas públicas, estilos regulatorios y coproducción, abordajes desde otras áreas disciplinares | 10% |
| No especifica marco                                              |                                                                                                                   | 14% |

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, hay un conjunto de análisis de controversias en los que no se explicita un enfoque determinado. En otros casos, se proponen marcos teóricos híbridos en los que confluyen diversas tradiciones de análisis, aunque con frecuencia predomina alguno de los enfoques elegidos. En aquellos en los que se opta explícitamente por un enfoque en particular, predominan los análisis con énfasis en aspectos sociológicos: tanto desde enfoques críticos de la sociología del conocimiento científico o los estudios sociales de la tecnología, como desde la sociología en un sentido más amplio. En estos trabajos, se privilegia el análisis de las características de los actores de las controversias y sus interacciones. Particularmente, dentro de este grupo de enfoques predomina la teoría del actor-red (Callon & Latour, 1981; Latour, 2005). Esto se condice con la influencia que ha tenido el trabajo de Latour a nivel internacional en el ámbito CTS, tal como lo destacan Martin *et al.* (2011).

El predominio de los enfoques constructivistas, y particularmente de la teoría del actor-red (TAR), puede ser uno de los aspectos que contribuya a explicar las dificultades de delimitación conceptual del fenómeno “controversia”. Entre otras cosas, la TAR postula que no es posible distinguir entre lo “técnico” y lo “político”, lo “social” y lo “natural”; de hecho, señala que el analista no debería caer en la tentación de imponer categorías, ordenar mediante etiquetas o tipologías (sería una intervención ilegítima), sino describir y escuchar a los actores, humanos o no humanos (Venturini, 2010). El problema es que esto deja pocas posibilidades para delimitar conceptos, clasificar tipos de acontecimientos o identificar la estructura que subyace a los procesos. El fenómeno de la controversia se concibe, entonces, como un proceso laxo, cambiante y dinámico, en el que participan actores (humanos y no humanos) diversos, que se ven envueltos en debates, desacuerdos, conflictos o luchas (Venturini, 2010). Una definición con tal amplitud admite la inclusión de varios tipos de fenómenos diferentes, y dificulta las

posibilidades de elaborar herramientas explicativas que permitan comprender qué es lo que ocurre cuando hay una controversia, qué formas de controversia existen y, más aún, qué hacer frente a ellas.

Además de los enfoques orientados a análisis sociológicos de los procesos de producción de conocimiento, construcción de tecnologías o cambio tecnológico, en otros casos se observan abordajes en los que predomina el interés por la comprensión de aspectos retóricos o comunicacionales: la cuestión de cuáles son los argumentos, cómo se construyen, de qué modo se encuadran las controversias en ellos, cómo se comunican o de qué formas se construye la comprensión y percepción pública sobre los fenómenos estudiados. Por otra parte, otro grupo de estudios aborda conflictos ambientales desde áreas como las ciencias ambientales o ecológicas. En algunos casos, no se delimita explícitamente la existencia de CCTP como tales, pero por la descripción de los casos es posible identificar la existencia de controversias subyacentes al conflicto ambiental; en otros se explicita la existencia de controversias científico-técnicas, pero el análisis no se detiene en ellas, sino en particularidades de los impactos ambientales o en consideraciones propias de enfoques como la ecología política. Esto supone una dificultad a la hora de identificar a estos estudios de caso como estudios de controversias, así como para reconocer en este tipo de fenómenos aquellos rasgos particulares que los hacen controversias científico-técnicas y poder, de este modo, integrarlos a posibles análisis más generalistas y comparativos. Asimismo, sugiere un rasgo interesante en el modo de analizar las controversias ambientales: los artículos relevados muestran estudios realizados desde áreas disciplinares diferentes que las analizan o bien como “conflictos ambientales”, o bien como “controversias”, encontrándose pocos abordajes que contribuyan a una visión integradora de ambos conceptos que, en definitiva, en muchos casos se materializan en el mismo fenómeno.

53

Finalmente, un menor número de estudios se enmarca en enfoques que priorizan el análisis de aspectos sociales, políticos o culturales, apelando a marcos teóricos como el de Nelkin (1987) o Gieryn (1983), quienes destacan los modos en que socialmente se validan los saberes considerados legítimos (por ejemplo: Barandiarán, 2015), y otros abordajes desde áreas disciplinares varias que incluyen estudios culturales, regulatorios o filosóficos de diversa índole; por ejemplo, la apelación a los estudios del teatro para analizar la construcción de audiencias (Delborne, 2011). Ello demuestra la diversidad y riqueza de abordajes posibles para dar cuenta de fenómenos complejos como las controversias.

## **2.2. Controversias latinoamericanas: tipos, temáticas y características predominantes**

Aun reconociendo que las controversias suelen poner de manifiesto desacuerdos de diversa índole y atravesar áreas diferentes, es posible identificar temáticas predominantes. Tal como se muestra en la **Tabla 2**, en este artículo se proponen cuatro grupos diferentes de controversias: medioambiente, medioambiente y salud, salud, y otros. En esta tabla se enlistan los artículos analizados. Es importante tener en cuenta que las dificultades en la

delimitación del fenómeno “controversia” tomaron compleja la selección de artículos; en este caso, se optó por incluir aquellos que explícitamente hacían referencia al análisis o estudio de alguna controversia, conflicto o disputa en la que se identificaran debates que involucraran desacuerdos científico-técnicos sobre asuntos de interés público.

**Tabla 2. Propuesta de tipos de controversias a partir de los estudios de caso relevados**

Estudios de controversias en Latinoamérica (2005-2020)

|                              |                                                                                                           | %   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AMBIENTE<br>(38 %)           | <b>Controversias en torno a cierto emprendimiento tecnológico/productivo</b>                              |     |
|                              | Industrias extractivas: Minería, Fábricas de pasta de celulosa / Papeleras                                | 20% |
|                              | Energía (nuclear, hidroeléctrica, otras)                                                                  | 18% |
| AMBIENTE<br>Y SALUD<br>(34%) | <b>Impactos en la salud o medio ambiente de ciertos productos o procedimientos en desarrollo o en uso</b> |     |
|                              | Transgénicos                                                                                              | 16% |
|                              | Agroquímicos                                                                                              | 8%  |
|                              | Gestión, tratamiento o calidad de recursos hídricos                                                       | 10% |
| SALUD<br>(12%)               | <b>Abordaje o tratamiento de ciertas enfermedades o problemas sanitarios</b>                              |     |
|                              | Chagas, virus influenza                                                                                   | 6%  |
|                              | Vacunas                                                                                                   | 4%  |
| OTROS<br>(16%)               | Programas alimentarios                                                                                    | 2%  |
|                              | <b>Discusiones en torno a la gestión, regulación o políticas científico-tecnológicas</b>                  |     |
|                              | Instalación o venta de empresas, modelos o redes eléctricas o de telecomunicaciones                       | 8%  |
|                              | Delimitación o intervención espacial                                                                      | 4%  |
|                              | Otros: Gestión de catástrofes, Tecnología militar                                                         | 4%  |

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se comentarán algunas características de estos grupos identificados. De acuerdo con los estudios relevados, en la mayor parte de las controversias científico-tecnológicas públicas latinoamericanas analizadas predominan las temáticas relativas a los impactos en el medioambiente, en la salud o en ambos. En este sentido, es posible distinguir un importante grupo de estudios de controversias con énfasis en aspectos ambientales que surgen de ciertos emprendimientos tecnológico-productivos; de hecho, en general aparecen en el momento en que tales emprendimientos se materializan en forma de proyecto y anuncian su instalación en una determinada región. Entre ellas, se reconocen principalmente controversias relativas a industrias extractivas (a saber: emprendimientos mineros, fábricas de pasta de celulosa) y relativas a diferentes formas de energía (combustibles, energía nuclear, hidroeléctrica y otras).

Otro conjunto de controversias, presentes en los artículos relevados, gira en torno a inquietudes respecto tanto a la salud como al medioambiente. Es decir, controversias en las que, si bien se manifiestan debates respecto a los posibles impactos ambientales en general, también tienen un lugar importante las discusiones

sobre posibles riesgos o impactos en la salud humana o animal. En general, refieren ya no a emprendimientos particulares que proyectan instalarse en determinada zona, sino a productos o procesos que ya están en uso o en desarrollo y cuyos impactos a futuro despiertan preocupación. Dentro de este grupo, destacan las controversias en torno a transgénicos, agroquímicos, y gestión o tratamiento de recursos hídricos.

Por otra parte, otro grupo de controversias tiene como eje algunas problemáticas relativas específicamente a la salud. Particularmente, se suele discutir aquí el abordaje o tratamiento de ciertas enfermedades o problemas sanitarios. Dentro de este grupo, se encuentran controversias sobre ciertas enfermedades como el mal de Chagas o la influenza, así como debates sobre vacunas y programas alimentarios, tal como puede observarse en la **Tabla 2**. Este grupo presenta un número menor de controversias. No quiere ello necesariamente decir que se den pocas controversias de este tipo en el continente, pero sí que al menos han sido menos abordadas por parte de los estudios de controversias.

Un último grupo de controversias reúne a una diversidad de casos que tienden a referir a discusiones en torno a la gestión, la regulación o el desarrollo de políticas científico-tecnológicas. Dentro de este grupo se reconocen controversias en torno a la gestión de catástrofes, a la toma de decisiones sobre el uso de ciertas tecnologías militares, a propuestas de instalación o venta de ciertas empresas del área de la electricidad o telecomunicaciones, o debates en torno a la delimitación espacial o infraestructuras urbanas. Este último grupo es el que presenta en mayor medida aspectos que hacen discutible su consideración como controversias científico-tecnológicas públicas, ya que en muchos casos refieren a debates eminentemente políticos (por ejemplo, ¿debe venderse o no una empresa de telecomunicaciones?), en los que no es claro el desarrollo de desacuerdos científico-técnicos, o bien, por el contrario, son debates predominantemente técnicos en los que no se manifiesta con claridad el carácter público o la participación de actores no expertos. Ahora bien, dado que la propia definición de “controversia científico-tecnológica pública” es un objeto en disputa, que existen diversas aproximaciones teóricas al fenómeno y que en muchas ocasiones éste es presentado y analizado desde el aparato teórico de los estudios de controversias, estos casos han sido incluidos en el análisis. Se entiende, no obstante, que este grupo de controversias puede ser un interesante disparador para llevar adelante la discusión sobre qué es una controversia científico-tecnológica pública.

Esta clasificación no es neta; esto es, una misma controversia puede llegar a incluirse en un tipo u otro. No obstante, la clasificación en uno u otro tipo responde al énfasis dado por el estudio del caso. Vale la pena hacer esta aclaración especialmente en relación con el “Otros”. En este último tipo, se incluyeron casos en los que no era posible detectar con claridad el predominio de una de las temáticas correspondientes a los otros grupos, en algunos casos por tratarse de otras temáticas menos representadas (por ejemplo: tecnología militar), pero en otros por tratarse de estudios concentrados principalmente en analizar debates políticos o de gestión. No quiere esto decir que estos debates no involucren aspectos relativos al medioambiente o

la salud, pero sí que el análisis del caso no gira en torno al estudio de problemáticas ambientales o sanitarias, sino de alguna otra índole.

### 2.3. Controversias científico-tecnológicas públicas de carácter ambiental

¿Por qué en algunas regiones ciertas controversias parecen presentar mayores repercusiones públicas o mayor interés para su estudio por parte de los analistas? ¿Es posible identificar temáticas predominantes particularmente en América Latina que difieran de otros territorios como Europa o Estados Unidos? Si bien no es objetivo de este artículo responder a estas preguntas, el análisis realizado sí puede arrojar algunas pistas sugerentes para ensayar posibles caminos de respuesta.

En Europa, una de las controversias que parece haber suscitado mayor atención es la relativa a los organismos genéticamente modificados; incluso se ha tomado este debate como modelo de controversia científica pública en función del cual se comparan otros debates (Torgersen & Hampel, 2011). De hecho, la relevancia de las controversias en torno a transgénicos en Europa ha sido analizada y comparada con su relativa menor trascendencia en Estados Unidos, atribuida a motivos como la existencia de diferentes tradiciones de política regulatoria que condicionan diferencias culturales, de abordaje mediático y de percepción pública del riesgo (Gaskell *et al.*, 2001). En el caso de América Latina, si bien los transgénicos son motivo de debate y existen estudios de caso que dan cuenta de la controversia que suscita, aparece un interés superior por dar cuenta de los debates que surgen a partir de la instalación o proyección de instalación de ciertos emprendimientos, en muchos casos vinculados a industrias extractivas. En estos estudios suelen desplegarse con énfasis análisis relativos a los movimientos de resistencia y sus implicaciones políticas o los debates en torno a los modelos de producción en disputa, más aún que el estudio de los desacuerdos científico-técnicos, la incertidumbre epistémica o la regulación del riesgo (por ejemplo: Vara, 2007). En definitiva, las controversias ambientales con frecuencia se fundan (aunque no sea explícitamente) en diferentes visiones sobre lo que debe ser el “desarrollo” (por ejemplo: López Echagüe, 2017), y entonces parece desvanecerse el carácter científico de las discrepancias. Sin embargo, desde un enfoque epistemológico más integral, las diferentes visiones sobre cómo debe ser el uso de la tierra o nuestro relacionamiento con la naturaleza (en relación con determinados fines y metas que persiga una sociedad) forman parte del sistema general en el que el conocimiento científico se inserta y opera (Lázaro *et al.*, 2021a).

Estas reflexiones llevan a pensar sobre algunos aspectos desafiantes y relevantes a la hora de afrontar los estudios de controversias científico-tecnológicas ambientales. En primer lugar, la importancia de incorporar, a la hora de comprender por qué algunas controversias tienen mayor alcance y repercusión que otras —por ejemplo, por qué las controversias ambientales y particularmente aquellas vinculadas a la instalación de industrias extractivas tienen mayor representación en los estudios de caso de nuestro continente—, no solo las tradiciones culturales y regulatorias, sino las características geopolíticas y productivas del territorio. En el caso de América Latina, un territorio

marcado en las últimas décadas por el impulso de un modelo productivo extractivo-exportador, que promueve la explotación de recursos naturales y desencadena intensos debates y movilizaciones sociales a raíz de sus consecuencias políticas, económicas y ambientales (Gudynas, 2014). Particularmente, América Latina ha presenciado en las últimas décadas un aumento sostenido de los conflictos en torno a iniciativas que responden a las nuevas demandas de energía. Tal es el caso de la extracción de minerales como el litio (OCMAL, 2019) o los emprendimientos de energía nuclear (por ejemplo: Piaz, 2015, 2020). En consonancia con esta tendencia, se identificó un conjunto de estudios de caso que analizan controversias relativas a estas temáticas, tal como se observa en la tabla. No obstante, dada la importancia de estos conflictos en la región, llama la atención que el número de estudios de caso relevados no sea mayor. Al realizar el relevamiento, se detectaron numerosos artículos que desarrollaban reflexiones sobre estos conflictos, pero no comprendidos como controversias científico-tecnológicas públicas ni desde un enfoque CTS. En general, se trataba de estudios o ensayos críticos respecto a los impactos ambientales de la minería (por ejemplo: Moscheni, 2019; Massa Sánchez *et al.*, 2018; Enríquez, 2019), que abordan el tema como conflicto ambiental más que como controversia científico-técnica. Sería pertinente analizar por qué estas temáticas no han sido más trabajadas en los estudios de caso de controversias en América Latina desde un punto de vista CTS. Dado que un análisis de este tipo excede el alcance de este trabajo, no se profundizará en ello en esta oportunidad; no obstante, se trata de un desafío para hacer frente a futuro.

En segundo lugar, el desafío de hacer lugar al análisis epistemológico de los desacuerdos y las controversias en el contexto de conflictos ambientales en los que se presentan intensas disputas políticas, vinculadas a su vez a las diferentes valoraciones que existen en una sociedad sobre la naturaleza y los territorios. Estas valoraciones, a su vez, cambian en relación con la organización política, económica, sociocultural y el sistema científico-tecnológico en un lugar y momento determinados (Merlinsky *et al.*, 2018). Abordar estos problemas o controversias, en general, resulta una tarea colectiva compleja que requiere incorporar marcos epistemológicos integrales que reconozcan dicha complejidad (Funtowicz & Ravetz, 1993). Son varios los marcos que se han propuesto para ello, pero la mayoría convergen en la necesidad de considerar subsistemas que funcionan anidados y acoplados, que interactúan en diferentes niveles y cuyas estructuras emergentes son determinadas por las interrelaciones entre procesos físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, productivos, tecnológicos, económicos y políticos, a diferentes escalas territoriales y temporales (Ostrom, 2009).

Esta imbricación entre subsistemas requiere un abordaje que reconozca la incertidumbre inherente de las evaluaciones de beneficios, daños, riesgos y consecuencias de las intervenciones, y que reconozca la existencia de diferentes valoraciones e intereses, y por tanto la diversidad de actores que de alguna manera están —o deben estar— implicados en abordajes o evaluaciones. El tránsito y estímulo hacia metodologías inter y transdisciplinarias, como nuevas estrategias de investigación que apuntan a la complementariedad de disciplinas y saberes para abordar problemas complejos, es un reflejo de ello (Iribarne *et al.*, 2023).

## 2.4. Formas de surgimiento de controversias: el rol de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA)

Las controversias pueden surgir a partir de distintos disparadores. Algunas controversias relevadas surgen a partir de diferencias en publicaciones científicas, otras a partir de desacuerdos entre publicaciones científicas y estudios provenientes de otros actores, u otras a partir de publicaciones en medios de comunicación. Siguiendo la tipología de controversias previamente propuesta, en los estudios relevados es posible identificar ciertas formas particulares de surgimiento de la controversia.

En el caso de las controversias pertenecientes al segundo grupo, aquellas que versan sobre los impactos al medioambiente de ciertos productos o procesos ya en uso o desarrollo, varios de los estudios relevados refieren a la existencia de publicaciones científicas cuyas conclusiones o puntos de vista presentan discordancias respecto a otras publicaciones científicas —esto es claro en los casos de controversias en torno a transgénicos (por ejemplo: Delborne, 2011)—, o bien a otros estudios, declaraciones o investigaciones alternativas que provienen de fuentes externas a los procesos de producción científica legitimados académicamente —como es el caso de las movilizaciones sociales que terminan generando un cuerpo de conocimientos alternativo a partir de la preocupación por el uso de agroquímicos (tal como se describe, por ejemplo, en Arancibia, 2013)—. En este contexto, el desacuerdo científico fundamental suele girar en torno a la legitimidad de los saberes en juego, así como a la cuestión de la suficiencia de la evidencia, puesto que en general se trata de conocimientos producidos a partir de metodologías muy diferentes y cuya validez está en debate.

La discusión sobre la validez científica de los conocimientos en juego también parece central en las controversias que se restringen a problemáticas relativas a la salud. En estos casos suele destacarse, como fuente de la controversia, el peso de las distintas tradiciones científicas en la construcción de los puntos de vista discordantes: por ejemplo, la existencia de diversos enfoques por parte de distintos grupos de profesionales de la salud.

Ahora bien, el grupo que presenta el rasgo más distintivo en lo que respecta al surgimiento de la controversia es el primero, que representa a aquellas controversias que versan sobre problemáticas ambientales ancladas en ciertos emprendimientos tecnológico-productivos. En este grupo de estudios de caso, suelen aparecer con fuerza las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) como disparador y estructurador inicial de la dinámica del debate. No se trata, predominantemente, como en los casos anteriores, de debates originados por diferencias en publicaciones científicas o en desacuerdos entre publicaciones y otras formas de estudios, sino en debates públicos que en un primer momento se articulan en torno a ciertas particularidades de las formas de elaboración de las EIA como mecanismo regulatorio (que emerge como parte del proceso de solicitud de autorización para su instalación por parte de las empresas interesadas).

La EIA es uno de los instrumentos ambientales más utilizados por las instituciones gubernamentales que, básicamente, intentan dar elementos decisivos para evaluar si se puede avanzar, o no, con una propuesta con posibles impactos ambientales y sociales. Fue introducida en Estados Unidos en 1969 como reacción a la falta de atención a los costos ambientales de proyectos evaluados en base a su eficiencia económica y viabilidad energética. Desde ese momento, países de todo el mundo han adoptado la EIA, aprobando leyes para garantizar su implementación. En América Latina, el proceso de institucionalización de la EIA tuvo como base inicial dar respuesta a los requerimientos para otorgar créditos por parte de organismos financieros internacionales como el BID o el Banco Mundial (Garmendia *et al.*, 2005). Se trata de un aporte para la toma de decisiones que brinda elementos para el análisis costo-beneficio (con carácter predictivo y preventivo) de una propuesta dada, incorporando la protección de conjuntos naturales. Lo conforman un conjunto de requisitos, pasos y etapas que deben cumplirse en base a estándares internacionales y atendiendo a tres ejes principales: visión estratégica del desarrollo, la gestión y toma de decisiones, y la participación ciudadana (Jay *et al.*, 2007).

Las EIA han sido reconocidas como un mecanismo regulatorio que contiene sus propias complejidades inherentes (Shrader-Frechette, 1985): más allá de las características requeridas para la elaboración de estos estudios en cada país, en general se trata de estudios que se realizan en un período corto de tiempo, que deben sacar conclusiones ante un alto nivel de incertidumbre, que constituyen un instrumento no solo epistémico sino de negociación política (Barandiarán, 2015) y que como producto de procesos de ciencia regulatoria, no académica, no están sujetos a la tradicional evaluación por pares, lo cual despierta la pregunta acerca de cómo validar sus resultados (Broitman & Kreimer, 2017). Con frecuencia, además, la forma de presentación de estos EIA no colabora con la comprensión del modo en que la evidencia es interpretada: suelen ser informes largos, poco claros, con imprecisiones y poca transparencia en la fundamentación de las conclusiones (por ejemplo: Yrivarren, 2015). Pero, sobre todo, se critica que en general son estudios que debe proporcionar la empresa interesada en la autorización para su instalación. Por este motivo, con frecuencia los debates suscitados por los EIA refieren a la cuestión de quiénes son los responsables de realizar los estudios. ¿Los estudios de las EIA deberían ser realizados por actores independientes? ¿Son competentes los responsables de la realización del estudio? ¿Poseen legitimidad? ¿De qué área del conocimiento provienen? ¿Se contemplan las diversas dimensiones del problema? ¿Cuál es el rol de los afectados o implicados locales en el desarrollo de estos estudios?

59

La participación ciudadana que se promueve en el marco de las EIA en general apela a argumentos instrumentales: hacer sostenibles las decisiones y mantener una percepción social positiva del sistema y los procedimientos en torno a la aprobación de un proyecto (Fiorino, 1990). Los públicos considerados (o partes interesadas) son los propios proponentes (responsables de abordar la EIA en general mediante contratación de consultores), las autoridades pertinentes que la evalúan, agencias gubernamentales y ONG que proporcionan datos e insumos, y la comunidad afectada o interesada (Jay *et al.*, 2007).

Si bien no existe una metodología común en los mecanismos de participación asociados con las EIA, lo más común es que sean procesos de información (puesta de manifiesto del proyecto y su EIA) y consulta (en general mediante el mecanismo de audiencia pública) (Garmendia *et al.*, 2005). Uno de los aspectos más deficitarios que se mencionan al respecto es el bajo nivel de incorporación efectiva de las opiniones ciudadanas en la toma de decisiones, así como la falta de herramientas efectivas para la participación (Espinoza & Alzina, 2001), crítica que puede sumarse a aquellas vinculadas con los formatos poco dialógicos de estos procesos (Fiorino, 1990).

### 3. ¿Cómo abordar las controversias latinoamericanas? Algunas reflexiones sobre desafíos y posibles caminos a recorrer

Tal como ha sido establecido previamente, en los estudios de controversias predominan teóricamente los enfoques críticos como el constructivismo sociológico y los planteos de la teoría del actor-red que cuestionan, con matices, la asimetría en el tratamiento sociológico tradicional de la ciencia (Latour, 2005; Callon & Latour, 1981) y proponen un método basado en el análisis de casos y en la cartografía de controversias en base a metodologías antropológicas, etnometodológicas, empiristas relativistas o estudios culturales en los que predomina la dimensión académica. Una de las complejidades de este marco teórico es, como ha sido ya comentado, la dificultad para delimitar conceptualmente las características específicas de las controversias, así como para desarrollar categorías de análisis que faciliten abordajes comparativos y contribuyan a la comprensión de la complejidad epistemológica del fenómeno desde un punto de vista que trascienda las dinámicas de interacción entre actores en cada proceso puntual. Al mismo tiempo, estos enfoques, predominantemente descriptivos, suelen distanciarse de abordajes normativos que propongan criterios, indicadores o posibles líneas de acción a seguir. Lo que de ello resulta es una multiplicación de estudios de caso de los que puede obtenerse una visión sobre las características de los actores, sus vínculos, luchas y negociaciones, pero pocas ideas sobre qué hacer en la práctica para mejorar las formas de tratamiento de CCTP.

A diferencia de los enfoques constructivistas, la epistemología sociopolítica —uno de cuyos representantes más destacados es Steve Fuller— reivindica la necesidad de que la epistemología contemple una dimensión normativa que contribuya al análisis crítico de la producción de conocimiento en las sociedades contemporáneas. De esta forma concibe a la epistemología social como un campo interdisciplinario que sostiene que los científicos y la ciudadanía deben interactuar para optimizar el gobierno de la producción de la ciencia (Fuller, 1993). De esta forma, el autor, aun reconociendo el valor de describir con más precisión la empresa científica, critica el carácter puramente descriptivo de las prácticas *in situ* por no alterar, ni pretender hacerlo, las prácticas científicas.

Lo interesante de la propuesta de este marco teórico es que permite comprender a la ciencia y la tecnología como prácticas humanas complejas y situadas, en las que

intervienen aspectos políticos y sociales diversos, pero sin por ello caer en miradas exclusivamente descriptivas que relativizan, desde la reivindicación de la simetría en la producción de conocimiento, la posibilidad de establecer criterios normativos que permitan evaluar la validez, pertinencia y relevancia de los saberes en juego.

En este sentido, ¿cuáles son los posibles criterios y vías de acción para hacer frente a las características particulares que muestran las controversias estudiadas en América Latina? Uno de los ejes identificados como particulares y problemáticos en las controversias latinoamericanas es el predominio de debates que se vinculan a conflictos político-ambientales, especialmente en el contexto de las movilizaciones que se generan a partir de las propuestas de instalación de ciertos procesos científico-tecnológico-productivos en una región dada. Estos debates suelen vincularse, además, con los procesos de producción de conocimiento a través de EIA. Los mecanismos de elaboración de EIA traen a la discusión, entre otros aspectos, la cuestión de quiénes son los actores que deben estar involucrados en la producción y evaluación de estos estudios, y mediante qué procedimientos se puede legitimar su participación.

Esto se vincula, por un lado, con el problema de la delimitación de *los expertos*. En el contexto de CCTP, particularmente de controversias ambientales, los debates dan cuenta de desacuerdos que requieren la colaboración de miradas desde distintas áreas disciplinares, enfoques y trayectorias. Se requeriría, por lo tanto, de estrategias interdisciplinares que integren conocimientos de distintas disciplinas. Sin embargo, podría pensarse también en la posibilidad de incorporar una mirada transdisciplinaria, esto es, que además de la articulación de visiones desde diferentes áreas y enfoques disciplinares, integre otros saberes (Iribarne *et al.*, 2023) y contemple la posibilidad de incluir a otros actores en los procesos de validación del conocimiento en juego. Pensar en mecanismos alternativos de validación de conocimientos se vuelve crucial en el contexto de las EIA, considerando que se trata de informes técnicos que no responden a la lógica clásica de la evaluación de la ciencia académica y sus formas tradicionales de validación como la evaluación por pares, sino que deben adaptarse a las complejidades de una ciencia regulatoria orientada al tratamiento de problemas complejos (Broitman & Kreimer, 2017).

61

Por otro lado, en escenarios de incertidumbre y riesgo, como lo son en su mayoría los que contextualizan a las controversias de salud humana y ambientales, se podría justificar centrarse en la calidad de los procesos de toma de decisión, ya que difícilmente habrá soluciones únicas, ideales o provenientes exclusivamente de voces científicas (Funtowicz & Ravetz, 1993). Para prestar atención a la calidad de los procesos, se considera necesario transitar hacia nuevas formas de participación pública y comunicación de la ciencia, basadas en el diálogo y la deliberación. Las prácticas deliberativas son, esencialmente, procesos de comunicación que propician intercambios entre tomadores de decisión, expertos y público general para abordar controversias de interés público en las que el conocimiento científico tiene un rol crucial. De forma amplia, como propone Mansbridge (2015), implica sopesar y reflexionar sobre preferencias y valores en relación con intereses comunes.

En las últimas décadas se han diseñado y desarrollado innovaciones metodológicas para estimular procesos deliberativos incorporando al público general. Se trata de miniforos deliberativos (minipúblicos) para propiciar una deliberación genuina entre público no implicado directamente en las temáticas tratadas. Suelen involucrar un número limitado de ciudadanos que se reúnen por un período de tiempo acotado para deliberar sobre un tema particular y proponer ciertas recomendaciones (Lázaro, 2021). Este tipo de mecanismos participativos resignifican el rol del experto como facilitador de información que responde preguntas e inquietudes de los ciudadanos (Lázaro, 2009). Esto representa un enfoque alternativo para manejar la participación pública dentro de la administración, una reorientación de los consejos profesionales de los expertos. Más que proporcionar respuestas técnicas (concebidas para resolver o cerrar las discusiones políticas), los expertos colaboran en la tarea de comprender y abordar situaciones novedosas y conflictivas. Con ello se vigorizan las prácticas democráticas tanto de manejo del conocimiento como de toma de decisiones políticas (Fuller, 2003).

Un ejemplo de aplicación de mecanismo participativo en América Latina es el caso de una conferencia de consenso en Uruguay sobre una controversia vinculada con la minería de gran porte (López Echagüe, 2017). El informe final del Panel Ciudadano, entre otras recomendaciones, señaló el interés en que la temática fuera analizada desde el marco más general de las trayectorias de desarrollo, viables y deseables para el país. En sus conclusiones, los integrantes del panel sugirieron investigar las preferencias de los uruguayos en torno a las dimensiones o fines del desarrollo (Lázaro *et al.*, 2013). Este informe es un ejemplo de cómo, en un foro deliberativo guiado por ciudadanos, los componentes aparentemente “extracientíficos”, como las visiones sobre el desarrollo, aparecen y forman parte del tratamiento de las controversias. De hecho, la universidad pública en Uruguay asumió el desafío e impulsó una indagación participativa sobre dimensiones deseables del desarrollo (Lázaro *et al.*, 2018).

En definitiva, el tránsito hacia formas deliberativas y transdisciplinarias que involucren más activamente y con más poder de decisión a la ciudadanía en las decisiones vinculadas con ciencia y tecnología puede representar el camino de abordaje público de las CCTP, incluyendo aquellas relacionadas con las EIA.

## Conclusiones

El relevamiento de estudios de caso de controversias en América Latina en los últimos años arroja algunos aspectos interesantes para pensar sobre las características de las controversias en la región, así como los desafíos teóricos y prácticos de su abordaje desde los estudios CTS.

En primer lugar, se reconoce la ausencia de una definición clara y acordada acerca de qué es una controversia, lo cual hace pensar en la importancia de continuar discutiendo sobre cómo delimitar conceptualmente el fenómeno. Esta discusión implica debatir en profundidad sobre cuál o cuáles son los marcos teóricos que se

entiende son más adecuados para dar cuenta de las características y complejidades de las controversias en general, y en particular en el continente. Sería interesante, a su vez, para obtener un mapa más preciso de las características de las controversias estudiadas en la región, contemplar en este debate teórico la posibilidad de promover un protocolo mínimo de análisis que facilite posibles abordajes comparativos.

En relación con los enfoques teóricos identificados en los estudios de caso, se observa el predominio de abordajes sociológicos que principalmente describen las dinámicas de interacción entre actores. También aparecen estudios que se enfocan en características de los modos de construir argumentos, definir conceptos o comunicar la controversia. Hay una menor cantidad de análisis con énfasis en aspectos políticos y prácticamente ninguno orientado al estudio epistemológico de los desacuerdos presentes en las controversias. Considerando que un aspecto central en las CCTP es la existencia de desacuerdos que giran en torno a la producción de conocimientos científico-técnicos, insertos en debates ético-políticos que dan cuenta de diferencias de valoraciones y cosmovisiones fundamentales, un desafío interesante es pensar cómo fortalecer la integración de análisis epistemológicos que den cuenta de estos desacuerdos e incluso propongan formas de abordarlos.

En lo que refiere a una posible tipología de controversias en América Latina, se ha propuesto una clasificación de controversias de acuerdo con sus temáticas predominantes. Las controversias con mayor presencia en los estudios de caso se vinculan con problemáticas ambientales, predominantemente surgidas a partir de la propuesta de instalación de ciertos emprendimientos tecnológico-productivos. Entre ellas, destacan los estudios que analizan los debates asociados a industrias extractivas como la minería. Otro tipo de controversias incorpora discusiones sobre impactos en el ambiente y en la salud, en este caso en general referidos a productos o procedimientos que se encuentran ya en uso o desarrollo. Entre ellos, destaca el estudio de controversias en torno a los transgénicos. Un tercer grupo de controversias, con menor representación en los estudios de caso relevados, refiere a debates específicamente centrados en el área de la salud —particularmente, el tratamiento de ciertas enfermedades o problemas sanitarios—. Finalmente, un cuarto grupo de controversias presenta una diversidad de temáticas que en general giran en torno a discusiones en torno a la gestión, regulación o dirección de las políticas científico-tecnológicas.

El predominio de controversias ambientales supone algunos desafíos teóricos y prácticos particulares. A nivel teórico, para los estudios CTS se presenta el desafío de fortalecer la comprensión de una dimensión epistemológica que en ocasiones se desdibuja frente a la existencia de disputas sociopolíticas o debates sobre los impactos ambientales. Las controversias ambientales, en general, reflejan desacuerdos valorativos profundos y manifiestan debates culturales y políticos sobre los modelos de desarrollo en disputa; ello no quiere decir que no exista una dimensión epistémica, pero sí que se requiere de una mirada epistemológica crítica capaz de analizar los procesos de producción de conocimiento en estos contextos, sin desconocer su

complejidad pero tampoco desentenderse de la posibilidad de establecer criterios normativos de evaluación y acción. A nivel práctico, se vuelve necesario repensar los mecanismos político-regulatorios de forma de contribuir a abordar las controversias a partir de estrategias inter y transdisciplinarias que favorezcan la toma democrática de decisiones. El peso de las EIA en el surgimiento de las controversias que mayor representación tienen en los estudios de caso relevados invita a considerar un rediseño de este instrumento regulatorio, o al menos complementarlo con otros mecanismos, para favorecer una mayor transparencia en su elaboración y nuevos acuerdos sobre cuáles son los actores que deberían participar en su desarrollo. De esta forma se contribuiría a la legitimación de su proceso de elaboración y se podría contar con aportes científico-técnicos completos, fundamentados, que representen con adecuación y pluralidad las diferentes implicaciones, los riesgos y la incertidumbre en juego, para promover un debate que trascienda las suspicacias sobre los posibles sesgos o intereses subyacentes y reconozca la complejidad de los aspectos técnicos en juego. Ello puede implicar la búsqueda de nuevas formas de implicación de actores en la elaboración y la elaboración de las EIA. Los abordajes y procesos de participación deliberativos pueden ofrecer pistas interesantes para pensar en estos nuevos mecanismos.

## **Financiamiento**

64

Este artículo fue realizado en el marco del proyecto “Controversias científico-tecnológicas públicas en Latinoamérica (2005-2020): contribuciones conceptuales y metodológicas para su abordaje”, financiado por el Programa de Iniciación a la Investigación 2021 de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), Uruguay.

## **Declaración de uso de IA**

Las autoras declaran que no han utilizado herramientas de inteligencia artificial generativa para redactar, traducir, resumir o modificar el contenido de este artículo. Todo el análisis, interpretación de datos, reflexiones y conclusiones incluidas en el manuscrito son producción intelectual propia.

## **Bibliografía**

Arancibia, Florencia (2013). Challenging the bioeconomy: The dynamics of collective action in Argentina. *Technology in Society*, 35(2), 79–92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.01.008>.

Barandiarán, Javiera (2015). Chile's Environmental Assessments: Contested Knowledge in an Emerging Democracy. *Science as Culture*, 24(3), 251–275. DOI: <https://doi.org/10.1080/09505431.2014.992332>.

Callon, Michel & Latour, Bruno (1981). Unscrewing the big Leviathans: how actors macro-structure reality and how sociologists help them to do so. En Karin Knorr-Cetina & Aaron Cicourel (Eds.), *Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro-and Macro-Sociologies* (277–303). Boston: Routledge.

Callon, Michel, Lascoumes, Pierre & Barthe, Yannick (2009). *Acting in an uncertain world. An essay on technical democracy*. Cambridge & Londres: The MIT Press. Recuperado de: [http://mitp-content-server.mit.edu:18180/books/content/sectbyfn?collid=books\\_pres\\_0&fn=9780262515962\\_sch\\_0001.pdf&id=7530](http://mitp-content-server.mit.edu:18180/books/content/sectbyfn?collid=books_pres_0&fn=9780262515962_sch_0001.pdf&id=7530).

De Filippo, Daniela (2014). Visibilidad internacional del campo CTS en Latinoamérica a través de su producción científica. En Pablo Kreimer, Hebe Vessuri, Lea Velho & Antonio Arellano (Eds.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad* (113-136). México: Siglo XXI.

Delborne, Jason (2011). Constructing audiences in scientific controversy. *Social Epistemology*, 25(1), 67–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/02691728.2010.534565>.

Engelhardt, H. Tristram & Caplan, Arthur L. (1987). Patterns of controversy and closure: the interplay of knowledge, values and political forces. En H. Tristram Engelhardt & Arthur L. Caplan (Eds.), *Scientific controversies. Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology* (1–23). Nueva York: Cambridge University Press.

65

Enriquez, Armando (2019). Acciones y consecuencias de la explotación del litio en Jujuy. Un estudio desde la ecofilosofía. *Tecnología y Sociedad*, (8), 59-76. Recuperado de: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/9349>.

Espinoza, Guillero & Alzina, Virginia (2001). *Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en Países de América Latina y el Caribe. Metodología, Resultados y Tendencias*. Santiago: Banco Interamericano de Desarrollo & Centro de Estudios para el Desarrollo.

Fiorino, Daniel (1990). Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms. *Science, Technology & Human Values*, 15(2), 226-243. DOI: <https://doi.org/10.1177/016224399001500204>.

Fuller, Steve (1993). *Philosophy, rethoric and the end of knowledge*. Madison: University of Wisconsin Press.

Fuller, Steve (2003). La ciencia de la ciudadanía: más allá de la necesidad de expertos. *Isegoría*, 28, 33-53. Recuperado de: <https://share.google/XDQWYfjuWhNsvSFnu>.

Funtowicz, Silvio & Ravetz, Jerome (1993). Science for the Post-Normal Age. *Futures*, 25(7), 739–755. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L).

Garmendia, Alfonso, Salvador, Adela, Crespo, Cristina & Garmendia, Luis (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Gaskell, George, Einsiedel, Edna, Priest, Susanna, Eyck, Toby, Allum, Nick & Torgerson, Helge (2001). Troubled waters: the Atlantic divide on biotechnology policy. En George Gaskell & Martin Bauer (Eds.), *Biotechnology 1996-2000: The years of controversy* (96-115). Londres: Science Museum.

Gudynas, Eduardo (2014). Conflictos y extractivismos: conceptos, contenidos y dinámicas. *DECURSOS, Revista en Ciencias Sociales*, 27, 79–115. Recuperado de: <https://horizontescomunitarios.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/gudynas-conflictosextractivismosconceptosdecs14.pdf>.

Invernizzi, Noela, Davyt, Amílcar, Kreimer, Pablo & Rodríguez Medina, Leandro (2022). STS between centers and peripheries: how transnational are leading STS journals? *Engaging Science, Technology and Society*, 8(3), 31–62. DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2022.1005>.

66

Iribarne, Patricia, Trimble, Micaela & Lázaro, Marila (2023). Análisis causal estratificado (CLA) como herramienta para el trabajo inter y transdisciplinario: contribuciones y desafíos de su aplicación en Montevideo, Uruguay. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 18(53), 87-116. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-385>.

Jay, Stephen, Jones, Carys, Slinn, Paul & Wood, Christopher (2007). Environmental impact assessment: Retrospect and prospect. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(4), 287-300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2006.12.001>.

Latour, Bruno (1988). *The Pasteurization of France*. Cambridge, Massachusetts & Londres: Harvard University Press.

Latour, Bruno (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.

Lázaro, Marila (2009). Herritarren parte-hartzea zientzia eta teknologian: kontsentsu biltzarrek eta zientziaren demokratizazioa. *Jakin*, 171, 17-30. Recuperado de: <https://jakin.eus/show/96146f1a1a9da868282fcd12fd05267a4fb0676e>.

Lázaro, Marila, Bortagaray, Isabel & Sthuldreher, Amalia (2018). *Imaginando el futuro en Tacuarembó: Diálogo Ciudadano sobre Desarrollo*. Colección "Documentos de Trabajo" N°3, Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social (IDIIS), Universidad de la República – Sede Tacuarembó. Canelones: Psicolibros.

Lázaro, Marila, Bortagaray, Isabel, Trimble, Micaela & Zurbriggen, Cristina (2021). Citizen deliberation in the context of Uruguay's first National Water Plan. *Water Policy*, 23, 487-502. DOI: <https://doi.org/10.2166/wp.2021.199>.

Lázaro, Marila, Iribarne, Patricia, Adalyza, Paula, Rumeau, Dominique & López Echagüe, Camila (2021). Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo: aplicación del Análisis Causal Estratificado. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16(46), 167-197. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/217>.

Lázaro, Marila, Trimble, Micaela, Umpiérrez, Alejandra, Vasquez Ana & Pereira, Gustavo (2013). Juicios Ciudadanos en Uruguay: dos experiencias de participación pública deliberativa en ciencia y tecnología. Montevideo: PNUD.

López Echagüe, Camila (2017). El caso del Proyecto Aratirí de minería a cielo abierto en Uruguay: análisis de una controversia científico-tecnológica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 12(36), 107-137. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/38>.

Lorenzi, Bruno Rossi & de Andrade, Thales Haddad Novaes (2019). O etanol de segunda geração no Brasil. Políticas e redes sociotécnicas. *Revista Brasileira de Ciencias Sociais*, 34(100), 1-19. DOI: <https://doi.org/10.1590/3410014/2019>.

Lozano, Mónica (2007). El síndrome de Rashomon o la comunicación de la ciencia y la tecnología en situaciones de conflicto. *Redes*, 13(26), 235-260.

Mansbridge, Jane (2015). A Minimalist Definition of Deliberation. En Patrick Heller & Vijayendra Rao (Eds.), *Deliberation and Development: Rethinking the Role of Voice and Collective Action in Unequal Societies* (27-49). Washington: World Bank Group. DOI: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0501-1>.

Markle, Gerad & Petersen, James (1981). Controversies in Science and Technology. A Protocol for Comparative Research. *Science, Technology & Human Values*, 6(1), 25-30. Recuperado de: [https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/J\\_Petersen\\_Controversies\\_1981.pdf](https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/J_Petersen_Controversies_1981.pdf).

Martin, Ben R., Nightingale, Paul & Yegros-Yegros, Alfredo (2011). Science and technology studies: exploring the knowledge base. *Research Policy*, 41(7), 1182-1204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.010>.

Massa-Sánchez, Priscilla, Arcos, Rosa del Cisne & Maldonado, Daniel (2018). Large-Scale Mining and Social Conflicts: Analysis of Southern Ecuador. *Problemas del desarrollo*, 49(194), 119-141. Recuperado de: <https://www.probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/download/63175/62363?inline=1>.

Mazur, Allan (1981). *The Dynamics of Technical Controversy*. Washington: Communications Press Inc.

Merlinsky, Gabriela, Toledo López, Virginia, Schmidt, Mariana, Fernández Bouzo, Soledad, Tobías, Melina, Langbehn, Carlos Lorenzo, Pereira, Pablo, & Capalbo, Tomás (2018). *Defender lo común: qué podemos aprender de los conflictos ambientales*. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Gino Germani.

Moscheni, Margarita (2019). La minería y el desarrollo insostenible. El estudio de caso en San Juan, Argentina. *Problemas del desarrollo*, 50(196), 113-138. DOI: <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2019.196.64823>.

Nelkin, Dorothy (1987). Controversies and the authority of science. En H. Tristram Engelhardt & Arthur L. Caplan (Eds.), *Scientific Controversies: Case Studies in the Resolution and Closure of Disputes in Science and Technology* (283–294). Washington: Communications Press Inc.

OCMAL (2019). *Conflictos Mineros En América Latina: Extracción, Saqueo y Agresión*. Recuperado de: <http://www.conflictosmineros.net/wp-content/uploads/2019/05/informe-final.pdf>.

68

Ostrom, Elinor (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422. DOI: <http://www.doi.org/10.1126/science.1172133>.

Piaz, Agustín (2015). Acciones de Resistencia a la Tecnología Nuclear en la Argentina: Mapeando el Terreno. *REDES*, 21(41), 111-140. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/71346/CONICET\\_Digital\\_Nro.34a49475-db03-4ec3-9e43-af964cbf09ac\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/71346/CONICET_Digital_Nro.34a49475-db03-4ec3-9e43-af964cbf09ac_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

Piaz, Agustín (2020). Nuclear Power Controversies in Mexico. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(18), 1-20. DOI: <https://doi.org/10.32870/Pk.a10n18.427>.

Shrader-Frechette, Kristin (1985). *Science policy, ethics, and economic methodology: some problems of technology assessment and environmental-impact analysis*. Dordrecht: D. Reidel Company.

Torgersen, Helge & Hampel, Jürgen (2012). Calling controversy: assessing synthetic biology's conflict potential. *Public Understanding of Science*, 21(2), 134-148. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662510389266>.

Vara, Ana María (2007). Sí a la vida, no a las papeleras: en torno a una controversia ambiental inédita en América Latina. *REDES*, 13(25), 15-49.

Venturini, Tommaso (2010). Diving in magma: How to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, 19(3), 258-273. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662509102694>.

Yrivarren, Joaquín (2015). La esperanza técnica: ruido, silencio y proliferación de textos técnicos en una controversia ambiental. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(30), 81-112. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-496>.



**Los usos sociales del conocimiento científico  
del activismo no experto en controversias.  
Una reflexión crítica sobre las nociones de “riesgo”  
y ciudadanía vinculadas al demarcacionismo  
y al proposicionalismo \***

**Os usos sociais do conhecimento científico no  
ativismo não-experto em questões controversas.  
Uma reflexão crítica sobre as noções de “risco” e “cidadania”  
ligadas ao demarcacionismo e ao proposicionalismo**

***Scientific Knowledge Mobilization by Non-Expert  
Activism in Public Controversies.  
A Critical Reflection on Notions of “Risk” and “Citizenship”  
Linked to Demarcationism and Propositionalism***

**Juan Layna**  \*\*

71

Este artículo analiza los usos del conocimiento por parte del activismo no experto en una controversia sociotécnica abierta en septiembre de 2015 en torno a un derrame de solución cianurada en la mina Veladero, San Juan, Argentina. Se busca comprender la relación entre conocimientos científicos y no formalmente científicos con especial énfasis en los saberes relativos a posicionamientos y modos de organización política que se articulan en los usos sociales del conocimiento. El artículo revisa críticamente aspectos del demarcacionismo, que postula la heterogeneidad radical entre conocimientos científicos y otro tipo de saberes, y del proposicionalismo asociado al demarcacionismo. Junto a ello, se revisan ciertas concepciones sobre el “riesgo” y la “ciudadanía” en su relación con el demarcacionismo-proposicionalismo.

**Palabras clave:** usos sociales del conocimiento científico; activismo no experto; riesgo; ciudadanía; demarcacionismo-proposicionalismo

---

\* Recepción del artículo: 16/05/2024. Entrega del dictamen: 18/06/2024. Recepción del artículo final: 15/04/2025.

\*\* Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad, CONICET, Universidad Maimónides, Argentina. Correo electrónico: [juanlayna@hotmail.com](mailto:juanlayna@hotmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7209-1405>. El trabajo que dio lugar a este artículo se enmarca parcialmente en la tesis doctoral del autor, presentada en la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina, y titulada *Una producción recíproca entre conocimientos científicos y Estado. La controversia sociotécnica sobre contaminación de aguas con cianuro en la mina Veladero, San Juan, en tanto problema público históricamente conformado (2003-2019)*.

Este artigo analisa os usos do conhecimento pelo ativismo não especializado em uma controvérsia sociotécnica aberta em setembro de 2015 em torno de um derramamento de solução de cianeto na mina Veladero, em San Juan, Argentina. Ele procura entender a relação entre o conhecimento científico e o não científico, com ênfase especial no conhecimento relacionado a posicionamentos e modos de organização política que são articulados nos usos sociais do conhecimento. O artigo analisa criticamente aspectos do demarcacionismo, que postula a heterogeneidade radical entre o conhecimento científico e outros tipos de conhecimento, e o proposicionalismo associado ao demarcacionismo. Além disso, certas concepções de “risco” e “cidadania” são analisadas em relação ao demarcacionismo-proposicionalismo.

**Palavras-chave:** usos sociais do conhecimento científico; ativismo não especializado; risco; cidadania; demarcacionismo-proposicionalismo

*This article analyzes how non-expert activists mobilize knowledge in a socio-technical controversy that began in September 2015 surrounding a spill of cyanide solution at the Veladero mine in San Juan, Argentina. It seeks to understand the relationship between scientific and non-scientific knowledge with special emphasis on knowledge related to positionings and modes of political organization that are articulated in different types of knowledge mobilization. The article critically reviews aspects of demarcationism, which postulates the radical heterogeneity between scientific and other kinds of knowledge, and of propositionalism associated with demarcationism. In addition, certain conceptions of “risk” and “citizenship” are reviewed in relation to demarcationism-propositionalism.*

**Keywords:** scientific knowledge mobilization; non-expert activism; risk; citizenship; demarcationism-propositionalism

## Introducción

Este artículo analiza los usos del conocimiento por parte del activismo no experto<sup>1</sup> en una controversia sociotécnica<sup>2</sup> abierta en septiembre de 2015 en torno a un derrame de solución cianurada en la mina Veladero,<sup>3</sup> situada en la región Noroeste de la provincia de San Juan, Argentina. Dicha controversia se sustanció como particularización de un conflicto socioambiental más amplio entre el gobierno de San Juan, férreamente vinculado a la empresa megaminera,<sup>4</sup> y la Asamblea de Jáchal No Se Toca (AJNST),<sup>5</sup> la cual se conformó algunos meses antes del inicio de la controversia en rechazo a la apertura de una mina de uranio. Entre otras cuestiones, este conflicto implicó el rechazo de la AJNST al modo de explotación de la naturaleza y al metabolismo social<sup>6</sup> impuestos por los emprendimientos megamineros en esta región de San Juan<sup>7</sup> (Layna, 2023).

En el desarrollo de la controversia se tematizaron informes técnicos apuntados a definir impactos y riesgos del derrame. Estos informes tuvieron criterios de elaboración y resultados divergentes. En el uso y la tematización que cada antagonista dio a dichos informes se proyectaron distintos encuadres problemáticos sobre el derrame, así como sobre el riesgo que este representaba o representaría para la flora, fauna y salud humana en la región. Por un lado, el Gobierno de San Juan, aliado a la empresa megaminera, postuló que los riesgos del derrame debían ser analizados en base a informes de muestras aisladas de calidad de aguas centradas en mediciones de cianuro y, en base a estas mediciones, negó todo riesgo e impacto socioambiental. Por otro lado, la AJNST postuló que se requería ampliar las indagaciones a otro tipo de sustancias, como metales pesados, cuya presencia mostraba que el riesgo socioambiental no solo era innegable, sino que se había plasmado en impactos efectivos.

73

<sup>1</sup> Preferiremos utilizar las categorías de “activismo no experto” o “público no experto” (según el caso) antes que “público lego”, que consideramos incorrecta. Con los términos antes mencionados nos referiremos a aquellos grupos organizados y políticamente activos que no tienen una educación formal en cierta área de conocimiento científico, no son funcionarios públicos ni detentan cargos en empresas concentradas. Los políticos y empresarios de mayor jerarquía deben ser diferenciados del público no experto por su capacidad superlativa para producir y utilizar conocimientos científicos.

<sup>2</sup> Una controversia sociotécnica consiste en una disputa de carácter público en la cual el posicionamiento de los antagonistas se sustancia necesariamente mediante la producción y el uso de conocimientos científicos, que expresan definiciones divergentes.

<sup>3</sup> Es un enclave explotado desde sus inicios por la empresa Barrick Gold (denominada en Argentina Minera Argentina Gold S.A.) y se sitúa en el departamento de Iglesia, provincia de San Juan, a una altura de entre 4000 y 4850 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de los Andes. El 30/06/2017, la empresa china Shangdong Gold compró el 50% de las acciones de Veladero, pasando a explotar conjuntamente el enclave.

<sup>4</sup> Se denomina “megaminería” a emprendimientos mineros a gran escala, que implican cuantiosas inversiones económicas, generalmente llevadas a cabo por corporaciones transnacionales altamente concentradas. Estos enclaves consumen y movilizan cantidades superlativas de materia y energía.

<sup>5</sup> La ciudad de Jáchal se ubica en el centro norte de la provincia de San Juan, en el centro-oeste del oasis agrícola del valle de Jáchal, en el margen derecho del río Jáchal, y 153 kilómetros al norte de la ciudad de la capital provincial, San Juan. Según el censo de 2010 (el más adecuado por ser el más próximo previo a la controversia), Jáchal tenía 10.940 habitantes.

<sup>6</sup> El metabolismo social, según Marx (2009 [1867-1883]), consiste en la forma específica de explotación del trabajo y de la naturaleza que dan forma a intercambios específicos de materia y energía entre humanidad socialmente organizada y medioambiente.

<sup>7</sup> Se encuentran en funciones Veladero y Gualcamayo, pero hay otros varios en proyecto y exploración.

Nuestro interés analítico en los usos sociales del conocimiento por parte del activismo no experto está apuntado a comprender la constitución recíproca entre conocimientos científicos y saberes no formalmente científicos, haciendo especial énfasis en los saberes relativos a posicionamientos y organización política. Por lo tanto, si bien el caso analizado es una controversia sociotécnica, este artículo se focalizará en las posiciones y acciones del público no experto. Solo se hará un somero repaso de las posiciones del Gobierno para facilitar la comprensión del contexto en que el activismo desplegó los usos sociales del conocimiento analizados. Luego, a la luz de nuestro caso, en el segundo apartado se revisará críticamente el planteo demarcacionista-proposicionalista, una formulación específica sobre el riesgo y una sobre la “ciudadanía”.

Antes de continuar, son necesarias cuatro especificaciones conceptuales. En primer lugar, en este artículo elegimos utilizar, aun con consciencia de sus límites, el término “conocimiento no formalmente científico” para evitar los términos más imprecisos de “conocimiento lego” y “conocimiento no científico”. Con el término elegido nos referimos a conocimientos que, si bien no están elaborados, validados o certificados mediante protocolos científicos, detentan un carácter recíprocamente constitutivo con conocimientos que sí lo están. Por lo tanto, no pueden ser estrictamente considerados como no científicos, dado que en el propio proceso en que se conforman, ambos están imbricados.<sup>8</sup>

74

En segundo lugar, consideramos al demarcacionismo como un modo de concebir el conocimiento científico por su carácter radicalmente heterogéneo respecto de otro tipo de saberes. El demarcacionismo, a nivel formal, tuvo una fuente clara en el Círculo de Viena, pero —según diversos autores (Marres, 2018; Wynne, 2003)— se desarrolló incluso dentro del campo CTS (véase, entre otros: Collins y Evans, 2002). Esta perspectiva también suele caracterizarse por un proposicionalismo (Wynne, 2003, 2005), que restringe la concepción del conocimiento a meras proposiciones susceptibles de ser juzgadas en su adecuación (*adaequatio*) o correspondencia con la “realidad sensorial”. Las posiciones demarcacionistas-proposicionalistas, o bien niegan, o bien alegan la nula o escasa importancia analítica de la constitución recíproca entre los conocimientos científicos y saberes no formalmente científicos, incluyendo aquellos emergentes de culturas locales, cosmovisiones propias de ciertos grupos y modos de definir ciertas ontologías (Wynne, 2005).

En tercer lugar, respecto del riesgo, nos interesa referirnos a la forma más general de una de sus definiciones iniciales (Beck, 1998 [1986]). Esta presenta al “riesgo” como un elemento distintivo de la actual etapa productiva (Beck, 1998 [1986], pp. 25 y 28). En esta formulación, el riesgo permanece extendido en todas las relaciones productivas

<sup>8</sup> Si bien la noción de “conocimiento híbrido” tiene virtudes, consideramos que es indeterminada respecto de ciertas relaciones sociales que no siempre son visibles, pero tienen importancia en la capacidad de posicionarse de los sujetos sociales y junto a ello, en el proceso de conformación de los conocimientos que movilizan.

a nivel global, existiendo en abstracción de las tematizaciones sobre él.<sup>9</sup> Esto nos lleva a la apreciación de Wynne, quien considera que se trata de una esquematización objetivista del riesgo, que conduce a un “modelo del déficit marca 2” (Wynne, 2005). Así visto, este abordaje puede conducir a desatender (al menos parcialmente) a la acción humana socialmente mediada en los procesos de tematización del riesgo. También es compatible con el demarcacionismo-proposicionalismo, que asimismo se desentiende de la actividad humana socialmente organizada en la producción de conocimientos.

La última especificación consiste en que atendimos a la noción de “ciudadanía” por su uso extendido como un modo de referirse al público no experto. Nuestra visión crítica de este concepto es general y particular (esto último se funda en el estudio de nuestro caso y lo veremos después). En lo esencial, consideramos adecuado el planteo de Marx (2018 [1844]) que sostiene que la “ciudadanía” presupone una separación errónea entre el plano político y el económico, estableciendo en la práctica derechos individuales que obturan la igualdad que formalmente proponen. En el plano analítico, el concepto “ciudadanía” dificulta el análisis de los conflictos en general, y particularmente de aquellos desarrollados en torno a los procesos productivos.<sup>10</sup> La noción de ciudadanía conceptualiza abstractamente a los sujetos sociales porque omite aspectos fundamentales de las relaciones sociales y del carácter inherentemente conflictivo de estas. A su vez, en el plano epistémico, esquematiza al público no experto como individuos carentes de conocimientos y de la capacidad de producirlos, distinguiéndose por su pasividad en el plano político-epistémico (Leach, Scoones & Wynne, 2005). En este punto, la exterioridad entre conocimientos científicos y sujetos sociales muestra la clara confluencia entre “ciudadanía” y una posición demarcacionista-proposicionalista.

75

Hechas estas especificaciones, cabe precisar nuestro problema de investigación, formulándolo en las siguientes preguntas: ¿Qué usos sociales del conocimiento científico despliega el activismo no experto en pos de definir lo que es riesgoso sobre la megaminería y el derrame de cianuro en Veladero? ¿Qué características tienen esos usos sociales del conocimiento y qué elementos están implicados en ellos? En base a ello, ¿qué apreciaciones caben sobre el planteo demarcacionista-proposicionalista y las nociones de riesgo y de ciudadanía arriba mencionados?

La problematización recién enunciada se justifica en que, desde principios de la década de 1990, pocos autores han abordado la constitución recíproca entre los conocimientos científicos y no formalmente científicos (Callon *et al.*, 2001; Epstein, 1995; Jasanoff, 2004; Rabeharisoa & Callon, 2004). Además, es mucho menor y menos sistemática la

<sup>9</sup> Beck no se desentiende de la cuestión de la tematización, lo cual es visible, entre otras cosas, en su distinción entre “riesgo” y “percepción del riesgo” y en la necesidad de atender al rol de los medios de comunicación en la tematización del riesgo (Beck, 1998 [1986]). Sin embargo, estas preocupaciones no son totalmente compatibles con la formulación más general de Beck.

<sup>10</sup> Si bien en nuestro caso las relaciones sociales de producción no son objeto de cuestionamientos directos (no es un conflicto que enfrente explícitamente intereses “de clase”), estas relaciones sí están implicadas en el rechazo de la AJNST a la forma sociometabólica impuesta por emprendimientos megamineros en San Juan.

cantidad de estudios al respecto en nuestra región (Montesi, 2022, entre otros). Tampoco son numerosos en nuestra región trabajos que reflexionen sobre los usos sociales del conocimiento científico y sus vínculos con la conceptualización del riesgo y la ciudadanía.

En cuanto a la metodología, este trabajo articula distintas técnicas cualitativas. Se basó en el análisis documental de fuentes primarias y secundarias y en entrevistas. Resumimos aquí las principales actividades: i) se efectuó una revisión documental de artículos periodísticos (de medios digitales e impresos, nacionales y provinciales), *blogs* y páginas web para delinear una contextualización de la controversia e identificar a los sujetos sociales intervinientes, sus posiciones e intereses; ii) se analizaron documentos más específicos como informes técnicos disponibles y dictámenes judiciales; y iii) se realizó una estadía de trabajo de campo en San Juan y Jáchal en donde se entrevistaron a distintos sujetos sociales. En todos los casos, las identidades se mantuvieron reservadas.

En cuanto al recorte temporal, el artículo se focalizará en la etapa previa a la controversia y en la primera parte de esta. La etapa previa comienza en los primeros años de la década de 2000, cuando se aprecian las primeras formas de resistencia a la megaminería, y termina al iniciarse la controversia. En este período se pueden apreciar los modos iniciales en que el riesgo fue definido por estos agrupamientos articulando distintos usos sociales del conocimiento. Luego dirigimos el análisis a la primera etapa controversial, que se inicia horas después del derrame de cianuro, ocurrido el 12/09/2015 y se extiende aproximadamente hasta febrero de 2016. Esta primera etapa permitirá caracterizar el encuadre problemático (Gusfield, 2014[1981]) delineado por la AJNST y la definición de riesgo implicada en este. El artículo se detiene aquí por dos motivos combinados: i) luego de los cambios que tuvo en el breve período delimitado entre febrero y mayo de 2016, la controversia se estabilizó en torno a condiciones similares a las de sus primeros meses (Layna, 2023); ii) el abordaje de etapas posteriores no agrega cuestiones sustancialmente diferentes para el objetivo analítico del artículo.

## **1. Los usos sociales del conocimiento desplegados por el activismo no experto antes y durante la controversia**

### **1.1. San Juan como ámbito de administración de la (mega)minería y como ámbito central del conflicto. Jáchal como región económica periférica y dependiente**

Luego de una vasta serie de transformaciones legales y constitucionales que a nivel nacional contribuyeron a hacer altamente rentable la actividad megaminera<sup>11</sup> (Gutman,

<sup>11</sup> Las reformas apuntaron, en lo esencial, a bajar riesgos de inversión. Ello se debió a diversos factores: a las facilidades para la transferencias de derechos mineros, la privatización de "recursos naturales", la minimización o anulación de regalías, el decremento del cobro de impuestos, el aumento de beneficios empresariales mediante repatriación de utilidades, la facilidad para la importación de insumos, la promoción de devoluciones de impuestos al valor agregado sobre el uso de los mismos, y la garantía de estabilidad en los contratos entre los Estados y las corporaciones a cargo de los yacimientos (Gutman, 2013).

2013), desde la década de 2000 la provincia de San Juan se transformó en uno de los principales centros de dicha actividad en Argentina. Es relevante considerar que en la reforma del artículo 124 de la Constitución Nacional, la administración de los recursos naturales quedó bajo control del gobierno de cada provincia. Gracias a ello, el gobierno de San Juan incrementó cuantiosamente su capacidad para arbitrar sobre aspectos productivos y políticos relativos a la megaminería incluyendo conflictos en torno a ella (Layna, 2023).

Retomando el concepto de William Sacher (2010), San Juan fue caracterizada como un “mineralo-Estado” (Botaro, 2015). Varios autores comparten esta caracterización con otros términos (Giovannini *et al.*, 2009; Gómez Lende, 2017; Svampa & Viale, 2014). Todos estos autores postulan a San Juan como un Estado profundamente alineado con los capitales megamineros ofreciéndoles la fuerza represiva estatal, la persecución de sectores resistentes, redes de infraestructura, provisión de agua y energía a muy bajos costos y una defensa propagandística de la actividad ante la población. Desde 2003, se registraron distintos cambios en esa dirección. Entre ellos, vale mencionar la falta de control sobre el consumo hídrico de Veladero (Gómez Lende, 2017); las transformaciones legales y el establecimiento de prácticas represivas, intimidatorias y persecutorias (Svampa & Viale, 2014); distintos hechos de censura mediática en favor de la megaminería (Giovannini *et al.*, 2009) y la monopolización del discurso público en favor de la megaminería por parte del entonces gobernador José Luis Gioja (Boccardi *et al.*, 2008; Giovannini *et al.*, 2009). Vale remarcar que JLG se mantuvo al frente del Poder Ejecutivo Provincial durante tres períodos consecutivos (2003-2015).

77

Desde el principio de su primer gobierno, Gioja renombró a la megaminería metalífera como “nueva minería” y la postuló como base de sus proyectos para la etapa, que presentó como la “segunda reconstrucción de San Juan” (Gioja, 2006). Gioja alegaba que, dado que el 80% del territorio provincial contenía recursos minerales, la megaminería era la única vía para materializar la riqueza de San Juan, que no provendría de la producción agraria ni ganadera (Gioja, 2006). Con ello, Gioja postulaba implícitamente al territorio provincial como un conjunto de elementos dispersos, susceptibles de ser extraídos sin mayores implicancias ni referencias a procesos naturales complejos que podrían tener lugar en las diversas operaciones megamineras.<sup>12</sup> En base a esta concepción del medioambiente, Gioja proponía a la “nueva minería” como una vía segura con riesgos ambientales nulos o controlables por los nuevos organismos provinciales creados a tal fin (Gioja, 2006). Tales eran los casos del Consejo Consultivo Minero (CCM) y la Comisión Interdisciplinaria de Evaluación Ambiental Minera (CIEAM).

Estos elementos políticos y discursivos adquieren aún más importancia si se considera que Gioja concentró un gran poder durante sus tres mandatos. Tanto frente

<sup>12</sup> Entre otras, remover minerales subterráneos o concentrar en solución cianurada diversos metales pesados que podrían filtrar al medioambiente en cualquier momento.

a la sociedad civil, como frente a los municipios y frente a la oposición parlamentaria, por la baja fragmentación legislativa (Christel, 2020). También es relevante considerar el plano socioeconómico y geográfico para lograr una caracterización adecuada del contexto en que se desarrolló la controversia. La provincia de San Juan y el departamento de Jáchal en particular son zonas áridas-montañas. Hay una alta y creciente escasez hídrica. Una fuente importante en el departamento de Jáchal son los recursos hidrológicos superficiales de la cuenca del río homónimo, el más importante de la región. Este alimenta el Valle de Jáchal donde se concentra la mayoría de la población (INDEC, 2010) y mayoría de la producción agrícola del departamento, la cual fue predominante hasta la llegada de la megaminería (Casas, 2015). Esto es importante porque Veladero no solo se sitúa en zonas glaciares (que alimentan distintos cauces hídricos), sino también sobre el río Potrerillos, que confluye con distintos cauces hídricos que desembocan en el Río Jáchal.<sup>13</sup> Por ello, cualquier evento dentro del enclave puede influir en la zona del departamento más concentrada a nivel poblacional y productivo.

Desde principios del siglo XX, Jáchal fue una región periférica dentro de la provincia (que tiene un rol periférico respecto de la zona pampeana), dado que su matriz productiva hortícola es muy débil.<sup>14</sup> Ello se debe a varios factores: i) la volatilidad de precios de la cebolla, que es el cultivo predominante (Casas, 2015); ii) la baja tecnificación de las unidades productivas mayormente pequeñas; iii) la contribución de esto último a la baja productividad de las tierras; y iv) el efecto a esta baja productividad que trae la baja cantidad de recursos hídricos, lo que en muchos casos impide utilizar partes considerables de la superficie cultivable (Casas, 2015).

Todo esto muestra la inexistencia de alternativas productivas inmediatas a la megaminería y, a la vez, la incompatibilidad entre esta y la agricultura. Ello se debe principalmente al alto consumo de agua de la megaminería, que agrava progresivamente el cuadro de escasez del departamento. Es el más nítido, pero no el único punto de contradicción sociometabólica entre megaminería y agricultura. El uso de agua es también parte central de la contradicción entre la megaminería y sectores resistentes a la misma, incluida la AJNST.<sup>15</sup> Aquí hay una confluencia entre los reclamos de la AJNST y los intereses de productores agrícolas.

Apreciamos, entonces, que se daba un contexto político-económico muy adverso para el desarrollo de movimientos de resistencia a la megaminería, a nivel provincial y en particular en la región de Jáchal. Aun así, estos comenzaron a conformarse desde

<sup>13</sup> El río Potrerillos confluye con Las Taguas; le siguen el río La Palca, luego el Río Blanco y finalmente el río Jáchal.

<sup>14</sup> Según el censo nacional 2001 (no disponible en censo 2010), Jáchal tiene 1,8% de la población económicamente activa (PEA) de empleadores frente al 3,7% provincial; 35,9% de empleados públicos frente al 26,5% provincial; 29,9% de empleados privados frente al 47,6% provincial y 6,9% de trabajadores familiares frente al 2,7% provincial (INDEC, 2001).

<sup>15</sup> Si bien desde 2009 para el abastecimiento de Jáchal se construyó un acuífero en Huerta de Huachi que toma aguas subterráneas sin contacto con el flujo de ríos recién referidos, según la AJNST Veladero es incompatible con la vida en la región, porque (entre otros varios motivos) los metales pesados que puede derramar atraviesan la cadena trófica (inicialmente absorbidos por vegetación, luego por animales y finalmente por humanos).

principios de la década de 2000, años antes del inicio de funciones de Veladero (el primer enclave megaminero en la provincia).

## 1.2. La trayectoria de organización de la AJNST

Aproximadamente en 2004, comenzó a organizarse en Jáchal un grupo de activistas, varios de quienes serían luego referentes de la AJNST. En el proceso de formación de este grupo fueron muy relevantes las relaciones políticas con otras organizaciones y activistas por fuera de San Juan. En este sentido, una referente de la AJNST nos expresó que tanto el contacto con Rodríguez Pardo y Raúl Montenegro como con el activismo resistente a la megaminería en Esquel fue de suma importancia (entrevista a referente AJNST 2 —mujer—, 27/10/2017). Estas relaciones políticas permitieron acceder a una vasta serie de conocimientos de diverso tipo: políticos, socioambientales, económicos, técnicos, biológicos, etc. Esta entrevistada también nos indicó que:

“Muchos de nosotros [...] hemos tenido que adquirir ciertas competencias para entender algunos análisis... leer con respecto a lo que implicaba esta minería... terminología específica de los procesos [...] Nosotros hemos adquirido conocimiento a lo largo de este tiempo. [...] Hay mucha gente que se ha sumado hace unos años atrás o inclusive después del derrame [...] A pesar de que nosotros tenemos minería calífera acá muy cerca [...] Nosotros desconocíamos un tema que era tan familiar [...] Uno comienza ahí a preguntarse: ‘¿Qué va a implicar la minería? ¿Qué va a implicar la lixiviación? ¿Qué va a implicar la cianuración?’”, conceptos que eran para nosotros totalmente ajenos. Entonces, ahí uno de manera personal comenzó a investigar [...] Para adquirir y legitimar el conocimiento que nosotros tenemos [...] Hubo gente que se convirtió en autodidacta [...] Nosotros armamos una base de datos y nos juntábamos a leer, porque también [...] nos corrían con que: ‘ustedes hablan del cianuro...pero el cianuro se volatiliza... ¿Qué están hablando?’” (entrevista a referente AJNST 2 —mujer—, 27/10/2017).

79

Dado el contexto político-económico considerablemente adverso para el desarrollo de organizaciones resistentes a la megaminería, la falta de respuesta de las autoridades ante demandas de información e incluso la adjetivación de “ignorantes” apuntada hacia el activismo por parte de los funcionarios estatales, este grupo se vio conducido a autoorganizarse por al menos tres motivos. En primer lugar, para obtener algo de claridad ante un panorama monopolizado por un discurso prominero, contradictorio con lo que sus relaciones políticas indicaban. En segundo lugar, para desarrollar su propia información sobre la megaminería, actividad que desconocían; esto es relevante porque permite apreciar la importancia del dominio

de saberes productivos mineros para poder estructurar una caracterización propia de los riesgos potenciales de la actividad. Y en tercer lugar, para desarrollar sus propios posicionamientos, enmarcarse en proyectos de financiamiento y ampliar sus relaciones políticas y socioepistémicas:

“[...] Después ahí en el 2010 con FARN (nota del autor: *se refiere, a la Fundación Ambiente y Recursos Naturales*) nos vinieron a dar información [...] sobre los derechos del ciudadano [...] Vinieron abogados [...] después presentamos un proyecto que iba a ser subvencionado; para poder poner en funcionamiento los derechos de información [...] Entonces este grupo de 7 o 10 personas nos pusimos a trabajar. Los sábados y domingos nos sentábamos a leer y armar el proyecto, y ese proyecto gana. Jáchal gana ese proyecto, lo subvencionan con dólares [...] Cuando armamos ese proyecto, decía: ‘necesitamos conocimiento científico sobre las condiciones del río y necesitamos informar primero y después concientizar a nuestra población sobre las consecuencias que va a traer’. Nos paramos en esos dos pilares. Pero para generar conocimiento científico nosotros teníamos que adquirir información, mucha más de la que ya teníamos. Entonces con ese dinero que nos fue llegando empezamos a [...] generar los contactos con alguna universidad o laboratorio que a nosotros nos permitiese hacer esos análisis [...] Nos contactamos con todas por fuera de San Juan, porque nosotros sabíamos que en San Juan la Universidad estaba cooptada por la empresa minera, que subvencionaba, por un gobierno que censuraba [...] La única que contestó fue el laboratorio de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza)” (entrevista a referente AJNST 2 —mujer—, 27/10/2017).

80

Gracias al financiamiento provisto por FARN, este grupo logró producir ocho campañas de muestreo y análisis de agua de la cuenca baja del río Jáchal (FARN, 2016). Se trata de información producida con criterios independientes a los del Gobierno Provincial y con el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad de Cuyo en Mendoza (LAI-UNCuyo), situado fuera del ámbito de San Juan.

Este conjunto de activistas comenzó a desarrollar una posición epistémica que fue fundamento de una orientación independiente del gobierno provincial. Por un lado, lograron producir informes gracias a sus saberes políticos, organizativos, relaciones y caracterizaciones precedentes. Por otro lado, los informes producidos y la información técnica previamente adquirida constituían un pilar central de esa organización política. La constitución recíproca de los saberes políticos, organizativos y científicos es apreciable, entre otras cosas, en cómo varió el foco de indagación. Originalmente estaba centrado en las características de la

megaminería para desplazarse posteriormente al agua, que se tornó el elemento que permitía condensar conocimientos sobre reacciones químicas complejas relativas a la megaminería.

Esta trayectoria también debe comprenderse por el fuerte anclaje territorial de este grupo de activistas y por sus conocimientos específicos del medioambiente, algunos de ellos vinculados a las comunidades predominantemente agrícolas. Si bien Jáchal es una estructura urbana, tiene muchas similitudes y muchos contactos con las localidades agricultoras más próximas. Algunos pequeños productores rurales residen en Jáchal y algunos docentes residentes en Jáchal trabajan diariamente en comunidades rurales (Casas, 2015). Incluso algunos productores rurales están directamente vinculados a la AJNST, lo cual no es extraño, dado el interés estructural por el agua que comparten. Estas relaciones contribuyen a conceptualizar la unidad medioambiente-sociedad de modo diferente al gobierno provincial. Aquí el territorio se representa no como conjunto disperso de elementos, sino como un “todo” integrado, y también como una parte recíprocamente constitutiva de la propia sociedad. Esta concepción ambiental contribuía a formar criterios de producción y uso social del conocimiento científico a la hora de definir riesgos.

Ante las sospechas de daños ambientales por derrames y filtraciones en la pileta de lixiviación, varios de estos activistas efectuaron pedidos de información a distintos organismos de la provincia de San Juan: el Departamento de Hidráulica, Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE), la Subsecretaría de Medioambiente, el Centro Regional de Aguas Subterráneas del Instituto Nacional del Agua (INACRAS) y el Centro de Investigación para la Prevención de la Contaminación Ambiental Minero-Industrial (CIPCAMI), ligado a la Policía Minera. Así, otro referente de la AJNST relata que, luego de años de reclamar información en estas instituciones en reiteradas oportunidades, solo pudo obtener algunos monitoreos realizados entre 2005 y 2010:

81

“Todo ya estaba presentado en todos lados. Del CIPCAMI, nos contestaban con evasivas. En el ministerio nos habían dicho que vayamos al CIPCAMI, que ahí está todo. Nos boludearon durante seis meses J161 a los ocho meses logramos tener resultados de un monitoreo. Necesitábamos los resultados de 1997 a 2003, el período anterior a cuando se inauguró la mina. Nos respondieron, todo firmado por abogados, que solo nos podían dar de 2001 en adelante [...] Cuando lo fuimos a buscar nos dicen que solo nos podían dar la información de 2005 a 2010. Esa información la tenemos. Actualmente nos sirvió para comparar y [...] de ahí obtuvimos un promedio de mercurio, manganeso y el aluminio” (entrevista abierta a referente AJNST 4 —hombre—, 28/10/2017).

Frente a la falta de respuesta por parte de los organismos regulatorios de San Juan, este grupo consolidó su posicionamiento político independiente, así como su organización. En febrero de 2015, poco antes del inicio de la controversia se conformó la AJNST. Dicha asamblea se formó en lucha contra la instalación de una mina de uranio a cargo de Latin Uranium, proyecto que el Gobierno se vio obligado a anular en marzo de 2015.

Si identificamos los conocimientos aquí implicados, partimos de: i) un vasto conjunto de saberes de diversa índole movilizado por activistas y referentes de la lucha de Esquel; ii) una toma de posicionamiento político independiente de los discursos del Gobierno, posicionamiento que es un conocimiento en sí mismo; iii) en el proceso de organización, un desarrollo de conocimientos técnicos mediante la autoinstrucción colectiva, lo cual luego les permitió a los activistas asociarse al laboratorio de LAI-UNcuyo; iv) la producción de un conjunto importante de informes de calidad de aguas, accediendo a definiciones técnicas denegadas por el gobierno; v) el contacto con sectores del público hasta entonces pasivos, consolidando su proceso organizativo, que es un saber en sí mismo; vi) los informes producidos, que permitieron ampliar su foco de indagación hacia el agua, que se tornó un indicador para identificar impactos socioambientales; vii) los conocimientos implicados, relativos al territorio y la agricultura; viii) la habilitación de una concepción ambiental integrada, divergente de la del gobierno provincial; ix) la consolidación de una constitución recíproca entre organización política e indagaciones técnicas —en gran medida, esta forma político-epistémica fue un factor importante para que este agrupamiento político se abriera paso en un contexto político-económico muy adverso—; x) el posicionamiento frente al gobierno provincial mediante la demanda de información de diversa índole, otro posicionamiento político que es un conocimiento en sí mismo; xi) ante la negativa persistente del gobierno provincial a brindar información técnica, el robustecimiento de la caracterización del grupo sobre aquel y con ello su posición política —es decir, un saber emergente constituido técnica y políticamente—; xii) la base de la posterior conformación de la AJNST bajo una forma organizativa asamblearia, que también es un conocimiento en sí mismo; xiii) la posición de rechazo y resistencia a la actividad megaminera, que es otro saber político-técnico, fortalecida al punto de que fue un factor clave en la posterior conformación de la AJNST.

Respecto del riesgo, vemos que la noción elaborada por este grupo divergía notoriamente de la del gobierno provincial. La AJNST consideraba que el riesgo no era controlable, sino que se cernía sobre el medioambiente, la flora, la fauna y la vida humana en la región. Además, el gobierno provincial y los organismos regulatorios sanjuaninos eran vistos como partícipes en la génesis del riesgo. En este sentido, las concepciones de riesgo llevan (implícita o explícitamente) una definición sobre las relaciones sociales que hacen al riesgo en particular y se basan en mayor o menor medida en caracterizaciones político-epistémicas más generales del entramado social.

### 1.3. La intervención de la AJNST durante la primera etapa de la controversia

Pocas horas después de que la noticia del derrame de cianuro empezó a difundirse entre la población de Jáchal de manera extraoficial,<sup>16</sup> se formó una asamblea en la plaza central de la ciudad y se realizó una movilización hasta la residencia del Intendente para demandar información y definiciones acerca del riesgo de lo acontecido. Este se comunicó con las autoridades provinciales y propuso a los referentes más reconocidos de la AJNST que OSSE tomaría y analizaría muestras de agua de los ríos de la zona. Los referentes de la AJNST exigieron que LAI-UNCuyo, laboratorio con el que habían tomado y analizado muestras de agua en 2010-2011, también hiciera un análisis costado por el Estado. Esto fue aceptado por las autoridades (FARN, 2016).

Durante los días posteriores al derrame, Gioja intervino públicamente minimizando todo tipo de riesgo. Además, en distintas entrevistas televisivas trató el asunto como una “contingencia” (San Juan 8 TV, 14/09/015). El encuadre problemático (Gusfield, 2014 [1981]) de Gioja presentaba el derrame como un hecho puntual. Gioja fundamentó estas declaraciones, especialmente la negación de todo tipo de daño, en informes técnicos producidos tanto por laboratorios provinciales oficiales como privados, incluyendo estudios encargados por la empresa Barrick. Con esto asumía (voluntaria o involuntariamente) el carácter neutral de esos informes. Ninguno de los estudios mencionados por el gobernador se publicó de modo integral. Estos informes,<sup>17</sup> según Gioja, indicaban que no había contaminación ni se registraban valores de cianuro en las muestras. Así, el Gobernador operaba una cadena de equivalentes entre los datos inscriptos en los informes referentes a muestras de agua aisladas, como si estos representaran a la totalidad de los ríos de la zona. A la vez, daba a entender que la ausencia de cianuro libre implicaba nula contaminación y, por lo tanto, nulos riesgos socioambientales. En este sentido, el riesgo se restringía a la presencia de cianuro. Lejos de procurar la apertura de una controversia, Gioja se orientaba a evitarla.

83

Por su parte, las movilizaciones en rechazo a la megaminería y al Poder Ejecutivo provincial continuaron incrementándose (La Vaca, 22/09/2015). El gobernador modificó su posición y presentó una denuncia contra la empresa en la justicia provincial (Diario Huarpe, 15/09/2015). En este sentido introducía a un nuevo actor al asignarle parte de

<sup>16</sup> Ni el gobierno ni la empresa se pronunciaron sobre el derrame durante esas primeras horas. Cuando lo hicieron, indicaron que el monto vertido era de 15.000 litros. Días después la empresa sostuvo que ascendía a 224.000 litros. Posteriormente declaró que era de aproximadamente 1.000.000 de litros. Sin embargo, distintas versiones publicadas por la prensa consideran que la cifra ronda los 5.000.000 de litros (Parrilla, 06/11/2015). Si bien ni la empresa ni el gobierno provincial admitieron públicamente esta última versión, el activismo la avala como la más sólida, entre otras cosas porque documentos internos de Barrick también parecen respaldarla (Parrilla, 06/11/2015). También un estudio de la Secretaría de Ambiente la respalda sugiriendo que la empresa operó distintas manipulaciones y cambios sobre el terreno minero para tapar y minimizar el derrame y sus efectos (Parrilla, 30/03/2016).

<sup>17</sup> Una medición de OSSE hecha dos días después del derrame halló presencia de cianuro de 0,009 mg/l y 0,007 mg/l (La Vaca, 02/10/2015). Una magnitud que fue presentada en los medios de comunicación como aproximadamente diez veces menor que lo establecido por el Código Alimentario Argentino para la matriz de Agua Potable (0,1 mg/l) (La Vaca, 02/10/2015). Otra medición de OSSE, un día después del derrame, señaló que los valores registrados estaban por debajo del límite de detección del método usado. El resto de los estudios también arrojaron valores negativos de cianuro. Y nadie que los haya “resumido” oralmente hizo referencia a presencia de metales pesados.

la responsabilidad resolutive. Ello no significó que Gioja abandonase el conflicto. Por el contrario, en su orientación de cerrar el proceso, tuvo una gran cobertura mediática al señalar que un “informe de la ONU”<sup>18</sup> indicaba ausencia de contaminación (Tiempo de San Juan, 30/09/2015). Sin embargo, esto fue rectificado por técnicos a cargo del citado informe. Alegaron que no había información concluyente, dado que solo se habían relevado dos puntos sobre 121 totales (Editorial RN, 30/09/15). Cuando meses después este informe se publicó tuvo poca centralidad en el debate, en parte porque el período más álgido de la primera etapa ya había pasado. Además, si bien reportó un panorama general más ajustado al de Gioja, indicaba afección ambiental en las zonas más próximas a Veladero (UNOPS, 2016).

Aproximadamente dos semanas después del derrame, la AJNST presentó y difundió el análisis elaborado por LAI-UNCuyo en conferencia de prensa. Los criterios con que tematizaron estos informes no restringían la mención al cianuro, sino que también se refirieron a altas concentraciones de metales pesados, originadas por reacción con el cianuro. Este informe también contenía un análisis microbiológico, que indicó altas concentraciones de *escherichia coli*, lo cual incrementó las suspicacias sobre los procesos operativos en la mina, dado que posiblemente se descargaban aguas servidas en la pileta de lixiviación, violando la Ley N° 24.051 (“de Residuos Peligrosos”). Respecto del contenido del informe en cuanto a sustancias inorgánicas, véase la tabla a continuación:

84

**Tabla 1. Sustancias inorgánicas**

| Sustancia<br>(lugar de toma<br>de muestra) | Magnitud<br>medida<br>(mg/lt) | Promedio histórico<br>de referencia<br>(mg/lt). | Valores de referencia<br>normativas nacionales <sup>19</sup><br>(mg/lt). |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Manganeso<br>(Río La Palca)                | 1,48                          | 0,25                                            | BH=0,1 VA=0,1 IR=0,2 GA=s/r//<br>CAA=0,1                                 |
| Boro (Mogna)                               | 6                             | no registrado                                   | BH=1 VA=0,75 IR=0,5 GA=5//<br>CAA=2,4                                    |
| Cloruros (Mogna)                           | 740                           | no registrado                                   | CAA=350                                                                  |
| Sulfatos (Mogna)                           | 540                           | no registrado                                   | CAA=400                                                                  |
| Aluminio (Río<br>La Palca)                 | 70                            | 4                                               | BH=0,2 VA=0,005 IR=5 GA=5//<br>CAA=0,2                                   |
| Arsénico (Mogna)                           | 0,069                         | no registrado                                   | BH=0,05 VA=0,05 IR=0,1<br>GA=0,5// CAA=0,01                              |

Fuente: elaboración propia en base a resultados de Informe N° RCCI-9780, 30/09/2015, encargado por AJNST a LAI-UNCuyo. Reproducido en Fernández Rojas, 03/10/2015.

<sup>18</sup> Se trata de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) con la asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

<sup>19</sup> Se basan en: i) la Ley N° 24.051, Decreto 831/93, Anexo II, donde se refieren cuatro parámetros: Bebida Humana (BH), Vida acuática en agua dulce superficial (VA), Irrigación (IR), Ganado (GA); y ii) en su defecto, Ley N° 18.284, Código Alimentario Argentino (CAA), Capítulo XII, Artículo 982.

Este estudio fue utilizado en diversos planos por la AJNST: a nivel argumentativo indicaba que el derrame sí representaba un problema público por el registro de metales pesados (La Vaca, 02/10/2015) que, atravesando la cadena trófica, afectaban potencialmente a flora, fauna y vida humana en la región. A nivel resolutivo, justificaba el cierre de Veladero, la remediación del daño ambiental y la prohibición de la minería por lixiviación con cianuro. Sin embargo, estas demandas quedarían relegadas producto de la primacía del encuadre problemático del gobierno sobre el riesgo del derrame.

En respuesta a ello, Gioja convocó a una conferencia de prensa en la que cuestionó la validez del estudio movilizado por la AJNST al señalar que se trataba de un ataque a la provincia de San Juan consumado por agentes externos (el laboratorio de LAI-UNCuyo) e internos (el activismo de la AJNST) (La Voz, 06/10/2015). En este cariz, intimó a las autoridades de UNCuyo a rectificar el contenido del informe y se dispuso a demandar judicialmente a dos referentes de la AJNST, Saúl Zeballos y Domingo Jofré. Con ello, Gioja desplazó parcialmente el eje del conflicto: dado que la AJNST dejaba de ser una interlocutora para convertirse en “enemiga” de San Juan, el debate público basado en argumentos técnicos perdía cierta centralidad. No obstante, Gioja no abandonó totalmente el plano técnico. Por un lado, remarcó que otros informes daban un resultado distinto al de LAI-UNCuyo. Por otro lado, alegó que las altas concentraciones de metales pesados eran históricamente características de los ríos de la zona y no se debían al derrame. Con ello Gioja intentaba anular toda problematización más allá del cianuro y a la vez conducía el debate técnico a un terreno de indefinición pública y un empañamiento, dado que las líneas de base<sup>20</sup> que permitían conocer el estado de los ríos en tiempos previos a Veladero no eran entonces accesibles. Cuando meses después Robert Moran —hidrogeólogo de reconocimiento internacional contratado por la AJNST— las analizó, sostuvo que estaban mal confeccionados y carecían de valor como referencia (Moran, 12/04/2016).

85

Hacia mediados de octubre, la AJNST presentó en conferencia de prensa un nuevo informe de un laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), también con sede en Mendoza. El informe, basado en muestras tomadas en el dique Pachimoco, a seis kilómetros de la ciudad de Jáchal, halló niveles de cianuro que superaban los máximos aptos para la vida acuática. Detectó 0,08 mg/L de cianuro (siendo 0,005 mg/L el valor máximo de referencia). Junto a ello, la AJNST presentó informes realizados en años previos al derrame que registraban 0,04 mg/L de cianuro (NALM, 25/10/2015), por lo que había duplicación de dicha sustancia respecto de la etapa previa. Respecto de ello un referente de la AJNST señaló: “Estos niveles ponen en riesgo evidente los ecosistemas que dan el equilibrio necesario para la vida humana [...] Esto agrava la crisis denunciada por muchos chacareros de Jáchal...” (NALM, 25/10/2015). En esta intervención, que muestra la vinculación entre la AJNST y productores agrícolas de la región, se pone nuevamente de manifiesto la concepción ambiental sostenida por la Asamblea. El foco epistémico sobre el agua servía a los fines de ponderar potenciales

<sup>20</sup> Las líneas de base se realizan antes del inicio de cualquier emprendimiento que pudiera generar impactos socioambientales. Constituyen un parámetro comparativo con otros estudios posteriores al inicio del emprendimiento.

impactos en el objeto central de su encuadre problemático: la amenaza a la vida en la región y la incompatibilidad de la megaminería con esta.

Aquí vale una observación importante: los informes de calidad de agua solo evidenciaban indirecta y potencialmente los impactos sobre el objeto central del encuadre problemático de la AJNST. Dado que en esta etapa se basó exclusivamente en estos informes, ello podría haber conducido a restringir considerablemente su encuadre problemático. Sin embargo, lejos de adaptarse a los marcadores estandarizados de los informes disponibles, identificó y demandó públicamente la realización de otro tipo de estudios más adecuados a su enfoque. Por ejemplo, análisis de sangre y tejidos en la población de la región que pudieran identificar daños efectivos (Unidiversidad, 30/01/2016). Esto es otra muestra del alcance de una independencia socioepistémica y de problematización por parte de la AJNST.

Cabe destacar otras dos formas de conocimiento que fueron claves en el encuadre de la AJNST y en su independencia socioepistémica: su posición política independiente y su identificación con elementos de la naturaleza, como ríos, piedras y cerros de la región, y con el carácter de las poblaciones originarias Capayán y Yacampi. Esto es visible en el “Manifiesto jachallero (Grito Yarco)” (AJNST, 2015). Este conocimiento contribuyó a construir una concepción particular de la relación medioambiente-sociedad y, mediante ello, de criterios de producción y uso de los informes técnicos independientes del gobierno provincial.

86

Retomando la narración factual, otro actor relevante en esta etapa de la controversia fue el juez letrado de Jáchal, Pablo Oritja. Más allá de indagaciones y resoluciones específicas, este juez tuvo un encuadre considerablemente confluyente con el de Gioja. Procesó a nueve empleados de jerarquías intermedias al considerar que el derrame se debió a un hecho accidental combinado con una negligencia. En este punto también encuadraba al evento en su particularidad, no en los aspectos generales de problematización que este podría abrir (Layna, 2023). Otra confluencia con Gioja consistió en que, en la mayoría de sus intervenciones públicas (salvo excepciones), el juez se refirió al derrame focalizándose en el cianuro (Layna, 2023). Por otro lado, más allá de una inspección presencial y el encargo de un informe a un ingeniero especialista en el área, Oritja se basó en lo sustancial en informes también movilizados por el gobernador (estudios de OSSE, UCACuyo, Policía Minera y UNSJ, e informes provistos por Barrick).

Respecto de la AJNST, este juez negó jurídicamente su entidad como organización, dado que no la aceptó en tanto tal como parte querellante. Tiempo después, Oritja ordenó el desalojo de un corte que distintos activistas de la AJNST habían establecido en el camino de acceso a Veladero a finales de octubre (Infobae, 22/10/2015), negando con ello una medida importante para viabilizar sus reclamos y encuadre en el proceso de conflicto.

En cuanto al funcionamiento de Veladero, Oritja inicialmente suspendió las operaciones de la pileta de lixiviación por cinco días y extendió la suspensión

basándose en el informe del Ingeniero especialista en minas (Juzgado Letrado de Jáchal, 21/09/2015). Barrick apeló inmediatamente a esta medida y Oritja la dejó sin efecto antes de que interrumpiese el resto de las operaciones de Veladero. Con ello, también en confluencia con Gioja, estabilizaba el encuadre de que no había riesgo socioambiental efectivo.

Los conocimientos movilizados por parte de la AJNST durante esta etapa de la controversia son los siguientes: i) su desarrollo político le permitió intervenir inmediatamente después del derrame con una perspectiva política-epistémica independiente a la del gobierno provincial; ii) frente al encuadre de Gioja, definieron y tematizaron problemas, riesgos e impactos socioambientales mediante movilizaciones y la presentación de informes técnicos; iii) en continuidad con la etapa anterior, esto implicó un modo de organización asambleario y abierto; iv) también implicó una forma comunicativa abierta, lo que es visible en la publicación de los informes técnicos encargados: en gran medida, la forma organizativa y la comunicacional estaban vinculadas a la necesidad de superar el bloqueo de los principales medios de comunicación de la provincia de San Juan y de interpelar a amplios sectores poblacionales a tomar una posición activa; v) los informes técnicos (especialmente el de LAI-UNCuyo) fueron utilizados en distintos planos. En cuanto al plano conceptual (Gusfield, 2014 [1981]), tematizó la presencia de cianuro en algunas muestras, pero principalmente las altas concentraciones de metales pesados, asunto inicialmente omitido y luego negado por Gioja; vi) en el plano retórico (Gusfield, 2014 [1981]), la AJNST alertó sobre riesgos potenciales e impactos efectivos y remarcó la falta de transparencia del gobierno provincial, exhortando a la población a tomar un rol políticamente activo; vii) en el plano dramático (Gusfield, 2014 [1981]), la AJNST se presentó a sí misma como una organización abierta, independiente y transparente, apuntada a la defensa del medioambiente, del agua, de los bienes comunes propios del territorio, de la salud poblacional y del bienestar de las futuras generaciones; viii) por otro lado, se identificó con culturas originarias de la región; ix) también se identificó con distintos elementos de la naturaleza propios de la región; x) todos los puntos anteriores permitieron a la AJNST construir una concepción de la relación sociedad-medioambiente integrada: esta concepción fue un elemento clave en sus criterios de encargo y tematización de informes técnicos; xi) esta concepción sirvió para identificar qué informes sería más adecuado para respaldar sus posiciones; xii) esta concepción sociedad-medioambiente también fue clave en la conformación de su encuadre problemático; y xiii) en la definición de su reclamo más estructural: el cierre de Veladero, la remediación de las zonas afectadas y la prohibición de la actividad megaminera.

87

En cuanto a la tematización del riesgo, la AJNST postuló, por un lado, que este ya se había efectivizado en impactos ambientales concretos como la contaminación de ríos de la zona con metales pesados y, por otro lado, que ciertos riesgos potenciales se hacían muy palpables: la afección de flora, fauna, salud humana y producción en la región. Por ello, la AJNST tematizaba la necesidad de realizar otro tipo de estudios y de difundir información de modo transparente. Esto se basaba en su caracterización del gobierno provincial como encubridor de los impactos y riesgos. Así, habiéndose sustanciado el cuadro temido en la etapa precedente, la AJNST interpeló a la población a tomar un

papel político-epistémico activo en el conflicto. Nuevamente, es visible que la definición de riesgo socioambiental (en este caso, su sustanciación en impactos efectivos) implicó ciertas representaciones de las relaciones sociales, políticas y económicas, así como la atribución de roles para lo que según su encuadre era necesario realizar.

Antes de iniciar la discusión, es necesario hacer un breve comentario sobre la evolución posterior de la controversia. Esta tuvo un cambio entre febrero y principios de mayo de 2016, cuando se tematizaron públicamente distintos estudios encargados en la instrucción de un proceso judicial con el mismo objeto que el de Oritja, pero a cargo del Juzgado Federal N° 7 (Layna, 2023). El más destacable de los informes presentados en esta etapa es de Robert Moran, quien tuvo amplia cobertura mediática (incluso entrevistas en los principales periódicos nacionales). En sus intervenciones señaló distintos problemas que cuestionaban la viabilidad de la megaminería: el paulatino agotamiento del recurso hídrico en la región, la contaminación progresiva por filtración de metales pesados, el drenaje ácido, la falta de información transparente por parte de la empresa y el gobierno, entre otros. En gran medida confluente con la AJNST, esta intervención respaldó y robusteció su encuadre problemático. En esta etapa, además, el gobierno provincial y la empresa perdieron centralidad epistémica, presencia mediática y primacía en la definición del eje de problematización (Layna, 2023).

No obstante, por resolución de la Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN), el proceso judicial sobre el evento del derrame y la responsabilidad de la empresa quedaría en manos del Oritja (CSJN, 05/05/2016). El conflicto prosiguió con diversos logros y retrocesos para la AJNST, pero la dinámica de la controversia en torno al derrame<sup>21</sup> tuvo características similares a las de la primera etapa, analizada en este apartado. La controversia volvió a desarrollarse dentro del ámbito provincial, bajo la administración de las mismas instituciones y con la difusión predominante de medios sanjuaninos. Se centró en informes de calidad de muestras aisladas de agua (nunca se realizaron análisis sistemáticos en sangre y tejidos de pobladores de la región), que, si bien marcaron concentraciones cada vez más altas de mercurio y otros metales, continuaron siendo negados por las autoridades provinciales y la empresa bajo el argumento de que eran propios de los ríos de la región.

## 2. Discusión

### 2.1. Sobre el carácter recíprocamente constitutivo entre conocimientos científicos y no formalmente científicos

Respecto del plano analítico, y considerando las particularidades de nuestro caso, cabe afirmar que una perspectiva demarcacionista-proposicionalista nos hubiera

<sup>21</sup> No incluimos aquí la controversia en torno a los criterios de registro de cuerpos de hielo en el Inventario Nacional de Glaciares (ING), a cargo del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA). Esta controversia se deriva de la aquí analizada, pero debe ser abordada separadamente.

impedido comprender la dinámica de conformación de los conocimientos científicos producidos y utilizados en el ámbito público. Esto se debe a la linealidad con la que esa perspectiva esquematiza la producción y el uso del conocimiento. En el proceso analizado, los conocimientos científicos y los no formalmente científicos están mutuamente constituidos, no tienen modo de separarse. Por lo tanto, el presente caso indica que no sólo es incorrecto postular la superioridad del conocimiento científico, sino también su carácter independiente o radicalmente heterogéneo del resto de los saberes. No hay tal punto de discontinuidad. Otro problema de esta perspectiva es que nos hubiera impedido comprender la conformación de los encuadres problemáticos científicamente basados. Discursos que cada sujeto social produce y tematiza para definir y resolver aquello que considera problemático. Por ejemplo: la conformación de un agrupamiento político altamente tecnificado como la AJNST, con los diversos planteos que esta moviliza, no podría ser comprensible separando su forma y desarrollo político del aspecto técnico. La condición de existencia del cariz técnico era el desarrollo político y viceversa.

Por otro lado, en el plano político, el demarcacionismo-proposicionalismo es considerablemente consistente y compatible con la exclusión del activismo no experto de las instancias de delimitación y resolución de problemas públicos de base técnica. Exclusión no poco frecuente tanto en países centrales como periféricos (Arancibia, 2012; Fischer, 2005; Jasanoff, 2003; Leach, Scoones & Wynne, 2005; Muralidhar, 2005; Visvanathan, 2005; Wynne, 2003). Nuestro caso de estudio no es una excepción, dado que se aprecia la exclusión del activismo no experto en la problematización pública predominante. Aquí una noción demarcacionista es apreciable como base argumental que subyace a las intervenciones del gobierno provincial. Esto se da, por un lado, al ponderar todo saber no experto como inválido, así como, en su reverso, al impugnar la validez de los saberes científicos movilizados por la AJNST producto de ser encargados bajo un sesgo político, supuestamente “extracientífico”.

89

## 2.2. Sobre la concepción del riesgo

Respecto de la cuestión del riesgo, nuestro caso muestra que aquello tematizado como riesgoso no fue un objeto externo a la acción de los sujetos en conflicto, sino construido socialmente de modo diverso por estos; también que las divergencias apreciables eran las relativas a los distintos encuadres problemáticos. Esto es clave. En este punto, en parcial confluencia con Beck (1998 [1986]), nuestro caso muestra que el desarrollo de la AJNST expresa claramente una ruptura del monopolio de la racionalidad científica en la definición del riesgo y una desmonopolización de la pretendida “verdad” neutral de los informes. Pero ello no se dio por la intervención de un activismo capaz de encargar y tematizar informes técnicos en el ámbito público, sino que lo central fue la capacidad para elaborar encuadres problemáticos. Encuadres recíprocamente constituidos con su desarrollo político-organizativo, con los conocimientos científicos movilizados y con otra vasta diversidad de saberes.

En este marco, la información científica adquirió un sentido específico. Reconociendo el enorme valor del planteo de Beck y sin dejar de atender a tendencias globales que el autor marca, pareciera necesario centrar aún más el foco de análisis en el proceso particular de cómo cada sujeto social construye el riesgo en el plano socioepistémico y político. De lo contrario, no se podría entender cómo en conflictos en torno a emprendimientos megamineros similares se tematizan distintas concepciones del riesgo y se tienen distintos resultados. Esto, a su vez, nos permite complementar la noción de Beck (1998 [1986]) sobre la organización del activismo afectado por riesgos en base a la “solidaridad del miedo”. Si bien es un señalamiento innegable en términos genéricos, en cada caso ello puede sustanciarse de un modo particular. En nuestro caso, la corporización del colectivo de activistas implicó una trayectoria política común, modos específicos de organización política, modos discursivos (conceptuales, retóricos, dramáticos), y también su identificación con la región que habitan, y que es anclaje de valores culturales y elementos simbólicos.

Una comprensión del riesgo más focalizada en sus aspectos objetivos tiende a obstaculizar el análisis de diversas cuestiones: i) el proceso de construcción de lo que se tematiza como riesgoso; ii) las posiciones de los sujetos sociales que definen de modo predominante el riesgo (sujetos que detentan una cierta hegemonía política, económica y socioepistémica); iii) también contribuye a anular el análisis de la constitución y estabilización recíproca de los conocimientos científicos con el propio riesgo que está en proceso de conformación —con ello empobrece la comprensión de ambos aspectos—; y iv) obstaculiza el abordaje de la cuestión performativa en dimensiones más amplias que, tal como señala Verran (2001), incluyen proyecciones implícitas de las relaciones sociales, los modos culturales de concebir la existencia de elementos siconaturales.

Es interesante apreciar que, en el plano político, una concepción “objetivista” del riesgo es confluyente con la elisión, descrédito y/u obturación de las representaciones del riesgo sostenidas por parte del activismo no experto (Leach, Scoones y Wynne, 2005). Este aparece expropiado de la capacidad de definir aquello que se asume como riesgoso, lo cual a la vez representa un obstáculo a la hora de intervenir en su resolución. Esto adquiere más importancia si consideramos que, en nuestro caso y también en otras regiones periféricas, este público suele ser afectado por emprendimientos extractivistas y transnacionales altamente concentrados, lo cual implica un notable incremento de las asimetrías socioepistémicas (Layna, 2023).

### 2.3. Sobre la noción de ciudadanía y del activismo no experto

Hemos señalado que la noción de ciudadanía, muy confluyente con el demarcacionismo-proposicionalismo, es solidaria de una concepción pasiva de los sujetos sociales, presentándolos como carentes e incapaces de producir conocimientos científicos. En claro contraste con ello, nuestro caso muestra un público inicialmente falto de *expertise*, pero capaz de desarrollar criterios independientes de producción y uso de informes y de definición de encuadres problemáticos sobre el riesgo. De habernos

basado en una perspectiva demarcacionista-proposicionalista y en la noción de ciudadanía vinculada a ella, esta trayectoria hubiera quedado parcial o totalmente elidida del análisis. Esto, a su vez, nos habría conducido a desatender a la génesis y el desarrollo de elementos nodales para comprender la controversia y la relación entre conocimientos científicos y otro tipo de saberes y discursos.

En base a nuestro caso, cabe hacer algunas precisiones de aspectos analíticos y variables relevantes a la hora de conceptualizar la ciudadanía:

- i. Consideramos que es insoslayable la dimensión cultural-comunitaria que permite concebir a los saberes tradicionales y locales arraigados como elementos nodales en la dinámica de producción de todo nuevo conocimiento científico (Wynne, 1992), hasta el punto de que en nuestro caso es factible hablar de una “racionalidad cultural” que enmarca y reorienta la producción de conocimientos científicos (Fischer, 2005).
- ii. Pero esta dimensión no agota el asunto: es imprescindible apreciar las relaciones políticas que son a la vez un marco de condiciones y el necesario “canal” organizativo mediante el cual el público no experto despliega su trayectoria socioepistémica. Nuestro caso nos indica que la dimensión política incluye y excede cuestiones relativas a las de identidades en permanente cambio producto de las prácticas subjetivas en torno a relaciones de poder (Jasanoff, 2004; Laclau & Mouffe, 1985), dado que las formas organizativas adquirieron una fisonomía estabilizada, parcialmente comprensible por las prácticas subjetivas, pero también por relaciones sociales y económicas altamente sedimentadas.
- iii. Por último, dado el carácter profundamente conflictivo de nuestro caso, debemos considerar que la conceptualización de la ciudadanía también debe incluir, pero excede a las cuestiones focalizadas en el diálogo relativo a las normas y pautas institucionales (Collins & Evans, 2002; Fischer, 2005; Marres, 2018; Montesi, 2022). Esto se debe a que, en nuestro caso, estas condiciones de diálogo se encuentran anuladas o están profundamente trastocadas.

91

## Conclusiones

En primer lugar, nuestro caso muestra que los conocimientos científicos y no-formalmente-científicos están recíprocamente constituidos. Por ello al principio del escrito preferimos este término antes que “conocimiento lego” y “conocimiento no científico”. El que utilizamos tiene la ventaja de evitar el sustancialismo en mayor medida, sin embargo, es aún indeterminado por centrarse en una definición negativa. Es una cuenta pendiente delinear un término más preciso.

En segundo lugar, este artículo también permite apreciar que el desarrollo de los conocimientos implicados envuelve las cuestiones del riesgo y de la acción del público no experto. Por su parte, los esquemas teóricos predominantes sobre el conocimiento científico, el riesgo y el público no experto (concebido como parte de la “ciudadanía”) tienden a converger con las orientaciones políticas hegemónicas. Este caso muestra que la exclusión del público no experto a la hora de definir asuntos públicos se basa en posiciones de poder altamente sedimentadas y que, a la vez, esta exclusión es muy consistente con una perspectiva analítica demarcacionista-proposicionalista, con una noción “objetivista” del riesgo y con una representación pasiva e ignorante del público no experto. En relación con ello, caben tres observaciones:

- i. Es llamativo que la cuestión del poder aún permanezca poco tratada en el análisis de la relación entre conocimientos científicos y no formalmente científicos. La necesidad de abordar esta relación es señalada desde hace décadas por diferentes exponentes del campo CTS (véanse Callon *et al.*, 2001; Irwin & Wynne, 1996; Jasanoff, 2004). Sin embargo, sigue sin saldarse de modo sistemático. No hay un tratamiento pormenorizado de la relación entre conocimientos científicos y no formalmente científicos que integre las elaboraciones teóricas de otros campos de las ciencias sociales sobre el ejercicio del poder y la subsunción de ciertos sujetos en procesos económicos y políticos.
- ii. También sorprende que diversos trabajos persistan con la necesidad de un diálogo entre el personal científico y/o estatal-regulatorio y el activismo no experto como vía de solución a la confrontación entre estos sujetos sociales (Collins & Evans, 2002; Fischer, 2005; Marres, 2018; Montesi, 2022). En los planteos recién citados, el asunto es caracterizado primordialmente como un problema comunicativo. Nuestro caso, por el contrario, muestra el carácter eminentemente conflictivo del proceso que suscita la producción y uso social de conocimientos. Otros casos, tanto en regiones periféricas como centrales, también muestran procesos de conflicto (Arancibia, 2012; Epstein, 1995; Muralidhar, 2005; Visvanathan, 2005; Wynne, 1992). En estos casos, las instancias de diálogo solo son comprensibles como parte del conflicto. El conflicto es una forma que no debería ser descartada *a priori* en caso de estudio alguno. Para captarlo, es necesario no solo integrar los desarrollos de otros campos de las ciencias sociales, sino dar crédito a que incluso las sociedades “centrales” con instituciones que “funcionan adecuadamente” pueden estar erguidas en contradicciones sociales inconciliables. Más allá de las variaciones entre centro y periferia, en ambas regiones los procesos parecieran constituirse primordialmente en torno a la matriz económica, al sistema político y a las relaciones socioepistémicas.
- iii. Ante la confluencia entre prácticas de gobierno y posiciones analíticas mencionadas en el punto anterior, cabe destacar que convergencias similares entre teoría y política fueron y son abordadas desde hace más de un siglo por

diversos autores en diferentes términos (Galis & Hanson, 2012; Löwy, 2000; Lukacs, 1969 [1923]; Marcuse, 1984 [1941]; Marx, 2009 [1867-1883]; Rose & Rose, 1976). Aquí dos cuestiones son de interés. Al tener en cuenta en nuestro caso la confluencia entre teoría y política, apreciamos que una contribuyó a robustecer la comprensión de la otra y viceversa. Esto es importante considerando que, para el juicio académico (aún) estándar, la teoría y la política aparecen como radicalmente heterogéneas. En trabajos posteriores podrá ser útil tomar como objeto de análisis esta confluencia entre esquemas teóricos y políticos. Pero ahora, a la luz de la historicidad del asunto, cabría dejar planteada una pregunta al interior del campo CTS: ¿por qué, a pesar de haber sido tan analizados, los polos de esta confluencia perduran con una heterogeneidad tan férrea en las ideas de los propios analistas del campo?

### **Declaración de uso de IA**

Este artículo ha sido elaborado sin recurrir al uso de herramientas de inteligencia artificial.

### **Bibliografía**

93

Arancibia, Florencia (2012). Las palabras y 'las sojas': un enfoque desde la sociología de la ciencia y la tecnología. Apuntes de investigación del CECYP, (22). Recuperado de: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-98142012000200006](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-98142012000200006).

Beck, Ulrich (1998 [1986]). La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad. Barcelona: Paidós.

Boccardi, Facundo, Giovannini, Silvana, Orellana Mauro & Rocchietti, Dolores (2008). El sueño minero: un análisis de la narrativa utópica del desarrollo. Perspectivas de la comunicación, 1(1), 56-72. Recuperado de: <https://www.perspectivasdelacomunicacion.cl/index.php/perspectivas/article/view/10>.

Botaro, Lorena (2015). La expansión de la megaminería en Argentina. Consolidación de un mineralo-Estado en la provincia de San Juan. Revista Economía, 67(105), 59-73. DOI: <https://doi.org/10.29166/economia.v67i105.1986>.

Callon Michel, Lascoumes, Pierre & Barthe, Yannick (2009 [2001]). Acting in an Uncertain World. An Essay on Technical Democracy. Cambridge: The MIT Press.

Casas, José Nicanor (2015). Estructura social y concepción del mundo en clases subalternas. Producción material y simbólica del mundo en dos pueblos rurales de

Jáchal, provincia de San Juan: creencias sobrenaturales, memoria e identidad popular [Tesis de doctorado]. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de: <https://bdigital.uncu.edu.ar/7408>.

Christel, Lucas (2020). Resistencias sociales y legislaciones mineras en las provincias argentinas. Los casos de Mendoza, Córdoba, Catamarca y San Juan (2003-2009). *Política y Gobierno*, 27(1), 1-22. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/345777373\\_Resistencias\\_sociales\\_y\\_legislaciones\\_mineras\\_en\\_las\\_provincias\\_argentinas\\_Los\\_casos\\_de\\_Mendoza\\_Cordoba\\_Catamarca\\_y\\_San\\_Juan\\_2003-2009](https://www.researchgate.net/publication/345777373_Resistencias_sociales_y_legislaciones_mineras_en_las_provincias_argentinas_Los_casos_de_Mendoza_Cordoba_Catamarca_y_San_Juan_2003-2009).

Collins, Harry & Evans, Robert (2002). The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. *Social Studies of Science*, 32(2), 235-296. Londres: Sage Publications. DOI: <https://doi.org/10.1177/0306312702032002003>.

Epstein, Steven (1995). The Construction of Lay Expertise: AIDS Activism and the Forging of Credibility in the Reform of Clinical Trials. *Science, Technology, & Human Values*, 20(4), 408-437. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/689868>.

Fischer, Frank (2005). Are scientists irrational? Risk assessment in practical reason. En Melissa Leach, Ian Scoones and Brian Wynne (Eds.), *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement. Claiming Citizenship: Rights, Participation and Accountability Series* (54-65). Londres: Zed Books. DOI: <https://doi.org/10.5040/9781350222458.ch-004>.

94

Funtowicz, Silvio & Ravetz, Jerome (2000 [1993]). *Ciencia Posnormal. Ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria.

Galis, Vasilis & Hansson, Anders (2012). Partisan Scholarship in Technoscientific Controversies: Reflections on Research Experience. *Science as Culture*, 3(21), 335-364. DOI: <https://doi.org/10.1080/09505431.2011.644783>.

Giovannini, Silvana, Orellana, Mauro, Rocchietti, Dolores & Vega, Angélica (2009). La construcción de San Juan como capital nacional de la minería: el concierto de voces entre el Estado y los medios de comunicación. En Maristella Svampa & Mirta Antonelli (Eds.), *Minería transnacional, narrativas del desarrollo y resistencias sociales*. Buenos Aires: Biblos.

Gómez Lende, Sebastián (2017). Minería metálica y acumulación por desposesión en Argentina. Categorías de análisis y ejemplos empíricos. *RevIISE*, 10(10), 219-241. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/37028/174-884-1-PB.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

Gusfield, Joseph (2014 [1981]). *La cultura de los problemas públicos: el mito del conductor alcoholizado versus la sociedad inocente*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores. Gutman, Nicolás (2013). *Argentina en la frontera minera*. Buenos Aires: Ediciones del Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini & CEMOP.

Irwin, Alan & Wynne, Brian (1996). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jasanoff, Sheila (2003). Breaking the Waves in Science Studies. *Social Studies of Science*, 33(3), 389-400. DOI: <https://doi.org/10.1177/03063127030333004>.

Jasanoff, Sheila (2004). *States of Knowledge. The Co-Production of Science and the Social Order*. Londres: Routledge.

Laclau, Ernesto & Mouffe, Chantal (1985). *Hegemony and Socialist Strategy: Towards a Radical Democratic Politics*. Londres: Versot.

Layna, Juan (2023). Una producción recíproca entre conocimientos científicos y Estado. La controversia sociotécnica sobre contaminación de aguas con cianuro en la mina Veladero, San Juan, en tanto problema público históricamente conformado (2003-2019) [Tesis de doctorado]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Leach, Melissa, Scoones, Ian & Wynne, Brian (2005). Introduction: science, citizenship and globalization. En Melissa Leach, Ian Scoones & Brian Wynne (Eds.), *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement. Claiming Citizenship: Rights, Participation and Accountability Series (3-14)*. Londres: Zed Books. DOI: <https://doi.org/10.5040/9781350222458.CH-001>.

95

Löwy, Michael (2000). *¿Qué es la sociología del conocimiento?* México: Fontamara.

Lukács, György (1969 [1923]). *Historia y conciencia de clase. Estudios de dialéctica marxista*. México: Grijalbo.

Marcuse, Herbert (1984 [1941]). *Razón y Revolución. Hegel y el surgimiento de la teoría social*. Madrid: Alianza.

Marres, Noortje (2018). Why We Can't Have Our Facts Back. *Engaging Science, Technology, and Society*, 4, 423-443. DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2018.188>.

Marx, Karl (2018 [1844]). *Sobre la cuestión judía*. Biblioteca Libre Omegalfa.

Marx, Karl (2009 [1867-1883]). *El Capital*. Tomo I, II y III. Buenos Aires: Editorial Siglo XXI.

Montesi, Laura (2022). Intercambio de conocimientos científicos y legos: un diálogo urgente para comprender y actuar ante la diabetes. *Entre Diversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(1), 223-246. DOI: <https://doi.org/10.31644/ED.V9.N1.2022.A09>.

Muralidhar, Venkiteswaran (2005). Demystifying occupational and environmental health: experiences from India. En Melissa Leach, Ian Scoones & Brian Wynne

(Eds.), *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement. Claiming Citizenship: Rights, Participation and Accountability Series* (130-141). Londres: Zed Books. DOI: <http://www.doi.org/10.5040/9781350222458.ch-009>.

Rabeharisoa, Vololona & Callon, Michel (2004). The involvement of patients in research activities supported by the French Muscular Dystrophy Association. En Sheila Jasanoff (Ed.), *States of Knowledge: The Co-Production of Science and Social Order* (142-160). Routledge.

Rose, Hilary & Rose, Steven (1976). *The Political Economy of Science: Ideology of/in the Natural Sciences*. Londres: Macmillan.

Sacher, William (2010). El modelo minero canadiense: saqueo e impunidad institucionalizados. *Acta Sociológica del Centro de Estudios Sociológicos*, (54), 49-67. DOI: <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484938e.2011.54.25669>.

Svampa, Maristella y Viale, Enrique (2014). *Maldesarrollo. La Argentina del extractivismo y el despojo*. Buenos Aires: Katz Editores.

Verran, Helen (2001). Re-imagining land ownership in Australia. *Postcolonial Studies*, 1(2), 237-254. DOI: <https://doi.org/10.1080/13688799890165>.

96 Visvanathan, Shiv (2005). Knowledge, justice and democracy. En Melissa Leach, Ian Scoones & Brian Wynne (Eds.), *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement. Claiming Citizenship: Rights, Participation and Accountability Series*. Londres: Zed Books. Recuperado de: [https://www.academia.edu/1976016/6\\_Knowledge\\_justice\\_and\\_democracy](https://www.academia.edu/1976016/6_Knowledge_justice_and_democracy).

Wynne, Brian (1992). Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science. *Public Understanding of Science*, 1(3), 281-304. DOI: <http://www.doi.org/10.1088/0963-6625/1/3/004>.

Wynne, Brian (2003). Seasick on the Third Wave? Subverting the Hegemony of Propositionalism. *Social Studies of Science*, 33(3), 401-417. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/3183124>.

Wynne, Brian (2005). Risk as globalizing 'democratic' discourse? Framing subjects and citizens. En Melissa Leach, Ian Scoones & Brian Wynne (Eds.), *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement. Claiming Citizenship: Rights, Participation and Accountability Series* (66-68). Londres: Zed Books. Recuperado de: <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/77037544.pdf>.

## Artículos y extractos fílmicos y periodísticos

Diario Huarpe (15/09/2015). Denuncian a Barrick y piden que tres comunidades no tomen agua. Recuperado de: <http://www.diariohuarpe.com/actualidad/politica/gobierno-decidió-dar-curso-a-una-denuncia-penal-contrabarrick/>. Consultado el 20/09/2015.

Editorial RN (30/09/15) (UNOPS-PNUMA). Estudio sobre la calidad del agua en el área de influencia de la mina Veladero. Recuperado de: [http://www.editorialrn.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3470:estudio-sobre-la-calidad-del-agua-en-el-area-de-influencia-de-la-mina-veladero&catid=14:nacional&Itemid=616](http://www.editorialrn.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=3470:estudio-sobre-la-calidad-del-agua-en-el-area-de-influencia-de-la-mina-veladero&catid=14:nacional&Itemid=616). Consultado el 20/08/2018.

Fernández Rojas, Jorge (03/10/2015). El derrame de la Barrick envenenó el agua de Jáchal. Recuperado de: <https://www.unidiversidad.com.ar/el-derrame-de-la-barrick-enveneno-el-agua-de-jachal>. Consultado el 06/05/2016.

La Vaca (02/10/2015). El cianuro, Barrick, la ONU y San Juan: los informes de la polémica. Recuperado de: <https://lavaca.org/notas/el-cianuro-barrick-la-onu-y-san-juan-los-informes-de-la-polemica/>. Consultado el 06/07/2017.

La Vaca (22/09/2015). El legado de Barrick. Recuperado de: <https://www.lavaca.org/notas/el-legado-de-barrick>. Consultado el 18/08/2019.

La Voz (06/10/2015). Gioja, molesto con el informe de la UNCuyo tras el derrame de cianuro de la Barrick Gold. Recuperado de: <http://www.lavoz.com.ar/politica/gioja-molesto-con-el-informe-de-la-uncuyo-tras-el-derrame-de-cianuro-de-la-barrick-gold>. Consultado el 10/05/2017.

No A La Mina (NALM) (25/10/2015). Tras el derrame de Barrick, universidad detectó cianuro en un dique a 6 km de Jáchal. Recuperado de: <https://noalamina.org/argentina/san-juan/item/14707-tras-el-derrame-de-barrick-universidad-detecto-cianuro-en-un-dique-a-6-km-de-jachal>. Consultado el 20/08/2018.

Parrilla, Juan (06/11/2015). Una desmentida de Barrick Gold genera confusión sobre la dimensión real del derrame. Recuperado de: <https://www.infobae.com/2015/11/06/1767929-una-desmentida-barrick-gold-genera-confusion-la-dimension-real-del-derrame/>. Consultado el 19/05/2016.

Parrilla, Juan (30/03/2016). Una pericia concluyó que el volumen de cianuro derramado por Barrick Gold 'sería mucho mayor'. Recuperado de: <https://www.infobae.com/2016/03/30/1800540-una-pericia-concluyo-que-el-volumen-cianuro-derramado-barrick-gold-seria-mucho-mayor/>. Consultado el 19/05/2016.

San Juan 8 TV (14/09/2015). El gobernador habló sobre los rumores de contaminación en Veladero. Recuperado de: <https://www.sanjuan8.com/san-juan/el-gobernador-hablo-los-rumores-contaminacion-veladero-n1043082.htm>. Consultado el 27/06/2017.

Tiempo de San Juan (30/09/2015). Veladero: el informe de la UNOPS concluyó que no hay contaminación. Recuperado de: <https://www.tiempodesanjuan.com/economia/2015/9/30/veladero-informe-unops-concluyo-contaminacion-105748.html>. Consultado el 20/08/2018.

Unidiversidad (30/01/2016) Contaminación: Jáchal en alerta por un análisis de sangre. Recuperado de: <https://www.unidiversidad.com.ar/contaminacion-vecinos-de-jachal-alertados-por-un-analisis-de-sangre>. Consultado el 20/08/2018.

### **Documentos científicos, judiciales, legales y estadísticos**

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina INDEC (2001). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. Buenos Aires.

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina INDEC (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires.

98 Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN). Competencia CSJ 4861/2015/CS1. Buenos Aires, 5 de mayo de 2016.

Juzgado Letrado de Jáchal. Poder Judicial de San Juan. Cédula de notificación del Dr. Pablo Oritja. Autos 38803. Jáchal, 21 de septiembre de 2015.

Comisión de ambiente y desarrollo sustentable. Audiencia pública en el Senado de la Nación. Informe de Robert Moran. Buenos Aires, 12/04/2016.

Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS). Estudio sobre la calidad de los cuerpos de agua en el área de influencia de la Mina Veladero, posterior al incidente ambiental del 13/09/15 (ECCA Veladero). ONU, 2016.

República Argentina. Ley N° 18.284.

República Argentina. Ley N° 24.051.

República Argentina. Ley N° 26.639.

República Argentina. Ley N° 26.675.

Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ingeniería Laboratorio de Análisis Instrumental (LAI) (30/09/2015). Informe N° RCCI-9780.

Universidad Tecnológica Nacional - Laboratorio de Análisis de Agua y Suelo.  
Tratamiento de Efluentes (04/10/2015). Informe de Análisis.

### **Comunicados de organizaciones políticas en medios digitales**

Asamblea de Jáchal No Se Toca (2015). Manifiesto Jachallero (El Grito Yarco). Recuperado de: <https://idepsalud.org/wp-content/uploads/2016/05/Manifiesto-Jachallero.pdf>. Consultado el 20/08/2019.

FARN - Fundación Ambiente y Recursos Naturales (2016). Minería a gran escala y glaciares, esa difícil Ecuación” en Informe Ambiental Anual 2016. Recuperado de: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/14Mineri%CC%81a.pdf>. Consultado el 08/08/2017.

Gioja, J. L. (2006). Nos espera un futuro venturoso. Recuperado de: <http://serviciosmineria.sanjuan.gob.ar/politica/politica.php>. Consultado el 20/08/2021.

### **Entrevistas**

99

Entrevista abierta a referente 2 (mujer) de Asamblea de Jáchal No se Toca. Realizada en Jáchal el 28/10/2017.

Entrevista abierta a referente 4 (hombre) de Asamblea de Jáchal No se Toca. Realizada en Jáchal el 28/10/2017.



## Não podemos morrer! Emoções de famílias em um jogo de escape room no Espacio Ciencia (Montevidéu, Uruguai)\*

## ¡No podemos morir! Emociones de familias en un juego de escape room en Espacio Ciencia (Montevideo, Uruguay)

## *We Can't Die! Families' Emotions in an Escape Room Game at Espacio Ciencia (Montevideo, Uruguay)*

Luisa Massarani , Bruna Ibanes Aguiar ,  
Tayana Galvão Scheiffer , Grazielle Scalfi ,  
Fiorella Silveira , Martha Cambre  e Ran Peleg  \*\*

Estudos recentes no campo da educação não formal têm demonstrado o papel propulsor das emoções na aprendizagem. Para compreender como as emoções contribuem com as experiências significativas e de aprendizagem, analisamos as conversas e interações de oito famílias (totalizando 37 indivíduos entre os quais 17 eram crianças) durante a participação em um jogo de *escape room* do Espacio Ciencia (Montevidéu, Uruguai). Os dados foram coletados com auxílio de câmera subjetiva e analisados no *software* Dedoose para a codificação das emoções. Os resultados mostram que o jogo estudado despertou emoções positivas e negativas com alto grau de ativação, sendo as mais frequentes a: diversão, excitação, surpresa, satisfação, estresse e frustração, sugerindo que o jogo de escape foi percebido como divertido e prazeroso. Em conjunto, essas emoções estimularam e desafiaram as famílias a cumprirem as tarefas do jogo de escape que utilizaram sua intuição, criatividade e conhecimentos para cumprir as tarefas do jogo de escape. Os mediadores, por sua vez, ao fornecerem explicações, contribuíram com a compreensão de conceitos científicos e na resolução dos desafios do jogo. Os resultados mostram que as emoções estavam associadas ao interesse e à participação ativa das famílias.

101

**Palavras-chave:** *escape room*; experiências de aprendizagem; experiências significativas; respostas emocionais; educação não formal

\* Recebimento do artigo: 03/04/2025. Entrega do parecer: 07/07/2025. Recebimento do artigo final: 21/07/2025.

\*\* *Luisa Massarani*: Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, Casa Oswaldo Cruz, Fiocruz, Brasil. Correio eletrônico: luisa.massarani@fiocruz.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5710-7242>. *Bruna Ibanes Aguiar*: Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, Casa Oswaldo Cruz, Fiocruz, Brasil. Correio eletrônico: brunaibanes@yahoo.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2770-9955>. *Tayana Galvão Scheiffer*: Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, Casa Oswaldo Cruz, Fiocruz, Brasil. Correio eletrônico: tayanags@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-1021>. *Grazielle Scalfi*: Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, Casa Oswaldo Cruz, Fiocruz, Brasil. Correio eletrônico: graziscalfi@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1417-1287>. *Fiorella Silveira*: Espacio Ciencia, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguai. Correio eletrônico: fsilveir@latu.org.uy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4192-6411>. *Martha Cambre*: Espacio Ciencia, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguai. Correio eletrônico: mcambre@latu.org.uy. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7090-0133>. *Ran Peleg*: Universidade de Southampton, Inglaterra. Correio eletrônico: r.peleg@soton.ac.uk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9184-6030>.

Estudios recientes en el campo de la educación no formal han demostrado el papel impulsor de las emociones en el aprendizaje. Para comprender cómo las emociones contribuyen a las experiencias significativas y de aprendizaje, analizamos las conversaciones e interacciones de ocho familias (un total de 37 personas, entre ellas 17 niños) durante su participación en un juego de *escape room* de Espacio Ciencia (Montevideo, Uruguay). Los datos se recopilaron con la ayuda de una cámara subjetiva y se analizaron con el *software* Dedoose para la codificación de las emociones. Los resultados muestran que el juego estudiado despertó emociones positivas y negativas con un alto grado de activación, siendo las más frecuentes: diversión, emoción, sorpresa, satisfacción, estrés y frustración, lo que sugiere que el juego de escape se percibió como divertido y placentero. En conjunto, estas emociones estimularon y desafiaron a las familias a completar las tareas del juego de escape, en las que utilizaron su intuición, creatividad y conocimientos. Los mediadores, por su parte, al proporcionar explicaciones, contribuyeron a la comprensión de conceptos científicos y a la resolución de los desafíos del juego. Los resultados muestran que las emociones estaban asociadas al interés y la participación activa de las familias.

**Palabras clave:** *escape room*; experiencias de aprendizaje; experiencias significativas; respuestas emocionales; educación no formal

102

*Recent studies in the field of informal education have demonstrated the driving role of emotions in learning. To understand how emotions relate to meaningful and learning experiences, we analyzed the conversations and interactions of eight families (a total of 37 people, including 17 children) during their participation in an escape room game at Espacio Ciencia, in Montevideo, Uruguay. Data was collected using a subjective camera and analyzed using Dedoose software to organize emotions. The results show that the escape game studied aroused positive and negative emotions with a high degree of activation, the most frequent being: amusement, excitement, surprise, satisfaction, stress, and frustration, demonstrating that the escape game was perceived as fun and enjoyable. Together, these emotions stimulated and challenged families to complete the tasks of the escape game, using their intuition, creativity, and knowledge to complete the tasks of the escape game. In turn, the mediators, by providing explanations, developed an understanding of scientific concepts and in solving the challenges of the game. In summary, our results show that emotions were associated with families' interest and active participation.*

**Keywords:** *escape room; learning experiences; meaningful experiences; emotional responses; informal education*

## 1. Jogos de *escape room* na educação e na educação não formal

*Escape rooms* são jogos baseados em equipe, onde os jogadores resolvem uma série de quebra-cabeças em uma sala para cumprir uma missão e escapar da sala em um determinado tempo (Nicholson, 2015; Veldkamp *et al.*, 2020). Estes jogos parecem ter se originado de vários gêneros de jogos populares, incluindo RPGs (como *Dungeons & Dragons*), jogos digitais, caça ao tesouro, teatro interativo e jogos de aventura na TV (como *Survivor*) (Nicholson, 2015). *Escape rooms* são, portanto, jogos de ação ao vivo onde os jogadores atuam como personagens do jogo (ao contrário de muitos outros jogos em que os jogadores controlam um avatar ou uma figura de jogo em um tabuleiro; Nicholson & Cable, 2021). Isso é significativo na criação de uma sensação de imersão, uma característica fundamental dos jogos de escape (Veldkamp *et al.*, 2020). Em geral, esse tipo de jogo é projetado para ser jogado em grupo, portanto, o aspecto social é importante para moldar a experiência do jogo de escape. Além disso, eles consistem em quebra-cabeças intelectualmente desafiadores, que devem ser difíceis o suficiente para promover uma sensação de diversão e realização (Vidergor, 2021). Entre os quebra-cabeças estão alguns elementos de sorte, como encontrar objetos diferentes, cuja descoberta fortalece ainda mais a sensação de imersão no jogo.

É importante destacar que essas características dos jogos de *escape room* se referem aos *escape rooms* recreativos “clássicos”, que são entidades comerciais físicas que podem ser encontradas em muitos locais ao redor do mundo. O gênero derivou outras classes de jogos e, desde então, existem muitos destes jogos que mantêm algumas características, mas mudaram outras. Por exemplo, existem muitos jogos de *escape room* digitais que podem ser jogados sozinhos (como a série *Room da Fireproof Games*), existem jogos de tabuleiro baseados no conceito de *escape room* (como *Race to Escape*) e existem jogos de *escape room* que podem ser jogados ao ar livre (Shaby *et al.*, 2025).

103

Devido à sua popularidade, o gênero destes tipos de jogos abriu caminho na educação e agora há vários relatos de jogos de *escape room* sendo usados em ambientes educacionais. Veldkamp, Knipples & van Joolingen (2020) revisaram sistematicamente a literatura sobre *escape rooms* educacionais e ao analisar e revisar 39 artigos acadêmicos, eles descobriram que a maioria dos *escape rooms* foi desenvolvida para educação formal concentrando-se principalmente na educação médica ou STEM. Apenas três dos casos foram direcionados aos ambientes não formais de aprendizagem. Mas, independentemente do ambiente formal ou não formal, a maioria dos jogos teve como objetivo fornecer uma combinação de desafios de conhecimento de conteúdo e habilidades relacionadas.

Em ambientes não formais, como os museus de ciência, há uma série de modelos relatados sobre como os jogos de *escape room* foram utilizados. Alguns museus de ciência adicionam o jogo em uma sala fora de seus espaços de exposição para atrair novos públicos para o museu (Peleg *et al.*, 2019). Em outros casos, quebra-cabeças do tipo *escape room* foram introduzidos em exposições existentes com o mesmo objetivo

de destacar diferentes aspectos da exposição ou para atrair novos públicos (Liapis *et al.*, 2019). Back *et al.* (2019) apontam que os museus de ciência têm projetado exposições que incorporam elementos com base na mecânica e tecnologia de jogos de *escape room* e os colocam em posição de destaque na exposição.

Apesquisa no campo do *escape room* educacional ainda é recente e muitos dos jogos relatados na literatura são estudos de caso que foram “impulsionados por profissionais do campo educativo que copiaram e adaptaram *escape rooms* recreativos” (Veldkamp *et al.*, 2020, p. 2, tradução nossa). Esses são frequentemente estudos de caso que carecem de rigor teórico e empírico. No entanto, nos últimos anos, os pesquisadores estão tentando construir uma base de pesquisa para jogos de fuga educacionais. Por exemplo, para investigar as percepções de professores e alunos sobre um jogo de fuga educacional, Veldkamp *et al.* (2021) adotaram uma abordagem de métodos mistos de questionários online, entrevistas, observações em sala de aula e cliques de filme feitos por alunos sobre suas experiências. Tanto professores quanto alunos notaram a diversidade de atividades no jogo de fuga oferecido e como elas fornecem oportunidades para desenvolver trabalho em equipe e outras habilidades. Ambos os grupos alegaram que as salas de fuga são adequadas para processamento, ensaio e avaliação formativa de conhecimento e habilidades científicas. Além disso, os alunos notaram a sensação de autonomia e domínio durante o jogo. Em uma tentativa de fornecer mais processos de design baseados em teoria de *escape room* educacional, Yachin & Barak (2024) aplicaram a teoria de aprendizagem situada para analisar as experiências de professores e especialistas em design de jogos. Eles identificaram quatro componentes de aprendizagem situada: situações autênticas, conteúdos científicos, aprendizagem colaborativa e autorreflexão. Esses insights foram então usados para desenvolver uma metodologia sobre este tipo de jogo.

Nesta linha, associamos o componente de pesquisa à implantação de um *escape room* em um museu de ciências interativo no Uruguai, visando analisar as conversas e interações de famílias durante a participação em um jogo de escape. Nosso objetivo foi compreender como as emoções são manifestadas e como contribuem com as experiências significativas e de aprendizagem.

### 1.1. Quadro teórico

As emoções têm ocupado um papel de destaque nos estudos recentes no campo da educação formal em decorrência do papel fundamental que possuem nas experiências humanas porque influenciam o comportamento e as relações sociais. Além disso, apontam uma positiva e estreita relação entre as emoções e a autonomia no processo de construção do conhecimento (Pekrun & Perry, 2014; Pekrun, 2024). Assim, compreender o processo de aprendizagem requer considerar uma interação direta entre as emoções e a cognição que reflete na motivação, interesse e pensamento crítico, especialmente quando os indivíduos se envolvem com questões que são de seu interesse.

Estudos sobre as respostas emocionais no campo da educação não formal são mais recentes e têm demonstrado que as emoções direcionam o comportamento dos indivíduos que livremente decidem com qual conteúdo científico e em qual intensidade se envolverão (Falk, 2021; Falk & Dierking, 2014). Davies (2019) e Mazzanti (2020) afirmam que a experiência proporcionada pelos museus de ciência ativam componentes emocionais, cognitivos e sociais dando a sensação de que o aprendizado é pessoalmente significativo quando construído em um ambiente que estimula os sentidos, a atenção e desperta a curiosidade dos visitantes.

A esse aspecto é importante acrescentar dois pontos sendo o primeiro deles denominado por Doering & Pekarik (1996) como “narrativa de entrada” ao considerar que a experiência é idiossincrática e contempla o contexto dos indivíduos, suas experiências anteriores, emoções e memórias, além da forma como percebem e agem no mundo. Isso significa assumir que os visitantes têm necessidades e expectativas diferentes.

O segundo ponto é que as emoções abrangem toda visita, tal como mostra o modelo em espiral de Falk (2021). O modelo em questão considera que uma visita ao museu de ciência desperta emoções, fica registrada na memória e ganha novos significados, a ponto do indivíduo realizar novas visitas e recomendá-las a um amigo que, emocionado e curioso com a recomendação, realiza a visita. Neste momento, o indivíduo que foi ao museu por indicação, experimenta novas emoções ao interagir com a exposição e outros visitantes fazendo com que a visita ganhe novos significados, fique registrada na sua memória e seja recomendada, mas agora pelo indivíduo que visitou a exposição por recomendação.

105

É importante destacar que o estudo das respostas emocionais ainda é escasso e nada trivial (Falk, 2021). Isso pode ser explicado pela falta de consenso em relação à própria definição do termo emoção, muitas vezes utilizado na literatura científica de forma distinta ou como sinônimo de sentimento, afeto, desejo e humor. Além disso, a falta de consenso também se estende ao conceito de emoção, que pode ser considerado em diferentes perspectivas. Na perspectiva evolucionária, considera-se que as emoções são inatas e uma resposta fisiológica a situações em que os indivíduos são expostos (Plutchik, 2001; Ekman, 1999; Jack *et al.*, 2014). Na perspectiva cognitiva, as emoções são compreendidas como construídas mediante a experiência dos indivíduos, ou seja, uma pessoa pode apresentar uma emoção particular dependendo do conhecimento acionado para lidar com uma situação específica (Russel & Barret, 1999; Barret, 2017). Em uma visão intermediária, as emoções são estudadas de forma contextualizada, considera-se que a linguagem, cultura e influências sociais são determinantes nas emoções, ao mesmo tempo em que se reconhecem os fundamentos biológicos das emoções (Hoffmann & Doan, 2018; Gu *et al.*, 2019).

Neste estudo, compreendermos que as emoções são subjetivas e intermediadas por processos de ordem biológica e fisiológica em resposta aos processos cognitivos e comportamentais condizentes com o contexto dos indivíduos, suas experiências anteriores, seu estado emocional e a forma como interpreta as informações do mundo

(Scalfi *et al.*, 2022). Para mensurar as emoções manifestadas pelas famílias no jogo de escape, utilizamos o modelo proposto por Russel & Barret (1999) e Barret (2017), denominado de *Affect Grid*. Este modelo é composto por duas variáveis independentes entre si e que atuam em um *continuum*: valência – medida que varia de positiva a negativa em resposta à sensação experimentada que pode ser agradável ou desagradável; excitação – medida relacionada à ativação da emoção que influencia o comportamento da família que varia de excitado (alto nível de engajamento) a calmo (baixo nível de engajamento).

## 1.2. Emoções em jogos de *escape room*

As emoções que permeiam o processo de aprendizado, em especial, de disciplinas STEM (*science, technology, engineering e matematics*) desempenham um papel fundamental porque estão diretamente vinculadas a processos cognitivos, sendo capazes, inclusive, de aumentar o interesse pela ciência (Jeong, González-Gómez & Cañada-Cañada, 2019). Estudos recentes têm demonstrado o desinteresse de crianças e adolescentes pela ciência e entre os motivos apontados estão a dificuldade em relação aos conceitos científicos e a desconexão com a realidade que somadas às estratégias educativas desmotivadoras que acarretam sentimentos de aversão em relação à ciência (Hall *et al.*, 2022; Yllana-Prieto, Jeong & González-Gómez, 2021a).

106

Estratégias educativas envolventes, que abordam temas complexos de forma lúdica, contextualizada e problematizada, que incentivam a autonomia dos indivíduos e que são catalisadoras de emoções têm sido encorajadas e recomendadas (Kuchynka *et al.*, 2021). É em meio a este cenário que as metodologias ativas têm se destacado por demonstrar eficiência ao contribuir com habilidades relacionadas à ciência que facilitaram a colaboração entre estudantes, o interesse e a motivação para aprender convertendo-se em um melhor desempenho acadêmico (Munna & Kalam, 2021; Barrow & Wetzel, 2020).

Atualmente, os museus de ciência têm investido esforços para proporcionar experiências autênticas que estimulam os sentidos dos visitantes e retratem a ciência de forma contextualizada para que seja percebida como relevante. Para isso, as equipes educativas têm promovido atividades investigativas que incluem a observação, formulação de hipóteses, condução de experimentos, análise de resultados e a formulação de conclusão (Scalfi *et al.*, 2022). Atividades planejadas com essa perspectiva são significativas e, em geral, centradas nas emoções dos visitantes e nas interações sociais como propulsoras do interesse e de situações de potencial aprendizagem (Falk, 2009, 2021).

No contexto de *escape room*, há um predomínio de estudos realizados em ambientes formais de ensino e na maioria deles, as evidências apontam que emoções positivas com alto grau de ativação são responsáveis pelo envolvimento dos estudantes, melhor rendimento e aprendizagem. Yllana-Prieto, González-Gómez & Jeong (2023), ao analisar professores primários em formação revisando

conteúdo relacionado à formação do universo apontam que, embora estes estudantes tenham achado o jogo divertido, interessante, motivador e emocionante, as tarefas envolvendo conceitos científicos e cálculos foram rejeitadas. No entanto, os autores apontam que os estudantes tiveram uma percepção positiva do jogo de *escape room* resultando em um sentimento de prazer, podendo ser favorável no enfrentamento ao sentimento de rejeição às disciplinas STEM. Na mesma direção, Borrego *et al.* (2017) observaram que estudantes universitários também manifestaram emoções positivas que impulsionaram o engajamento. Os estudantes relataram que o jogo de *escape room* é desafiador, interessante, exigente e divertido. Macías-Guillén *et al.* (2021), por sua vez, apontam que emoções negativas de alta ativação como, por exemplo, a frustração, também podem promover o engajamento dos estudantes desde que estejam associadas a emoções positivas propulsoras que mostrem a motivação dos estudantes, como é o caso da curiosidade.

É importante ressaltar que os jogos de *escape room* oferecem oportunidades para que os estudantes acionem habilidades cognitivas que podem ser aplicadas em seu cotidiano enquanto trabalham em conjunto para resolver os desafios dentro do tempo pré-estabelecido. Esse fato foi demonstrado por Mystakidis & Christopoulos (2022) ao analisar a percepção de *escape rooms* por professores de disciplina STEM. Segundo os autores, os professores destacaram que conceitos problematizados e contextualizados acionam habilidades cognitivas que demonstram a criatividade, o pensamento analítico e a tomada de decisão orientada. Peleg *et al.* (2019) também observaram que o *escape room* Chemical Escape contribuiu com a motivação e engajamento dos estudantes com relação à disciplina de química. Ao mesmo tempo, os autores destacam que habilidades transversais como, por exemplo, trabalho em equipe, colaboração e diálogo foram favorecidas pelo jogo em questão.

107

Embora os *escape rooms* sejam reconhecidos como uma estratégia educativa eficiente na problematização de conceitos científicos por meio de situações lúdicas e contextualizadas que motivam a participação ativa dos estudantes refletindo positivamente sobre aprendizagem e interesse pela ciência, estudos que investigam como as emoções ocorrem nestes jogos e como contribuem com as experiências de aprendizagem são escassos e majoritariamente realizados no contexto norte-americano e europeu (ver, por exemplo, Mussell, Walby & Piche, 2023; Mácias-Guillén *et al.*, 2021, respectivamente). No contexto latino-americano, os estudos envolvendo *escape room* são focados no processo ensino e aprendizagem que ocorrem em ambientes formais de ensino (ver, por exemplo, Tapay-Pulla & Ávila-Mediavilla, 2022; Medeiros & Neres, 2021).

Este estudo visa desenvolver ainda mais a compreensão de como os jogadores vivenciam os jogos de *escape room* educacionais, concentrando-se nas respostas emocionais dos jogadores. O jogo de *escape room* analisado neste estudo é um jogo STEM que foi originalmente desenvolvido para ambientes formais de ensino médio de Química, mas foi finalmente adaptado para ser jogado em ambientes não formais de um centro de ciências. Para isso, analisamos as conversas e interações

das famílias durante a participação no *escape room* “Modo Escape: Apenas a ciência pode te salvar” (Montevidéu, Uruguai) buscando responder as perguntas: 1) Como as emoções manifestadas durante o jogo de escape contribuíram com a construção de experiências significativas? 2) Como as emoções contribuíram com as experiências de aprendizagem em família no *escape room*?

## 2. Método

Este estudo faz parte de um amplo projeto de pesquisa desenvolvido pelo Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, para compreender como as repostas emocionais de famílias contribuem com as experiências significativas e de aprendizagem em espaços de educação não formal na América Latina. O estudo se desenvolveu a partir da investigação empírica de um fenômeno real (emoções das famílias) dentro do seu contexto (jogo de escape), sendo, portanto, denominado como estudo de caso (Yin, 2014).

Foi utilizada uma abordagem quanti-qualitativa baseada em Smith & Davies (2019) para investigar as emoções decorrentes do jogo de escape. O jogo em questão abrange conteúdos relacionados à química e distribuídos em nove desafios e culminam na desativação de uma bomba, que poderá explodir se os desafios não forem cumpridos em 45 minutos.

### 2.1. Local do estudo

O estudo foi realizado no Espacio Ciencia, inaugurado em 1995 e administrado pelo Laboratório Tecnológico do Uruguai (LATU), localizado em Montevidéu, Uruguai. O local é um dos museus de ciência interativo pioneiros da América do Sul e se tornou referência no Uruguai, pois suas exposições estimulam a prática científica e a apropriação do conhecimento pelos visitantes na medida em que participam ativamente da exposição e conectam os conceitos científicos à sua realidade. O museu possui uma área de 2.400 metros quadrados, projetada para receber as instalações e exposições que, por sua vez, são acessíveis a pessoas com necessidades motoras, auditivas e visuais (LATU, 2023). O museu funciona de segunda a sexta-feira das 8:30 às 17h e no sábado das 15 às 19h com acesso pago no valor de 9 dólares por pessoa (LATU, 2023). Além disso, são oferecidas visitas mediadas por meio de agendamento para grupos de diversas idades e oficinas práticas que utilizam recursos lúdicos para ensinar conceitos de geometria e aritmética, química, metrologia, história e biodiversidade para turmas escolares de ensino fundamental e médio (LATU, 2023).

A exposição de longa duração abrange uma área de 2000 metros quadrados e está dividido em oito áreas temáticas, todas relacionadas com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Organização das Nações Unidas, 2015). Dispõe ainda de duas salas para workshops, uma área de makerspace e uma sala dedicada ao *escape room*. Em todas as áreas temáticas, os visitantes podem explorar e aprender

sobre ciência na medida em que conversam, refletem, manuseiam aparatos, contemplam objetos e se emocionam com os conceitos científicos incorporados na exposição. Além das exposições, o museu dispõe de um *escape room* que aborda conteúdos de química e de física, alvo deste estudo.

## 2.2. “Modo Escape: Apenas a ciência pode te salvar”

A equipe educativa do Espacio Ciencia se inspirou na sala de escape Chemical escape rooms (ChEsRms), uma iniciativa de professores do Instituto Weizmann (Israel) desenvolvida para ser implementada nas aulas de química do ensino médio. As ChEsRms receberam uma avaliação positiva dos participantes e evidências mostraram que os alunos se envolveram profundamente com as atividades o que refletiu positivamente na aprendizagem (Peleg *et al.*, 2019).

O “Modo Escape: Apenas a ciência pode te salvar” é um jogo de escape composto por desafios dispostos em uma narrativa do tipo quebra-cabeça (puzzle), compostos por tarefas sequenciais que devem ser executadas em equipe e dentro de um limite de tempo (Nicholson, 2015). Essa modalidade de jogo exige dos participantes habilidades de leitura, observação, engajamento comportamental e cognitivo, criatividade e, sobretudo, participação ativa (Veldkamp *et al.*, 2021). Para aproximar o tema do contexto das famílias, o jogo de escape estudado foi realizado em uma sala preparada para simular um laboratório de química. O ambiente possui painéis com conteúdos relacionados à química que podem ser consultados pelos participantes, como tabela periódica, escala de pH, espectro de luz e seus comprimentos de ondas, além de ferramentas e outros materiais de laboratório semelhantes às utilizadas pelos cientistas em suas pesquisas.

109

O jogo de escape consiste em nove tarefas que devem ser executadas em 45 minutos culminando com a desativação de uma bomba. Para executar as tarefas são necessárias três equipes, representadas por cores, que não competem entre si, mas trabalham em conjunto de forma independente para escapar da sala no tempo limite. As tarefas envolvem desafios com equações químicas, identificação de ácidos e bases, ordenar substâncias de acordo com o pH, dissolver materiais, revelar mensagens ocultas, identificar elementos pelo número atômico, preparar massa condutora, entre outros. Para executá-las, os participantes executam as tarefas guiadas por seu próprio conhecimento, experiências anteriores, informações expostas em painéis e também por meio de orientações dos mediadores, dispostos em pontos estratégicos na sala de escape. Ao final das tarefas, as três equipes recebem uma numeração que devem ser combinadas de diferentes maneiras entre si para obter o código de desativação da bomba e a suspensão da contagem regressiva indicada em um visor.

## 2.3. Procedimentos de coleta dados

A coleta de dados ocorreu nos dias 19 a 24 de setembro de 2022. Focamos em famílias contendo pelo menos uma criança em sua formação. Neste estudo, consideramos como família indivíduos unidos por laços emocionais independentemente do grau de

parentesco biológico (Briseño-Garzón & Anderson, 2012). Para potencializar a captura das conversas e interações, incluímos no estudo apenas famílias formadas por no máximo sete integrantes. As famílias que atendiam esse critério foram abordadas aleatoriamente (não selecionamos gênero, raça ou etnia) e convidadas a participar do estudo assim que aproximavam da sala de escape.

Para as oito famílias que aceitaram participar do estudo, duas pesquisadoras autoras explicaram o objetivo, o procedimento de registro das conversas e interações e a participação da família no estudo, destacando que a identidade dos indivíduos seria mantida em sigilo. Após concordar com esses procedimentos, um responsável pela família assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e um dos integrantes foi escolhido para utilizar uma câmera do tipo GoPro HERO 3 presa a um suporte colocado sobre a cabeça que foi colocado no início do jogo e retirado ao final.

Para conhecer o perfil sociocultural das famílias e compreender as expectativas dos indivíduos em relação à sala de escape, um questionário foi aplicado ao responsável pela família antes de iniciar o jogo de escape.

### 2.3.1 Famílias participantes

Neste estudo, as oito famílias participantes (F1-F8) foram compostas por um total de 37 membros, sendo 20 adultos (15 do gênero feminino e 5 do gênero masculino) e 17 crianças (12 do gênero feminino e 5 do gênero masculino). As famílias residem em quatro diferentes cidades, localizadas a uma distância média de 258 km de Montevideo (Canelones: 51km e Artigas: 610 km), cidade sede do Espacio Ciencia (**Tabela 1**).

**Tabela 1. Informações dos membros visitantes de cada família (G) e o tempo de visitação**

| Família | Localização | Membros | Adulto (gênero/ nº) | Criança (nº/ sexo) | Tempo da visita |
|---------|-------------|---------|---------------------|--------------------|-----------------|
| F1      | Artigas     | 4       | ♀ (1); ♂ (1)        | ♀ (1); ♂ (1)       | 59m 17s         |
| F2      | Montevideo  | 5       | ♀ (2); ♂ (1)        | ♂ (2)              | 1h 21m 16s      |
| F3      | Canelones   | 3       | ♀ (2)               | ♀ (1)              | 1h 15m          |
| F4      | Canelones   | 3       | ♀ (1); ♂ (1)        | ♀ (2)              | 1h 17m          |
| F5      | Canelones   | 7       | ♀ (3)               | ♂ (4)              | 58m             |
| F6      | Soriano     | 5       | ♀ (1); ♂ (1)        | ♀ (2); ♂ (1)       | 1h 10m          |
| F7      | Canelones   | 6       | ♀ (4); ♂ (1)        | ♂ (1)              | 54m             |
| F8      | Maldonado   | 4       | ♀ (1); ♂ (1)        | ♀ (1); ♂ (1)       | 58m 55s         |
| Total   | -           | 37      | ♀ (15); ♂ (6)       | ♀ (7); ♂ (10)      | -               |

Fonte: elaborado pelos autores.

Para preservar a identidade dos membros das famílias, os indivíduos foram numerados de 1 a 7 e classificados como “A” para designar os adultos, sendo que A1 se refere ao indivíduo adulto portador da câmera. A sigla “C” foi utilizada para as crianças, sendo C1 o indivíduo portando a câmera. Como houve interação com mediadores, a sigla “M” foi utilizada para designá-los.

### 2.3.2. Análise dos registros de áudio e vídeo das famílias

Utilizou-se o *software* de análise quanti-qualitativo *Dedoose* 8.0.23 que permite a sistematização e categorização das interações. Sobre as conversas, foram considerados eventos significativos: 1) diálogos com início, desenvolvimento e conclusão; 2) conteúdo relacionado ao jogo de escape, 3) conversa explícita seja com os membros da família, mediador ou consigo mesmo e 4) descritores emocionais linguísticos (falados ou gesticulares) como, olhar fixo e atento, tonalidade da voz, movimentos corporais, manuseio de ferramentas e comportamentos que mostram o engajamento com as tarefas para a resolução dos desafios (Ash *et al.*, 2008). Os descritores utilizados têm como referência os propostos por EARL - *Emotion Annotation and Representation Language* (Humaine, 2008) e *Wheel of emotion* (Plutchik, 2001). Neste estudo, foram identificadas 16 emoções que foram analisados considerando sua valência (emoção positiva ou negativa) e excitação (grau de ativação das famílias que variou de excitado a calmo). Analisamos esses descritores considerando a visão intermediária das emoções, porque consideramos que as emoções são particulares e envolvem o contexto do sujeito, suas experiências, conhecimentos e avaliações cognitivas (Scaffi *et al.*, 2022).

111

### 2.3.3. Análise dos registros de áudio e vídeo das famílias

As conversas foram transcritas seguindo o modelo proposto por Kasper & Wagner (2014) e Perayla & Sorjonesn (2012) que considera as relações de tempo e de sequência das conversas, identificam diálogos sobrepostos, falas sem pausa, pausas longas, intervalos e silêncio. O modelo leva em consideração a entonação da voz, volume da fala e também identifica risos e aspiração. Esses códigos foram aplicados e analisados no *Dedoose*. Essa estratégia foi utilizada para evitar a perda de expressões linguísticas das famílias durante a transcrição das falas. Este procedimento é adotado em estudos anteriores do grupo de pesquisa ao qual esse estudo está inserido (Massarani *et al.*, 2019a, 2019b, 2023). Os códigos de transcrição adotados são mostrados no **Quadro 1**.

### Quadro 1. Códigos descritores de emoção

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Falante: exemplo - A1 para Adulto 1 e C1 para criança 1 / Pausa: (.). (0,4) / Sobreposição de falas: [ ] / Entonação ascendente: ? / Entonação contínua: , / Entonação descendente: . / Alongamento de elementos da palavra: : / Falas sem pausa: = / Voz alta: AAfrica / Ênfase em determinada sílaba: palavra / Falando com sorriso: °palavra° / Respirando: h / Falando em voz mais suave: °palavra° / Som da palavra com inspiração ou expiração evidenciado: hhhhhhhh / Risada: [risos] / Risos</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

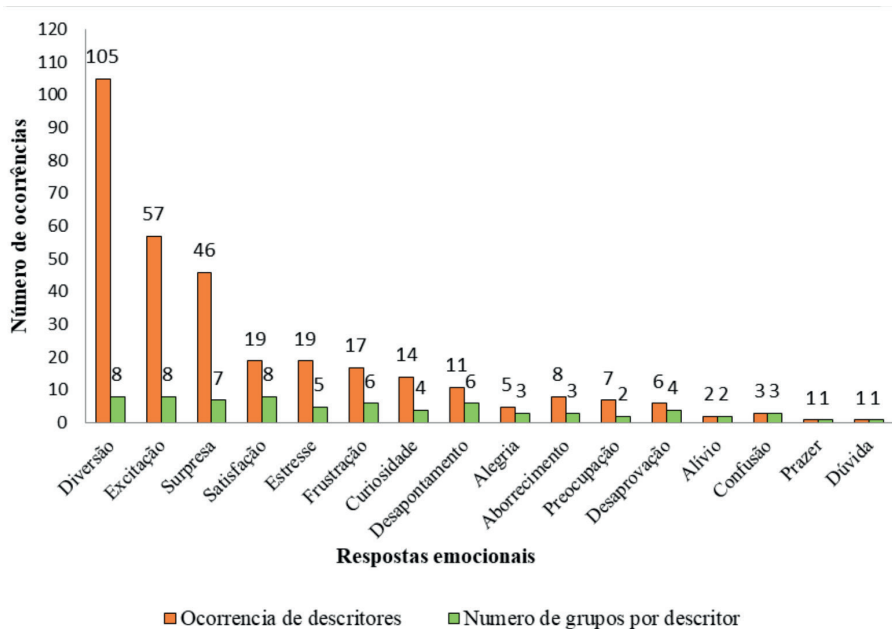
na palavra (enquanto fala algo): (h) / Texto lido em voz alta: “palavra”/Ênfase em determinada sílaba: palavra.

Fonte: elaborado pelos autores.

### 3. Resultados e discussão

Os registros de áudio e vídeo totalizam 358 minutos e foram identificados 59 eventos significativos com duração de tempo de 162 min que corresponderam a 45,3% dos eventos significativos. Entre os 16 códigos descritores de emoção identificados, verificamos 323 ocorrências, sendo a maioria de valência positiva com alto grau de ativação ( $n=248$  ocorrências): Diversão ( $n=105$ ), Excitação ( $n=57$ ), Surpresa ( $n=46$ ), Satisfação ( $n=19$ ), Curiosidade ( $n=14$ ), Alegria ( $n=5$ ) e Alívio ( $n=2$ ). Entre as emoções negativas com alto grau de ativação ( $n=54$ ), foram observadas: Estresse ( $n=19$ ), Frustração ( $n=17$ ), Aborrecimento ( $n=8$ ), Desaprovação ( $n=7$ ) e Dúvida (1). Entre as emoções de baixo grau de ativação uma foi positiva: Prazer ( $n=2$ ) e duas foram negativas: Desapontamento ( $n=12$ ) e Preocupação ( $n=7$ ). A **Figura 1** ilustra as emoções, as frequências totais de ocorrência e o número de famílias em que a respectiva emoção foi observada.

**Figura 1. Descritores de emoções identificados no jogo de escape, número de ocorrências e de famílias com os respectivos descritores de emoção**



Fonte: elaborado pelos autores.

De modo geral, os resultados demonstram que emoções de alto grau de ativação tiveram maior frequência, sejam elas positivas ( $n=147$ ) como no caso do descritor Diversão ( $n=105$ ) ou negativas ( $n=54$ ) como no caso do Estresse ( $n=19$ ). Em conjunto, essas emoções indicam que as famílias perceberam o jogo de escape como prazeroso e divertido, contribuindo para o envolvimento com os desafios do jogo. Além disso, vale a pena destacar que a expressividade da emoção Diversão pode ser explicada pela motivação das famílias que é determinada por sua identidade multifacetada, dinâmica e um reflexo imediato do contexto da visita. Isso significa assumir que o comportamento adotado pelos indivíduos será pertinente aos objetivos traçados para satisfazer uma ou mais facetas de sua identidade (Falk, 2009, 2018). Essa informação corrobora nossos resultados, 70% das famílias afirmaram voluntariamente às pesquisadoras que o motivo da participação no jogo de escape era se divertir.

### 3.1. Como as emoções manifestadas durante o jogo de escape contribuíram com a construção de experiências significativas?

Apesar de subjetivas, as emoções se consolidam em um ambiente social intermediado por ferramentas culturais que conectam os visitantes à ciência a partir de atividades vinculadas ao seu contexto contribuindo com experiências socialmente significativas (Falk, 2021; Scalfi *et al.*, 2022). A construção de significado está atrelada à participação ativa e o engajamento cognitivo com o jogo de escape (Nicholson, 2018; Mácias-Guillén *et al.*, 2021). Neste processo, emoções são despertadas e habilidades sociais e científicas são construídas a partir da colaboração entre pares e da interação entre os participantes do jogo e com mediadores (Veldkamp *et al.*, 2021; Videgor, 2021). Neste estudo, as emoções que ilustram essas situações são Diversão ( $n = 105$ ), Excitação ( $n = 57$ ) e Surpresa ( $n = 46$ ).

113

Nossos resultados indicam que a emoção Diversão foi facilitada pela interação física com objetos, todas as famílias ( $n=8$ ) manipularam objetos diversos com elevada frequência ( $n=105$ ) para cumprir os desafios do jogo de escape. Além disso, esse resultado evidencia que uma emoção positiva de alta ativação, contribuiu com a construção de significado tornando palpáveis conceitos abstratos relacionados à química, assim como mostrado no **Quadro 2**.

#### Quadro 2. Exemplos de conversas que evidenciam a diversão

**Exemplo 1 – F2.** A1: “usar luvas, pois estão trabalhando com substâncias” / C1: (risos) [DIVERSÃO] / A1: acho que pode ler um pouco / C1: olá (risos) [DIVERSÃO] / A1: você pegou daqui? / C1: (risos) [DIVERSÃO] / A1: “veja em suas bandejas (.) encontrará modelos de moléculas (.) não as troque de bandeja (.) se trata de uma reação de combustão (.) identifica qual das três é qual (.) CH<sub>4</sub>” / C1: é esse / A1: “C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>” / C1: esse / A1: “C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>” / C1: isso? / A2: essa coisa / A1: não não não “busca uma pista na sala que tenha esta equação química e que tenha a mesma fórmula que (inaudível)” (.) “copia essa equação em uma folha e (inaudível) te faltam completar (.) os modelos

que tem duas esferas vermelhas são oxigênio”(.) duas moléculas vermelhas são oxigênio/ [...] / C1: = eu não estou entendendo nada (h) [risos]= [DIVERSÃO]/ A1: = [risos]/ A2: = [risos]/ M: Do que se trata, deixa eu ver/ A1: Da primeira [risos]/ M: diga/ A2: De onde dizia (.) onde dizia leiam com cuidado [risos] [DIVERSÃO]/ M: (risos) (inaudível) (h) diga (.) veja as bandejas vão encontrar modelos de moléculas (.) não as troque de bandejas porque são uma reação/ A1: tá/ M: ta (.) diz “busca uma pista na sala que tenha essa equação química e que tenha a mesma fórmula que te (inaudível) ” (.) vocês tem essas três qual te tocou ? Qual hidrocarboneto ? / [...] / M:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ? Este né? Qual é desses três / AM: esse / M: esse perfeito (.) então vocês já sabem uma coisa/ [...] / AF2: “encontra a primeira combinação de três números (.) busca na sala que cadeado abre (inaudível) pista” / [...] / M: tudo que for buscar para sua equipe vai ter a cor da sua equipe... / A1: tem que somar? / C1: tem que somar tudo?/ M: não/ A2: não não não (.) tem a fórmula feita (.) tem que procurar um cadeado=/ M: = deixa eu ver (.) tem oito cinco... =/ A2: =estes são os números (.) [e água não sei qual é]/ M: [e deixa eu ver (.) três quatro cinco]/ A1: cinco, seis/ C1: seis/ A1: seis de água/ M: oito cinco seis não?/ C2: o cadeado/ C1: sim sim sim (0.4) oito cinco seis (0.6) oito cinco seis/ A2: abriu?/ A1: bom, tira as coisas daí.

**Exemplo 2 – F5.** C1: “Retire a chave sem abrir o frasco”/ C1: “Dissolva”/ C2: Um solvente/ A1: Precisa dissolver a bolinha/ C1: Sim/ C2: Pode ser isso? [DÚVIDA] / C1: Aqui? Aqui? Este, este? / A1: Isso é um solvente? [DÚVIDA]/ C2: Licença é esta? [DÚVIDA]/ C2: É este/ M: Não, mas... espera. O que estão buscando, sabem/ A1: Um solvente/ M: Claro, mas o que é isso/ A1: [risos] [DÚVIDA] [Diversão]/ M: Esse é o correto, mas por quê?/ A1: É correto? Por quê? [Risos] [DIVERSÃO] [DÚVIDA]/ M: Sim, mas não sabem o que é (.) podem abrir, vão se dar conta/ A1: Acetona (h) [risos] [DIVERSÃO].

Fonte: elaborado pelos autores.

Os episódios mostram que Diversão esteve associada a dúvidas das famílias e, para saná-las as famílias se engajaram na leitura e reflexão de informações científicas e, ainda, manipularam objetos para testar hipóteses e validar resultados. Essas ações, em conjunto, foram favorecidas pela colaboração entre pares e contribuíram a compreensão de conceitos científicos tornando-os menos abstratos. De acordo com Falk (2021), experiências significativas são marcadas por emoções que têm o potencial de estimular cognitivamente os participantes de uma atividade expositiva e direcionar sua atenção e raciocínio crítico. De maneira semelhante, Yllana-Prieto, Jeong & González-Gómez (2023), em um contexto de *escape room* virtual, pontuaram que emoções positivas como, por exemplo, Diversão contribui com o engajamento, mas são potencializadas pelas intervenções realizadas por mediadores que orientaram os participantes e incentivaram o protagonismo destes indivíduos. Peleg *et al.* (2019) e Videgor (2021) destacaram os aspectos lúdicos do jogo de escape como propulsor de emoções positivas que serviram de gatilho para a criatividade, o trabalho colaborativo em equipe e a satisfação em relação à própria aprendizagem. Aguiar *et al.* (2025), em um contexto de museu de ciência, também observaram que emoções positivas estiveram associadas à motivação e ao conhecimento prévio o que fez com que os

participantes dos show de ciência em questão, se engajassem em conversas guiadas por seu próprio interesse.

As emoções Excitação e Surpresa foram decorrentes da participação ativa das famílias e de seu comportamento exploratório, ou seja, na medida em que todas as famílias se movimentavam pelo quarto em busca de pistas, sentiram-se excitadas ( $n = 8$ ) com o desafio do jogo de escape e a maioria se surpreendeu ( $n=7$ ) quando conseguiu compreender objetivos das tarefas e conteúdos científicos. Exemplos que ilustram essas situações são apresentados no **Quadro 3**.

### Quadro 3. Exemplos de conversas que evidenciam a excitação e a surpresa

**Exemplo 3 - F2.** M: bom (.) não (.) e onde pensam que pode vir? (0.2) é algo sólido ou líquido? (.) líquido não (.) então em que vai estar?/ C2: em um frasco/ M: em um frasquinho que contenha algo líquido C2: esse?/ M: não esse diz não tocar (.) ai também não/ C2: aqui?/ M: esse diz não tocar (0.7) tem que buscar a formula do ácido/ C2: [hãããã] [SURPRESA]/ A3: [hãããã] C1: é esse aqui/ A1:  $H_2SO_3$   $H_2SO_3$ / C1:  $H_2...$ / A1:  $H_2SO_3$  (0.10) para mim tem que fazer uma mistura/ C1: claro!/ A2:  $H_2...$ / A1: H água é certo/ C1:  $H_2O$ / C1: isso isso isso é nossa cor [EXCITAÇÃO] (0.3) esse é da nossa cor/ A1: mas é essa fórmula?/ AM: Não (inaudível)/ C2: é esse/ A2:  $H_2...$ / M: não, tem armadilhas/ A2: claro/ M: tem coisas que sim e tem coisas que são armadilhas (.) qual é o ácido? (.) esse  $H_2O$  o que é/ C1: água/ M: água esse é o ácido?/ C1: não/ M: não/ C1: esse aqui?/ M: e esse? (.) não (.) tem enxofre? (.) como é? (.)  $H_2SO_4$ / A2:  $H_2S...$ / C1: isso está caindo de novo/ A3: (inaudível)/ C1: como era a fórmula?/ A1:  $H_2SO_4$ / M: não buscaram aqui?/ A2: sim eu busquei, mas não encontro/ A1: a fórmula está aqui/ M: ácido [que tem S]/ A1: [sim sim] mas.../ M: então é um desses dois né?/ A1: sim mas não está... (inaudível)/ M: bem, está do outro lado então/ AM:  $H_2S...$ / C1: ai ai ai [EXCITAÇÃO] (0,4)  $H_2S$  (.) pronto! [EXCITAÇÃO]/ A2: bom/ C1: mas isso é água de novo/ A2: não sabe isso é ácido sulfúrico.

**Exemplo 4 – F3.** M: o que estão buscando?/ A1: um líquido que contenha enxofre/ M: ácido que contenha enxofre, sabem qual é?/ A1: vamos buscar/ [...] / M: aqui estes ácidos e bases/ C1: muito obrigada =/ M: = qual pode ser?/ A1: sulfuroso/ M: sulfuroso ou sulfúrico (.) onde tem ácido em que se imagina que pode vir?/ A1: líquido/ M: líquido né então pode vir em um recipiente que tenha líquido/ A1: e que diga =/ M: = e que diga alguma destas fórmulas/ C1: aqui diz não tocar (0.3) deixa eu ver (.) não é a fórmula (.) não é a fórmula/ M:  $H_2S_8$  sim/ [...] / M: com um pouquinho já basta o ácido é bastante forte (.) um pouquinho mas põe tudo (.) deixa eu ver (.) mexe assim/ C1: ã ã [SURPRESA]/ A1: bem e agora/ C1: o que temos que fazer (.) o que diz deixa eu ver “(inaudível)” toma mamãe/ A1: tem um código aqui (.) um sete três/ C1: mas não tenho a chave/ A1: pergunta/ C1: perguntaaaa? [DÚVIDA] (.) temos um problema/ A1: temos o código, mas não onde abrir/ M: outro cadeado =/ A1: = outro cadeado outro cadeado azul ah busca outro cadeado azul/ C1: ui ui ui u u u u u [EXCITAÇÃO] (.) que isso aqui onde dizia mamãe?/ A1: embaixo no fundo (.) um sete três (.) o número vai do outro lado deste lado

assim aqui/ C1: um, sete (0.3) três haaaaa abrimos [EXCITAÇÃO]/ [...] M: para buscar a fórmula podem olhar os modelos moleculares sim (.) deve ser como a fórmula/ A1: ahaaaa  $\text{CH}_3\text{OCH}$  [EXCITAÇÃO]/ C1: é mais do que temos (.) são duas fórmulas então (.) C H/ A1: essa/ C1: sim mamãe (.) a ver a ver a ver nos apressemos/ A1: onde está o negócio?/ C1: onde deixei? que me apressei (.) deixei o negócio/ A1: esse é de vocês?/ C1: aqui está o nosso [EXCITAÇÃO] (.) uuui q distraída sou (.) agora vamos aqui (.) ai está removendo ui que emoção [EXCITAÇÃO] (.) (inaudível) (.) a ver/ A1: já está já está já está (.) assim veja uma coisa dá a volta aqui/ C1: como? (0.4) agora colocamos ali/ A1: não não não/ C1: não? (.) a pera (.) aiiiiii agora abrimos o negócio uuuuul temo a chave temos a chave [EXCITAÇÃO] (inaudível) aaaa taratamtaratam [DIVERSÃO]

**Exemplo 5 – F6.** C3: H Br tem que buscar não não é esse é necessário/ A1: o que faz aí/ C3: H Br temos que buscar =/ A2: = bromídrico/ C3: H Br o que significa?/ A1: esse o que é?/ C3: é/ A1: hidróxido de potássio é isso, né?/ C3: ah, está atrás/ C2: que número?/ C3: não me tenta/ A1: ácido bromídrico/ C3: éeee ácido bromídrico [ácido estomacal]/ A2: [ácido estomacal] (.) não/ A1: o ácido/ A2: este o que é/ C2: oito! [EXCITAÇÃO]/ A1: a água é 7 (.) aaaah [SURPRESA] temos que saber o número desse/ A2: hidróxido de potássio/ A1: hidróxido de potássio é a pilha/ A2: é esse, é?/ A1: e esse ácido bromídrico (.) vamos pedir ajuda a (inaudível)/ C2: temos que pedir ajuda.

**Exemplo 6 – F8.** A1: a mais condutora é o açúcar? (.) ou sal [CURIOSIDADE]/ M: vejam está aqui/ A1: aaaaaa [SURPRESA] (.) “sal se encontra no estado sólido e quando molhado conduz eletricidade”.

116

Fonte: elaborado pelos autores.

As emoções Excitação e Surpresa foram identificadas em situações que desafiaram o conhecimento das famílias e as estimularam na busca por soluções que viabilizaram a resolução das tarefas. Estas respostas emocionais foram observadas em atividades que demandaram esforço cognitivo e criatividade para a resolução de problemas e em todas essas situações, a interação social intermediou a construção de significado. No entanto, os diálogos marcados pela emoção surpresa foram mais curtos e pontuais e mostram que as famílias associavam suas experiências anteriores ao conteúdo científico abordado pelo jogo de escape. Veldkamp, Knipples & van Joolingen (2020) atribuem essas emoções à narrativa do jogo de escape. Esses autores analisaram a perspectiva de estudantes e de professores a um *escape room* aplicado em um contexto de ensino formal e observaram que os interesses de cada estudante e o uso de objetos e atividades diversificadas direcionaram o comportamento dos estudantes estimulando a participação e o raciocínio crítico. Duan, Walker & Orthia (2021) estudando as características de exposições que engajam os visitantes, também observaram que as emoções positivas de alta ativação como, por exemplo, a Excitação está associada ao interesse e às interações sociais. Além disso, os autores mostraram que o equilíbrio entre a familiaridade e a novidade, associação com experiências anteriores e a contextualização de informações

científicas faz os visitantes perceberem a exposição como relevantes. De forma semelhante, Scalfi *et al.* (2023), ao analisar as respostas emocionais de famílias durante a contemplação de aves, verificaram que a Surpresa e Excitação foram decorrentes do encantamento por suas características físicas e comportamentais ativando reflexões que demonstraram preocupação com o bem-estar e conservação da fauna.

Em resumo, nossos resultados mostram que as emoções positivas de alta ativação Diversão, Excitação e Surpresa estiveram atreladas a situações de potencial aprendizado e engajamento com as atividades favorecendo uma percepção positiva das famílias em relação aos conteúdos STEM. Em conjunto, essas emoções sugerem que uma experiência lúdica e gamificada têm o potencial de estimular a reflexão, aplicação prática dos conceitos os aproximando da realidade das famílias, assim como esperado para atividades socialmente significativas (Falk & Dierking, 2014; Peleg *et al.*, 2019).

Outro aspecto importante que merece ser destacado é que as experiências significativas despertam as respostas emocionais e direcionaram a cognição das famílias influenciando seu envolvimento com o jogo de escape, fato evidenciado pela conexão emocional com conceitos científicos que estimularam conversas e refletiram positivamente no papel protagonista das famílias.

### **3.2. Como as emoções contribuíram com as experiências de aprendizagem em família no escape room?**

117

Neste estudo, consideramos que as experiências de aprendizagem são facilitadas por interações entre os indivíduos da família, família e mediadores, família e objetos. Essa compreensão está em acordo com duas teorias bastante relevantes no contexto da educação não formal, em especial, nos museus de ciência: a teoria sociocultural de Vygotsky (1998) e o modelo contextual da aprendizagem (Falk & Dierking, 2014). A teoria vygostskyana dá ênfase à linguagem, como um elemento central na aprendizagem. A relevância do contexto, por sua vez, é destacada no modelo contextual da aprendizagem que leva em consideração a experiência da família e aponta que ela se concentra na intersecção dos contextos pessoal (motivação e expectativas), social (relações interpessoais) e físico (design do jogo de escape). Neste estudo, as emoções que ilustram essas situações são Estresse, Frustração e Satisfação.

Nas conversas analisadas, observamos que o Estresse e a Frustração estavam associadas e relacionadas em função do tempo e da dificuldade que as famílias tiveram no manuseio de aparatos para a execução das tarefas. A frequência de ocorrência dessas emoções mostra que a maioria das famílias (n= 5 e 6, respectivamente) trabalharam conjuntamente de forma rápida e focada no tempo de execução das tarefas, assim como mostrado no **Quadro 4**.

#### Quadro 4. Exemplos de conversas que evidenciam o Estresse e a Frustração

**Exemplo 7 – F7.** A1: o papelzinho/ A2: o que?/ A1: o papelzinho na superfície quente e te diz/ C2: claro o vapor (.) o vapor que sai da (inaudível)/ C1: vamos morrer/ A4: vamos morrer! Vamos morrer (risos) [DIVERSÃO /ESTRESSE]/ A3: a receita (inaudível)/ C2: a não a receita encontrou você/ C1: vamos vamos [ESTRESSE]/ C2: (risos) [DIVERSÃO]

**Exemplo 8 – F3.** A1: bandeja 1 um hidrocarboneto e oxigênio (.) bandeja dois hidróxido de carbono mais água (.) busca uma pista na sala que tenha essa equação química/ C1: sim/ A1: (risos) [ESTRESSE/ DIVERSÃO]/ CF: o que temos que fazer?/ A1: não entendi nada/ [...] / M: vocês tem aqui um hidrocarboneto que é uma molécula formada por carbonos e hidrogênios ta (.) precisam identificar qual desses modelos moleculares têm/ A1: aaa ok/ C2: temos este não?/ A1: não/ M: conta quantos carbonos tem/ CF: três/ A1: este é  $H_8$  =/ M: = qual é a fórmula?  $C_3H_8$  bem (.) agora tem que ver das reações de combustão qual dessas três é a de vocês/ A1: a do meio/ M: a do meio não? (0.5) agora a copiem a reação e tem que ver quantos oxigênios tem e completar e quantos carbonos tem e completar quantas águas tem e completar o número.

**Exemplo 9 - F2.** C1: outro cadeado [SURPRESA]/ A2: outro cadeado (h) [DIVERSÃO]/ C2: outro cadeado [FRUSTRAÇÃO]/ A1: (inaudível) com a intensidade que você manuseia não pode ser nunca químico/ C1: eu? (.) “chegou correio” / C1: estamos buscando um cadeado [EXCITAÇÃO]/ A1: [“veja na caixa... a próxima pista para abrir o cadeado/ [...] / A2: [diz o que?]/ C1: [“não abrir” (.) “não abrir”]/ A1: “dentro da caixa encontrará outro desafio... leia as etiquetas” (.) busca novamente na sala pistas que te ajude a encontrar as substâncias que necessita...” / A2: (inaudível) as pistas não sabe/ C1: estou tentando tirar a chave / A1: e pra que pretende tirar a chave? / C1: pra abrir isso eu acho/ A1: aqui?/ A2: “tira a chave sem abrir o frasco usa um solvente [...]

**Exemplo 10 - F8.** A1: ai a equação/ A2: não não/ C1: (risos) 😊 eu pensei que era outra coisa 😊 [DIVERSÃO]/ A1: (risos) “os modelos de esferas negras Carbonos”/ A2: e plotamos?/ A1: são hidróxidos de carbono hidróxidos de carbono/ C1: leia leia / A1: “conta quantos carbonos tem em sua mesa e quantos hidrogênios” vamos contar quantos carbonos tem na mesa (risos)/ C2: é o que estou fazendo/ A2: (risos) está bem está bem vai/ M: Como estão?/ A2: um pouquinho perdidos (risos) [FRUSTRAÇÃO/ DIVERSÃO]

Fonte: elaborado pelos autores.

Nossos resultados mostram que o Estresse e a Frustração estiveram associados a emoções positivas (Diversão, Surpresa e Excitação), sugerindo que as famílias estavam desfrutando de uma experiência agradável e prazerosa evidenciada pelas conversas

descontraídas marcadas por risos. Harackiewicz, Barron & Elliot (1998), Ainley, Hidi & Berndoff (2002) e Scaffi *et al.* (2022) estudos demonstram que as emoções de alta ativação, sejam elas positivas ou negativas podem ocorrer de maneira associada e que situações como essa, são importantes para manter os indivíduos motivados e os incentivam a persistir nas atividades. May *et al.* (2022) utilizando o termo “luta produtiva” explicam que emoções negativas incentivam a persistência e o esforço das famílias para solucionar os desafios. Aguiar *et al.* (no prelo) também observaram que emoções negativas como, por exemplo, a Confusão foram propulsoras do protagonismo das famílias que, de forma autônoma, aprimoraram seu conhecimento a partir das converteram as dificuldades em positivas experiências de aprendizagem.

No caso do Estresse, observamos que a interação verbal entre as famílias e os mediadores possibilitou a execução de tarefas de forma rápida e focada no tempo da atividade. A Frustração motivou as famílias a explorar os objetos enquanto esforçavam-se para cumprir as tarefas, ou seja, as emoções negativas ativadoras provocam mudanças no comportamento dos visitantes, colocando-os como sujeitos ativos da sua aprendizagem (Pekrun, 2024; Pekrun & Perry, 2014). De maneira semelhante aos nossos resultados, Yllana-Prieto, Jeong & González-Gómez (2021a, 2021b) relataram que a Frustração pode ocorrer devido à dificuldade com um conceito científico, com a execução de uma tarefa e com a preocupação em relação ao tempo necessário para concluir o jogo de escape. Clauson *et al.* (2019), Sierra & Fernández-Fernández (2019) e Pan, Lo & Neustaedter (2017) reforçam esse resultado e acrescentam que a competitividade entre os participantes têm papel relevante na Frustração quando os participantes têm suas ideias e opiniões ignoradas e invalidadas pelo grupo. É interessante notar que esses estudos mostram que as emoções negativas podem ser sociais quando são relacionadas às interações sociais conflituosas ou epistêmicas quando relacionadas ao conhecimento científico. Na mesma direção, Rowe & Fitness (2018) e Macías-Guillén *et al.* (2021), ao estudar emoções em contexto universitário, relataram que a Frustração e o Estresse podem motivar os estudantes quando essas emoções estão associadas à curiosidade e o desejo de aprimorar seu conhecimento engajando os estudantes na execução das tarefas.

119

Por fim, nossos resultados mostram que a emoção Satisfação foi favorecida pelas interações sociais. Todas as famílias (n=8) interagiram em maior ou menor medida com os mediadores (n=19) recorrendo a estes profissionais buscando orientações que auxiliaram no esclarecimento de dúvidas e na compreensão dos desafios do jogo de escape. Os episódios que ilustram essas situações são apresentadas no **Quadro 5**.

#### Quadro 5. Exemplos de conversas que evidenciam a satisfação

**Exemplo 11 - F1.** M: como vão aqui? / A1: temos a escala de pH mas não nos disse = / A2: = aaaa C5 pera! / M: deixa eu ver (.) este o que diz? / A1: hidróxido de potássio = / M: = hidróxido de potássio (.) e esse o que é? / C1: aaaaaaaa [SURPRESA] / M: ácido bromídrico (.) como seria? (0,4) o H<sub>2</sub>O como é? (.) é ácido ou base? / M:

tem que ordenar de maior pH ao menor pH/ A1: aaaaaaaa [SURPRESA] claro! / [...] / C: ácido bromídrico (.) é sete nove/ C: sete nove doze/ C1: sete nove / C1: não, não pode ser porque tem ... (0.5) aaaaaaa [SURPRESA] / A1: ai não eu sou uma (inaudível) pra isso [FRUSTRAÇÃO] (risos)/ [...] / M: Então o que tem que interpretar é isso (.) que é uma base (.) é algo alcalino/ C1: Aaaa : (.) a tabelinha papai/ M: Se esse é alcalino.../ C1: A tabelinha/ M: Se esse é o alcalino onde ele está?/ A1: Aaaa : (.) aqui está! [SATISFAÇÃO]/ A2: Neutro é 7(.) ácido e alcalino/ [...].

**Exemplo 12 – F7.** A: sal sal sal (.) junte o sal porque é mais condutora que o açúcar/ M: cuidado com o sal senão como vão fazer a solução salina que lhes pede a receita/ [...] / A2: sal sal sal (.) junte o sal porque é mais condutora que o açúcar/ M: cuidado com o são senão como vão fazer a solução salina que lhes pede a receita/ [...] / A2: quanto ponho?/ A1: a metade (.) está bem/ C1: vamos todos morrer [PREOCUPAÇÃO]/ C2: e mistura [...] / C2: tá e agora o que esse dizia? “junta a solução salina até chegar numa massa consistente / [...] C2: uma pergunta? (.) a solução salinha qual seria?/ M: leia aí o cartão rosado (.) o que diz?/ C2: “Busca um tubo falcon que contenha água” (.) aaaaaa [SURPRESA] ok (.) colocamos sal e temos a solução salina / A1: faz uma cobrinha e unir os dois pólos (inaudível)/ A1: agora encontraram um código é 5/ M: vocês encontraram uma luz (.) qual é/ A1: é 5/ M: Como sabem que é 5?/ A1: porque é verde/ M: a pegou pelo espectro / C2: ah pelo espectro/ M: muito bem / A4: aaaa filho meu [SATISFAÇÃO].

Nossos resultados mostram o papel dos mediadores no engajamento das famílias e na conversão de emoções negativas em emoções positivas associadas a orientações que auxiliaram na compreensão de conceitos relacionados à química e física. Os episódios ilustrados no **Quadro 3** mostram que as conversas e interações entre as famílias e os mediadores foram intensas e fundamentais para a compreensão de acidez, alcalinidade, escala de pH, condutividade e espectro eletromagnético. Além disso, mostram que os mediadores influenciaram as emoções das famílias que, ao solucionar o desafio, sentiram-se satisfeitas com seu desempenho. Scalfi *et al.* (2022) e Franse *et al.* (2021) também observaram que a interação com mediadores facilitam a compreensão de conceitos científicos e provocaram reflexões resultando em conversas aprofundadas sobre ciência. Massarani *et al.* (2023) reforçam esses resultados e acrescentam que as interações com esses profissionais auxiliaram as famílias a concluir as atividades dentro de tempo limite despertando emoções de confiança e entusiasmo que conectaram as famílias à exposição.

Fazendo analogia com a teoria vygotskyana, a interação com os mediadores funcionou como uma “zona de desenvolvimento proximal emocional”, tal como discutido por Zembylas (2007) ao pontuar que as emoções, pensamentos e opiniões são construídas na medida em que interações interpessoais ocorrem e, nesse

contexto, as emoções negativas ativadoras provocam mudanças no comportamento dos visitantes, colocando-os como sujeitos ativos da sua aprendizagem.

O esforço cognitivo aliado à autonomia das famílias na execução das tarefas e à orientação dos mediadores estimularam os indivíduos quando as experiências anteriores contrastaram com um novo conhecimento proporcionando mudança conceitual, ou seja, foi por meio da construção conjunta e colaborativa que as famílias aprimoraram seu conhecimento e sentiram-se satisfeitos com seu próprio progresso. Além disso, é possível que as interações e conversas sobre ciência possam despertar nas famílias o interesse pela química, física e, de forma mais abrangente, pela ciência.

### **Considerações finais**

Neste estudo tivemos como objetivo analisar as respostas emocionais de famílias durante no *escape room* “Modo de escape: apenas a ciência pode te salvar” para compreender como as emoções contribuem com as experiências de aprendizagem e a construção de significado. Os registros de áudio e vídeo mostram a participação ativa das famílias no jogo de escape, evidenciada pela leitura de dicas, busca por orientações e esclarecimento dúvidas com os mediadores e, ainda, a associação dos conceitos com o contexto das famílias.

121

As conversas e interações sugerem que o jogo de escape proporcionou experiências de aprendizagem colaborativas potencializada por emoções negativas de alta ativação como, por exemplo, Estresse e Frustração. Estas emoções estavam associadas à preocupação com o tempo para execução das tarefas e à dificuldade de compreensão de conceitos científicos servindo como propulsoras para conversas e reflexões, possibilitando a resolução dos desafios.

A superação do Estresse e da Frustração foi possível devido ao papel protagonista das famílias e auxílio dos mediadores que foram essenciais e influenciaram as experiências de aprendizagem ao utilizarem que direcionaram a atenção, aumentaram a confiança, surpreenderam e despertaram a Satisfação das famílias. Outro ponto importante se refere às conversas descontraídas marcadas por risos que sugerem que o jogo de escape proporcionou uma experiência prazerosa com potencial para ficar registrado na memória das famílias e então, ganhar novos significados.

As emoções positivas de alta ativação: Diversão, Excitação e Surpresa foram observadas quando as famílias manipulavam objetos e aparatos, liam e refletiam sobre as informações e, ao mesmo tempo, validavam seu conhecimento. Dessa maneira, essas emoções e a dinâmica social do jogo de escape indicam que habilidades relacionadas à ciência como, por exemplo, analisar, comparar, identificar e classificar e o esforço cognitivo empregado para resolver as tarefas do jogo de escape podem contribuir com o interesse pela ciência.

Por fim, nossos resultados indicam que *escape rooms* em ambientes não formais podem contribuir com o processo educativo das famílias quando utilizam objetos e aparatos em torno de uma narrativa que contextualiza conceitos e aproxima a ciência da realidade das famílias.

## **Financiamento**

Este estudo foi realizado no âmbito do Instituto Nacional de Comunicação Pública de Ciência do Brasil e Tecnologia, com o apoio das agências financiadoras Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Desenvolvimento (CNPq, 465658/2014-8) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro Carlos Chagas Filho (FAPERJ, E-26/200.89972018). O estudo também recebeu apoio do CNPq no projeto apoiado pelo Edital Universal (405249/2018-7) e Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N° 39/2022 - Programa de Apoio a Museus e Centros de Ciência e Tecnologia e a Espaços Científico-Culturais (405329/2022-9). Luisa Massarani agradece ao CNPq pela Bolsa Produtividade A e à FAPERJ pelo “Cientista do Nosso Estado”.

## **Agradecimento**

Agradecemos às famílias que gentilmente aceitaram participar deste estudo.

## **Declaração sobre o uso de IA**

Os autores declaram que não utilizaram ferramentas de inteligência artificial em nenhuma etapa deste estudo.

## **Referências bibliográficas**

Ainley, Mary, Hidi, Suzanne & Berndorff, Dagmar (2002). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545–561. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.545>.

Aguiar Ibanes, Bruna, Massarani, Luisa, Scafi, Grazielle, Gonçalves, Waneicy, Araujo Magalhães, Juliana & da Silva Barros, Juliane (2025). Emoções e Ciência: uma análise das conversas e interações de famílias durante visitas espontâneas ao Museu da Natureza (Piauí, Brasil). *Anais do Museu Paulista*, 33(1), 1-34. DOI: <https://doi.org/10.11606/1982-02672025v33e33>.

Barrett, Lisa Feldman (2017). *How emotions are made: The secret life of the brain*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.

Borrego, Carlos, Fernández, Cristina, Blanes, Ian & Robles, Sergi (2017). Room escape at class: escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 162-171. DOI: <https://doi.org/10.3926/jotse.247>.

Briseño-Garzón, Adriana & Anderson, David A. (2012). Review of Latin American perspectives on museums and museum learning. *Museum Management and Curatorship*, 27(2), 161-177. DOI: <https://doi.org/10.1080/09647775.2012.674321>.

Clauson, Angela, Hahn, Lindsay, Frame, Tracy, Hagan, Angela, Bynum, Leigh Ann, Thompson, Marilyn E. & Kiningham, Kelley (2019). An innovative escape room activity to assess student readiness for advanced pharmacy practice experiences (APPEs). *Curr. Pharm. Teach. Learn.*, 11(7), 723-728. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.cptl.2019.03.011>.

Davies, Sarah R. (2019). Science Communication as Emotion Work: Negotiating curiosity and Wonder at a Science Festival. *Science as Culture*, 28(4), 538–561. DOI: <https://doi.org/10.1080/09505431.2019.1597035>.

Daza, Sandra Maria Caridad & Fernández-Sánchez, María Rosa (2019). Gamificando el aula universitaria. Análisis de una experiencia de escape room en educación superior. *REXE* 2019, 18, 105–115. DOI: <https://doi.org/10.21703/rexe.20191836sierra15>.

123

Doering, Zahava D. & Pekarik, Andrew J. (1996). Questioning the Entrance Narrative. *Journal of Museum Education*, 21(3), 20–23. DOI: <https://doi.org/10.1080/10598650.1996.11510333>.

Duan, Ruoyu Jenny, Walker, Graham J. & Orthia, Lindy A. (2021). Interest, emotions, relevance: viewing science centre interactive exhibit design through the lens of situational interest. *International Journal of Science Education, Part B*, 11(3), 191-209. DOI: <https://doi.org/10.1080/21548455.2021.1938740>.

Ekman, Paul (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48(4), 384–392. DOI: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.4.384>.

Falk, John Howard (2009). *Identity and the Museum Visitor Experience*. Nova York: Routledge.

Falk, John Howard (2018). *Born to Choose: Evolution, Self and Wellbeing*. Londres: Routledge.

Falk, John Howard (2021). *The value of museums: enhancing societal well-being*. Londres: Rowman & Littlefield.

Falk, John Howard & Dierking, Lynn Diane (2014). *The museum experience revisited*. Walnut Creek: Left Coast Press.

Farrow, C. Ben & Wetzel, Eric (2020). An Active Learning Classroom in Construction Management Education: Student Perceptions of Engagement and Learning. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(4), 299-317. DOI: <https://doi.org/10.1080/15578771.2020.1757536>.

Franse, Rooske K., van Schijndel, Tessa J. P., Plankman, Tamara I. & Raijmakers, Maartje E. J. (2021). Families' experiments and conversations at an open-ended exhibit in a science museum: individual characteristics and the influence of minimal guidance strategies. *Science learning in everyday life*, 105(4). DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21620>.

Gu, Simeng, Wang, Fushun, Patel, Nitesh P., Bourgeois, James A. & Huang, Jason H. (2019). A Model for Basic Emotions Using Observations of Behavior in *Drosophila*. *Frontiers in Psychology*, 10(781), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00781>.

124

Hall, Sophie S., McGill, Ross M., Puttick, Steven & Maltby, John (2022). Resilience, science, technology, engineering, and mathematics (STEM), and anger: A linguistic inquiry into the psychological processes associated with resilience in secondary school STEM learning. *British Journal of Educational Psychology*, 92(1), 1215-1238. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjep.12496>.

Harackiewicz, Judith M., Barron, Kenneth E. & Elliot, Andrew J. (1998). Rethinking Achievement Goals: When Are They Adaptive for College Students and Why? *Education Psychologist*, 33(1), 1-21. DOI: [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3301_1).

Hoffmann, Stefan & Doan, Stacey. N. (2018). *The social foundations of emotion: Developmental, cultural, and clinical dimensions*. Washington DC: American Psychological Association.

Humaine (2008). *Humaine Emotion Annotation and Representation Language*. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20080411092724/http://emotion-research.net/projects/humaine/earl>.

Jack, Rachel E., Garrod, Oliver G. B. & Schyns, Philippe G. (2014). Dynamic facial expressions of emotion transmit an evolving hierarchy of signals over time. *Current biology*, 24(2), 187-192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.11.064>.

Jeong, Jin Su., González-Gómez, David & Cañada-Cañada, Florentina (2019). How does a flipped classroom course affect the affective domain toward science course?

Interactive Learning Environments, 29(1), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636079>.

Kasper, Gabriele & Wagner, Johannes (2014). Conversation Analysis in Applied Linguistics. *Annual Review of Applied Linguistics*, 34(1), 171–212. DOI: <https://10.1017/S0267190514000014>.

Kuchynka, Sophie, Reifsteck, Tina V., Gates, Alexander E. & Rivera, Luis M. (2021). Developing self-efficacy and behavioral intentions, among underrepresented students in STEM: the role of active learning. *Frontiers in Education*, 6, 668239. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.668239>.

LATU (2023). Espacio Ciencia LATU (EC LATU). Disponível em: <https://grupomccac.org/guia/uruguai/espacio-ciencia-latu/>.

Macías-Guillén, Almudena, Díez, Raquel Montes, Serrano-Luján, Lucia & Borrás-Gené, Oriol (2021). Educational Hall Escape: Increasing Motivation and Raising Emotions in Higher Education Students. *Education Sciences*, 11(9), 527. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11090527>.

Massarani, Luisa, Chagas, Catarina, Rocha, Luana, Rowe, Shawn & Fontaneto, Renata (2019a). Children's protagonism in a science exhibition: an exploratory study of an exhibition in Rio de Janeiro (Brazil). *Research in Science Education*, 51(1), 1307-1324. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09886-w>.

125

Massarani, Luisa, Mucci Poenaru, Lara, Norberto Rocha, Jessica, Rowe, Shawn & Sigrid, Falla (2019b). Adolescents learning with exhibits and explainers: The case of Maloka. *International Journal of Science Education, Part B*, 9(3), 253-267. DOI: <https://doi.org/10.1080/21548455.2019.1646439>.

Massarani, Luisa, Scalfi, Grazielle, Neves, Rosicler, Dahmouche, Monica S. & Bento, Luiz (2023). Family visits to a biodiversity exhibit: An analysis of emotional responses during free visits and visits mediated by explainers. *Cultures of Science*, 6(2), 214-234. DOI: <https://doi.org/10.1177/20966083231183255>.

May, Sarah, Todd, Katie, Daley, Samantha G. & Rappolt-Schlichtmann, Gabrielle (2021). Measurement of Science Museum Visitors' Emotional Experiences at Exhibits Designed to Encourage Productive Struggle. *Curator: The Museum Journal*, 64(4), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1111/cura.12449>.

Mazzanti, Paolo (2021). Emotions inside/out museums. Em Paolo Mazzanti & Margherita Sani (Orgs.), *Emotions and Learning in Museums* (6-13). Berlin: Network of European Museum Organisations.

Medeiros, Israel A. Ananias de, Neres, Raimundo L., Sousa, Ruimar N., Rodrigues, Rosângela S. de, Silva, Valter A. de & Vieira, Francisco Chagas das (2021). O uso da ferramenta digital escape room como recurso de ensino e aprendizagem de matemática nos anos finais do ensino fundamental. *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 37840-37851. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-309>.

Munna, Afzal S. & Kalam, Md Abul (2021). Impact of Active Learning Strategy on the Student Engagement. *Gnosi: an interdisciplinary journal of human theory and praxis*, 4(2), 96-114. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED614302.pdf>.

Mussell, Linda, Walby, Kevin & Piché, Justin (2023). 'Sadly, my group was "hanged" at the end of the evening': the politics of deservingness and representation at carceral-themed escape rooms. *Leisure/Loisir*, 47(3), 431-457. DOI: <https://doi.org/10.1080/14927713.2022.2159865>.

Mystakidis, Stylianos & Christopoulos, Athanasios (2022). Teacher perceptions on virtual reality escape rooms for STEM education. *Information*, 13(3), 136. DOI: <https://doi.org/10.3390/info13030136>.

Nicholson, Scott (2015). Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. Cambridge: MIT School of Humanities Arts and Social Sciences. Disponível em: <https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>.

Nicholson, Scott (2018). Creating Engaging escape rooms for the Classroom. *Childhood Education*, 94, 44-49. DOI: <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1420363>.

Nicholson, Scott & Cable, Liz (2021). Unlocking the potential of puzzle-based learning: Designing escape rooms and games for the classroom. SAGE Publications.

Organização das Nações Unidas (2015). Transformando o nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

Pan, Rui, Lo, Henry & Neustaedter, Carman (2017). Collaboration, Awareness, and Communication in Real-Life escape rooms. *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*. DOI: <https://doi.org/10.1145/3064663.306476>.

Peleg, Ran, Yayon, Malka, Katchevich, Dvora, Moria-Shipony, Mor & Blonder, Ron (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun! *Journal of Chemical Education*, 96(5), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00406>.

Pekrun, Reinhard (2024). Control-Value Theory: From Achievement Emotion to a General Theory of Human Emotions. *Educational Psychology Review*, 36(83), 1-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7>.

Pekrun, Reinhard & Perry, Raymond P. (2014). Control-value theory of achievement emotions. Em Reinhard Pekrun & Lisa Linnenbrink-Garcia (Orgs.), *International handbook of emotions in education*. Routledge/Taylor & Francis Group.

Perakyla, Anssi & Sorjonen, Marja-Leena (2012). *Emotion in interaction*. Oxford: Oxford University Press.

Plutchik, Robert (2001). The Nature of Emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American Scientist*, 89(4), 344-350. DOI: <https://doi.org/10.1511/2001.28.344>.

Rowe, Anna D. & Fitness, Julie (2018). Understanding the Role of Negative Emotions in Adult Learning and Achievement: A Social Functional Perspective. *Behaviour Science*, 8(27), 1-20. DOI: <https://doi.org/10.3390/bs8020027>.

Russell, James A. & Barrett, Lisa Feldman (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5), 805-819. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.76.5.805>.

Scalfi, Grazielle, Massarani, Luisa, Gonçalves, Waneicy, Chagas Andrade Aparecida, Adriana & Bizerra, Alessandra (2023). Emotional responses from families visiting the zoo: a study at Parque das Aves in Foz do Iguaçu. *Journal of Science Communication*, 22(05), A05. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.22050205>.

127

Scalfi, Grazielle, Massarani, Luisa, Gonçalves, Waneicy & Marandino, Martha (2022). Emoções e museus de ciência: um estudo com visitas de famílias ao Museu de Microbiologia do Instituto Butantan, São Paulo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22(1), 1-38. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5716/571674320045/html/>.

Shaby, Neta, Dillon, Justin, Peleg, Ran, Ben-Zvi Assaraf, Orit, Pattinson, Scott, Pierroux, Palmyre *et al.* (2025). Telling tales: the use of narratives in informal STEM settings. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2469065>.

Smith, Karen & Davies, Joanne (2010). Qualitative data analysis. Em Lena Dahlberg & Colin McCaig (Orgs.), *Practical Research and Evaluation: A Start-to-Finish Guide for Practitioners* (145-158). Thousand Oaks: SAGE Publications.

Tapay-Pulla, Luis Patricio & Ávila-Mediavilla, Carlos Marcelo (2022). Escape room como estratégia metodológica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático em la carrera de Educación Básica. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 862-884. DOI: <https://doi.org/10.23857/pc.v7i10.4761>.

Veldkamp, Alice, Knipples, Marie-Christine P. J. & van Joolingen, Wouter R. (2021). Beyond the early adopters: escape rooms in science education. *Frontiers in Education*, 6(1), 622860. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.622860>.

Veldkamp, Alice, van de Grint, Liesbeth, Knipples, Marie-Christine P. J. & van Joolingen, Wouter R. (2020). Escape education: a systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31(1), 100364. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>.

Vidergor, Hava E. (2021). Effects of digital escape room on gameful experience, collaboration, and motivation of elementary school students. *Computers & Education*, 166(1), 104156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104156>.

Vygotsky, Lev S. (1998). *Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

Yachin, Tal & Barak, Miri (2024). Science-Based Educational Escape Games: A Game Design Methodology. *Research in Science Education*, 54(1), 299-313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10143-4>.

Yin, Robert K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.

128 Yllana-Prieto, Félix, González-Gómez, David & Jeong, Jin Su (2023). Influence of two educational escape room– Breakout tools in PSTs' affective and cognitive domain in STEM (science and mathematics) courses. *Biotechnology and bioengineering hub*, 9(1), e12795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12795>.

Yllana-Prieto, Félix, Jeong, Jin Su. & González-Gómez, David (2021a). Virtual escape room and STEM content: effects on the affective domain on teacher trainees. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 331-342. DOI: <https://doi.org/10.3926/jotse.1163>.

Yllana-Prieto, Félix, Jeong, Jin Su & González-Gómez, David (2021b). An online-based edu-escape room: a comparison study of a multidimensional domain of PSTs with flipped sustainability-STEM contentes. *Sustainability*, 13(3), 1032. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13031032>.

Zembylas, Michalinos (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(1), 355-367. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.12.002>.

**Políticas institucionales de las oficinas de transferencia  
tecnológica de universidades mexicanas para el fomento  
de la actividad de transferencia tecnológica \***

**Políticas institucionais dos escritórios de transferência  
de tecnologia das universidades mexicanas para a promoção  
da atividade de transferência de tecnologia**

***Institutional Policies of Technology Transfer Offices  
of Mexican Universities for the Promotion  
of Technology Transfer Activities***

**Juan Ignacio Campa Navarro**  \*\*

La transferencia tecnológica universitaria es una actividad esencial en los procesos de innovación en todo el mundo. En México, sin embargo, las universidades todavía muestran rezagos importantes en sus procesos de transferencia tecnológica. Existen diversos obstáculos que impiden que dicha actividad sea amplia y dinámica. El objetivo de este artículo es presentar algunos factores que inciden sobre la actividad de transferencia. Consideramos que el más significativo está relacionado con reglas sobre el reparto de beneficios económicos que se asignan a las comunidades académicas para incentivarlas a comercializar sus tecnologías propias. Mediante un método descriptivo, determinamos los resultados siguientes: i) hay un número muy bajo de oficinas de transferencia tecnológica existentes; ii) muy pocas de estas estructuras tienen reglamentos para gobernar la transferencia de tecnologías; iii) el tipo de incentivos establecidos es inadecuado; y iv) los lineamientos institucionales no han favorecido, sino que probablemente han obstaculizado la transferencia tecnológica universitaria.

129

**Palabras clave:** innovación; oficinas de transferencia tecnológica; propiedad industrial; política tecnológica; instituciones; transferencia de tecnología

---

\* Recepción del artículo: 24/01/2024. Entrega del dictamen: 13/03/2024. Recepción del artículo final: 24/04/2025.

\*\* Posdoctorante en el Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales (IISES) de la Universidad Veracruzana (UV), México. Correo electrónico: xuan.ijnazio@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2998-2960>.

A transferência de tecnologia universitária é uma atividade essencial nos processos de inovação em todo o mundo. No México, entretanto, as universidades ainda estão atrasadas em seus processos de transferência de tecnologia. Há vários obstáculos que impedem que essa atividade seja ampla e dinâmica. O objetivo deste artigo é apresentar alguns fatores que afetam a atividade de transferência. Consideramos que o mais significativo está relacionado às regras sobre a distribuição de benefícios econômicos que são atribuídos às comunidades acadêmicas para incentivá-las a comercializar suas próprias tecnologias. Usando um método descritivo, determinamos os seguintes resultados: i) o número de escritórios de transferência de tecnologia existentes é muito baixo; ii) pouquíssimas dessas estruturas têm regulamentos para reger a transferência de tecnologia; iii) o tipo de incentivos estabelecidos é inadequado; e iv) as diretrizes institucionais não favoreceram, mas provavelmente prejudicaram a transferência de tecnologia universitária.

**Palavras-chave:** inovação; escritórios de transferência de tecnologia; propriedade industrial; política tecnológica; instituições; transferência de tecnologia

*University technology transfer is an essential activity in innovation processes worldwide. In Mexico, however, universities are still lagging in their technology transfer processes. There are several obstacles that prevent this activity from being broad and dynamic. The objective of this article is to present some factors that affect the transfer activity. We consider that the most significant one is related to rules on the distribution of economic benefits assigned to academic communities to encourage them to commercialize their own technologies. Using a descriptive method, we have reached the following conclusions: i) there is a very low number of existing technology transfer offices; ii) very few of these structures have regulations to govern technology transfer; iii) the type of incentives established is inadequate; and iv) institutional guidelines have not favored but probably have hindered university technology transfer.*

**Keywords:** innovation; technology transfer offices; industrial property; technology policy; institutions; technology transfer

## Introducción

La innovación tecnológica mueve al mundo. Las economías de países, industrias, corporaciones o individuos anclan su ventaja competitiva en los procesos de innovación. La transferencia de tecnología ha sido un factor relevante dentro de estos procesos, contribuyendo a la intensidad de la dinámica de la innovación y el desarrollo tecnológico. En este artículo referimos a la transferencia de tecnología como la comercialización de bienes, procesos o servicios que surgen a partir de invenciones de base tecnológica. La transferencia de tecnología implica la transferencia de conocimientos sistemáticos para la fabricación de productos, para la instrumentación de procesos o para la prestación de servicios (Insaurralde-Alviso, 2022).

En un mundo a la vez globalizado y fragmentado por el conocimiento científico y tecnológico, las universidades emergen actualmente como verdaderos centros de poder en materia de creación, desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías. En las universidades de los países desarrollados, la actividad de transferencia de tecnología es una característica distintiva habitual. Por contrario, en los países en desarrollo las universidades han dado prioridad al desempeño de las actividades tradicionales de enseñanza, investigación y extensión sobre las actividades enfocadas a la investigación y desarrollo tecnológico y su aplicación industrial: la llamada tercera misión. En el caso de las universidades mexicanas, la transferencia tecnológica está cobrando un papel cada vez más relevante, pues se han venido asumiendo como entidades capaces de generar conocimiento científico y tecnológico factible de ser protegido a través de la propiedad industrial para transferirse al sector productivo (Calderón, 2017).

131

Dentro del entramado general de lo que conforma la transferencia tecnológica, la propiedad industrial ha sido un factor cada vez más esencial. Mientras que en las universidades de los países desarrollados el uso de la propiedad industrial ha alcanzado una gran importancia en las últimas cuatro décadas, como parte de las actividades sustanciales para la transferencia tecnológica a la industria, en las universidades de países en desarrollo, en particular las universidades mexicanas, la utilización de la propiedad industrial es un fenómeno relativamente reciente, demasiado complejo, con varios retos y obstáculos. Si bien el registro de la propiedad industrial —el patentamiento universitario y de las otras figuras de propiedad industrial— es una actividad que ha cobrado vigor de manera relativamente recién en el quehacer de las universidades mexicanas, la transferencia de los activos tecnológicos protegidos hacia el sector productivo es un fenómeno todavía en construcción (Díaz & Soria, 2020).

Las universidades en México para gestionar sus procesos de transferencia de tecnologías, siguiendo la tendencia mundial, han venido pasando por una etapa de creación y puesta en operación de estructuras especializadas identificadas como oficinas de transferencia tecnológica (OTT). Estos organismos que prestan sus servicios a sus propias universidades tienen como objetivo esencial la comercialización de las tecnologías propias a través de varias modalidades, siendo el licenciamiento

de la propiedad industrial al sector empresarial una de las modalidades esenciales (Tecpoyotl *et al.*, 2021).<sup>1</sup>

Cabe mencionar que, en general, cada universidad asume su propio modelo de diseño y gestión de su OTT correspondiente. Sin embargo, dentro de la modalidad para llevar a cabo la transferencia tecnológica de las universidades al sector empresarial a través de la gestión de la propiedad industrial, esta pasa por el seguimiento de acuerdos, el apoyo a la asimilación de la propiedad industrial, la generación de contratos de la propiedad industrial, la estrategia comercial de la propiedad industrial, la valuación de la propiedad industrial, las estrategias de la protección de la propiedad industrial y la evaluación de la propiedad industrial (Castañón *et al.*, 2015).

Este artículo explora un aspecto de todos los componentes del proceso de la transferencia tecnológica llevada a cabo por universidades mexicanas hacia el sector empresarial. Nos enfocamos principalmente en identificar y analizar los lineamientos institucionales (las reglas del juego) con que se proveen las universidades mexicanas a través de sus oficinas de transferencia de tecnología para gobernar e incentivar la transferencia de tecnologías protegidas a través de la propiedad industrial al sector productivo. Sin embargo, tomamos en cuenta hasta cierto nivel también la dimensión macro al revisar la trayectoria histórica de las políticas tecnológicas que el gobierno federal en turno ha adoptado para fomentar la transferencia tecnológica universitaria en las dos últimas décadas. Esto con el fin de dilucidar probables condicionantes pasados sobre las reglamentaciones vigentes en materia de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas.

Nuestra proposición esencial es que las universidades públicas y privadas en México anteriormente y en la actualidad no han impulsado con intensidad sus procesos de transferencia tecnológica al sector productivo, primero debido a que han hecho esfuerzos limitados por conformar las OTT, con las cuales se lleva a cabo de manera especializada las actividades de transferencia tecnológica. En segundo lugar, las universidades que cuentan con dichas estructuras han establecido lineamientos institucionales que definen incentivos débiles para estimular la propensión de los investigadores universitarios a buscar la comercialización de sus adelantos tecnológicos protegidos mediante la propiedad industrial.

La metodología empleada con la que se obtienen los resultados los cuales apoyan las aseveraciones anteriores es de tipo cualitativo y no experimental. La obtención

<sup>1</sup> Desde luego, las OTT comprenden diversos objetivos o funciones esenciales como facilitar la conversión de los resultados de investigación en nuevos productos o servicios en beneficio para la sociedad: promover el desarrollo económico regional y la creación de empleo; recompensar, retener y reclutar a investigadores y estudiantes; fomentar las relaciones con las empresas; generar recursos financieros complementarios para la institución y/o los investigadores, a través del patrocinio a la investigación, los servicios de consultoría y las donaciones; prestar a todo el personal de la universidad, servicios relacionados con la propiedad intelectual y el emprendimiento; y apoyar la creación de *spin-offs* y generar ingresos por regalías para la institución y los investigadores (McDonald *et al.*, 2004, p. 50). Sin embargo, a efectos de exposición de este informe, nos enfocamos específicamente en la función de la transferencia tecnológica mediante los contratos de licenciamiento de la propiedad industrial.

de los datos y los resultados presentados se obtuvo de la recopilación, la revisión, la comparación y el análisis de las fuentes primarias (lineamientos generales y reglamentos) y secundarias a las cuales se tuvo acceso. Cabe señalar que, debido a que el tema propuesto es novedoso y escasamente estudiado con anterioridad, se cuenta con muy poca literatura disponible sobre el estudio de las legislaciones o normativas y su impacto en los procesos de la transferencia tecnológica universitaria, además de que parte de la información de la que tenemos conocimiento no es de acceso público o ha sido inaccesible. Dada esta situación, se eligió elaborar un estudio de naturaleza descriptiva en lugar de otro método de análisis y evaluación.

Debido a lo novedoso del tema, y pese a las limitaciones enfrentadas, se considera que el desarrollo de este estudio es relevante pues contribuye al estado del conocimiento sobre el fenómeno de la transferencia tecnológica de las universidades en México. Es un aporte original que se diferencia de estudios previos porque esencialmente determina, discute y analiza el tipo de incentivos que establecen los lineamientos institucionales con que cuentan las OTT para dirigir la transferencia tecnología a la industria, tomando en consideración una muestra relativamente amplia de dichas oficinas de transferencia de tecnología pertenecientes a universidades mexicanas.

Cabe mencionar que, para tener una visión más clara y completa de cómo se explican los procesos de transferencia tecnológica en las universidades a través de los lineamientos institucionales, se debería hacer una revisión más amplia de los mismos observando el entramado completo de disposiciones correspondientes. Sin embargo, el propósito de revisar en particular lo que se refiere a los incentivos que se establecen para estimular el interés de los investigadores, se considera que es fundamental y todavía de gran importancia, puesto que son los investigadores quienes, finalmente, con sus resultados tecnológicos, alimentan las fases posteriores del proceso de protección por medio de la propiedad industrial y de la transferencia tecnológica universitaria.

133

La estructura del artículo es la siguiente. En la primera sección se hace una revisión de la literatura que trata sobre la transferencia tecnológica de las universidades al sector empresarial mediante el uso de la propiedad industrial y que es llevada a través de las oficinas de transferencia de tecnología. En la segunda sección se plantea la metodología de la obtención y análisis de los datos. En la tercera sección se muestra un repaso en perspectiva histórica de las políticas tecnológicas y los incentivos que el gobierno federal mexicano ha establecido para promover la transferencia tecnológica universitaria.

Luego se presentan los resultados de la investigación. En la cuarta sección se expone el nivel de OTT que actualmente operan dentro del país y se determina el nivel de la dotación institucional establecida para gobernar los procesos de la transferencia tecnológica en las universidades mexicanas. En la quinta sección se identifica y discute los tipos de incentivos que son determinados con los lineamientos institucionales para estimular a los investigadores académicos a buscar la comercialización de

sus creaciones tecnológicas. En la sexta sección se hace un esbozo del nivel de actividad de transferencia tecnológica por medio de la propiedad industrial que las universidades mexicanas han llevado a cabo recientemente. En la última sección se describen las conclusiones.

## Revisión de la literatura

Como se ha mencionado, la transferencia de tecnología se refiere a la transferencia de los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico entre entidades mediante un proceso formalizado para garantizar su explotación en el mercado. Entre las universidades y el sector empresarial dicho proceso formalizado es llevado a cabo por las primeras a través de las oficinas de transferencia de tecnología.

Con base en la literatura revisada de los procesos de transferencia tecnológica, en particular los llevados a cabo mediante las OTT, podemos considerar una agrupación de los estudios en tres conjuntos que incluyen los factores que influyen en dichos procesos de transferencia: un primer conjunto relacionado con la presencia de tales estructuras organizacionales y sus capacidades de gestión de la transferencia tecnológica; un segundo conjunto que reconoce el papel de elementos externos como los que tienen los gobiernos y otros actores sociales sobre los procesos de transferencia tecnológica; y un tercer conjunto que comprende factores institucionales al interior de las OTT y el cual se relaciona con los argumentos que presentamos en este trabajo. A continuación, se hace una breve exposición respecto de cada conjunto.

El primer grupo resalta la importancia de la existencia o el establecimiento de las oficinas de transferencia tecnológica para fomentar ampliamente los procesos de transferencia de tecnologías de las universidades al sector empresarial. Estos trabajos proponen que, con la existencia de una OTT dentro de una universidad, se cuenta con una estructura que facilita e impulsa los procesos de transferencia de tecnología, pues con la sola presencia de este tipo de organizaciones se crean círculos virtuosos de desarrollo tecnológico debido al apoyo especializado que las oficinas de transferencia proporcionan al sector académico y al empresarial (Laurent, 2011). Se plantea que estas estructuras son esenciales porque facilitan los procesos de convertir los resultados tecnológicos en nuevos productos o servicios al transferir estos resultados al sector productivo empresarial; incentivan el trabajo de investigación y su aplicación industrial de la comunidad académica; gestionan y desarrollan relaciones productivas y comerciales entre las universidades y las empresas; promueven la obtención de recursos financieros para las universidades a través de los diversos servicios que prestan a las empresas; impulsan el registro de la propiedad intelectual, gestionan su comercialización y contribuyen en la generación de ingresos por regalías a las universidades, a los investigadores y a las propias oficinas de transferencia; y promueven el emprendimiento con el fomento de creación de empresas tipo *spin-offs* (Alvarado, 2018). Por contrario, la ausencia de oficinas de transferencia en

las universidades es carecer de estructuras organizacionales adecuadas para comercializar los adelantos tecnológicos (Solleiro *et al.*, 2012).

Otra serie de trabajos trata con la eficiencia de las OTT para llevar a cabo las gestiones especializadas de la transferencia de tecnologías. Ya no solo es el hecho de que existan oficinas de transferencia para llevar a cabo las actividades de transferencia tecnológica, sino también analizar las capacidades que tienen para ver cómo dichas tareas son realizadas con eficiencia. Entre los factores más recurrentes, se considera que la variación en el tamaño de las oficinas de transferencia, los niveles de cualificación del personal, la experiencia histórica o antigüedad de estas organizaciones, los recursos financieros con que cuentan y el capital relacional que poseen son factores esenciales para explicar el grado de eficiencia de las OTT en la gestión de los procesos de transferencia de tecnologías de las universidades al sector empresarial (Villalobos *et al.*, 2015). Sin embargo, cuando las autoridades universitarias no dotan de los recursos suficientes a las OTT, cuando estas registran burocracias excesivas o son limitadas en su autonomía que les permita un funcionamiento propiamente responsable en su gestión, tales estructuras pueden no ser muy adecuadas para llevar a cabo sus propósitos (Solís *et al.*, 2020).

El segundo conjunto trata sobre los factores externos que influyen sobre el desempeño de las OTT en el desarrollo de sus actividades de transferencia de tecnologías al sector productivo. El fomento o las barreras a la transferencia tecnológica universitaria dependen de las condiciones de desarrollo tecnológico y de las políticas tecnológicas, económicas y sociales alcanzadas y establecidas en las regiones, los países o los sectores donde las universidades llevan a cabo los procesos de innovación. En general, es más recurrente en los países en desarrollo que en los países avanzados destinar menos recursos para llevar a cabo los programas o instrumentos de fomento de la transferencia tecnológica en las universidades. Además, de los magros recursos disponibles, estos son canalizados en más proporción al financiamiento de actividades de investigación en ciencia básica que a la investigación aplicada con utilidad industrial. En estos países las políticas educativas de formación de cuadros de tecnólogos también están muy poco vinculadas con los requerimientos y dinámicas de las actividades económicas locales. En los países en desarrollo es más frecuente que gran parte del empresariado local y extranjero no estén interesados en utilizar el conocimiento generado en las universidades, dificultando la transformación de los adelantos tecnológicos en productos útiles debido al tamaño de los mercados, la falta de convergencia de intereses entre los académicos y la industria, y sus asimetrías de información y poder de negociación (Puerta-Sierra *et al.*, 2017).

El tercer conjunto se refiere a los lineamientos institucionales (las reglas de juego) que proveen las universidades a sus OTT para gobernar los procesos de transferencia tecnológica. Uno de los factores es el relacionado con la disponibilidad o por el contrario con la ausencia, insuficiencia o deficiencia de políticas, normas, lineamientos o reglas

explícitas para gobernar e incentivar el proceso de transferencia tecnológica (Lubbe & Brent, 2009). El establecimiento de normas por las OTT propicia fuertes incentivos a las comunidades académicas para que se interesen por la explotación industrial de sus adelantos tecnológicos. Por contrario, la falta o deficiencia de ordenamientos crea incentivos inadecuados que obstaculizan la propensión a comercializar las invenciones realizadas por las comunidades universitarias (Pérez & Calderón, 2014).

Para las comunidades académicas de las universidades el grado de obtención de beneficios económicos, puede ser un fuerte incentivo para que difundan sus invenciones tecnológicas mediante su protección legal y posterior transferencia (Lach & Shankerman, 2008).<sup>2</sup> Un elemento crucial dentro de los lineamientos institucionales es respecto de las reglas del juego que se establecen para la distribución de los beneficios o el reparto de regalías por la transferencia de tecnologías frecuentemente vía el licenciamiento de la propiedad industrial. Si bien tales normativas establecidas varían entre universidades, se considera que las que otorgan a sus comunidades académicas una proporción más alta de los ingresos por la transferencia de tecnología son las comunidades más propensas a registrar en las entidades donde se protege la propiedad industrial sus invenciones y luego licenciarlas (Chang, Chen & Yang, 2009).

136

Cuando las OTT no cuentan con reglamentaciones, o cuando sus lineamientos establecen porcentajes de participación menores en los ingresos para las comunidades de investigadores, estos tienen pocos incentivos para comercializar sus tecnologías. Pues, a menor ingreso, menor interés tiene para ellos buscar la explotación económica de sus resultados tecnológicos. En caso de falta de reglas para el reparto de beneficios, pueden surgir probables conflictos por la repartición entre los involucrados en los proyectos de investigación y registrarse costos de transacción elevados por la negociación y renegociación por el reparto, entre otras fricciones por tal situación (Siegel *et al.*, 2004).

Dado el repaso de la literatura disponible, se considera que los argumentos que se exponen tienen relación con el tercer conjunto de factores que influyen sobre los procesos de transferencia tecnológica puesto que se converge en señalar la importancia de los lineamientos institucionales para fomentar la actividad de transferencia tecnológica universitaria. Sin embargo, nuestras proposiciones se diferencian de las argumentaciones previas en que consideran importante también estudiar la calidad o idoneidad de los incentivos que establecen dichos lineamientos institucionales, pues además de la ausencia de reglas, las insuficiencias y deficiencias de estas configuran una matriz de incentivos que, en lugar de dar certeza a la apropiación de los beneficios, generan incertidumbre en las comunidades académicas para comercializar sus tecnologías.

<sup>2</sup> Existen diversas modalidades de pago en arreglo al tipo de traspasos de la propiedad industrial: por ejemplo, un solo pago inicial por la venta de patentes, o el pago periódico de regalías o de montos fijos por el licenciamiento de patentes o de los otros tipos de propiedad industrial.

## Metodología y fuentes de datos

El contenido de este artículo es de carácter exploratorio, dado que el objeto de estudio es un tema novedoso poco estudiado. Hay escasa literatura disponible como referente de países en desarrollo que aborde el tema de nuestro trabajo, y una buena parte de la información y datos requeridos para su desarrollo no estuvieron disponibles o han sido prácticamente inaccesibles. El tipo de investigación es documental. El desarrollo de esta investigación se centró en recopilar, revisar, comparar y estudiar los textos normativos o las reglamentaciones disponibles de cada una de las OTT de universidades mexicanas, y que estas tienen a su disposición para definir las reglas del juego que se establecen para la distribución de los beneficios económicos que se otorgan a las comunidades universitarias y que son generados con el proceso de transferencia tecnológica vía el licenciamiento al sector empresarial.

El método empleado es del tipo cualitativo y no experimental. Primero, se trata de identificar cuál es el nivel disponible de la reglamentación con que cuentan las OTT universitarias para definir y aplicar el pago de beneficios económicos a sus comunidades académicas autoras de las invenciones tecnológicas que son objeto de transferencia tecnológica. Segundo, con el estudio de los reglamentos, tratamos de determinar el tipo de incentivos que las OTT universitarias establecen para impulsar a sus comunidades de investigadores o inventores a generar creaciones tecnológicas y a registrarlas en las entidades de la propiedad industrial correspondientes, pero sobre todo a fomentar su propensión para que se interesen en buscarles una aplicación industrial. Finalmente, como una extensión a los dos aspectos anteriores, se busca esbozar el nivel de la actividad de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas al sector productivo, aludiendo a las posibles implicaciones que los incentivos sobre el reparto de beneficios económicos pudieron tener sobre tal actividad.

137

La metodología consiste en lo siguiente. Para establecer la cantidad de reglamentos disponibles que definen la distribución de pagos a los investigadores universitarios, se procedió primero a determinar el número de OTT universitarias que actualmente se encuentran en operaciones dentro del país. Se procede, así, bajo la lógica que las universidades que han constituido oficinas de transferencia tecnológica cuentan con la infraestructura y recursos, incluidas los acervos de políticas, normativas, reglamentos, lineamientos conformados para gobernar, organizar y gestionar la actividad de transferencia tecnológica hacia el sector productivo.

El resultado es un número de 34 OTT de universidades mexicanas que funcionan en la actualidad. El dato fue obtenido a través de la información proporcionada por directivos de la Red OTT México A.C. mediante consultas vía telefónica y por medio de correo electrónico y a través de la revisión del padrón de oficinas de transferencia tecnológica certificadas por el gobierno federal presentado en el informe elaborado por el FINNOVA (2017). Cabe mencionar que la información no es exhaustiva, pues consideramos que pueden estar funcionando otras OTT que desconocemos debido a que no se cuenta con algún otro registro o medio para su identificación.

Determinado el número de oficinas de transferencia tecnológica universitarias se procede a establecer el nivel de los lineamientos institucionales que tienen estas entidades para gobernar el reparto de beneficios económicos entre sus comunidades académicas. Para acceder a los textos de los reglamentos respectivos, se consultaron los sitios web de las universidades o las páginas electrónicas específicas de las OTT que conforman la muestra. Una parte importante de los reglamentos disponibles se pudo obtener por este medio, pero en los casos que esto no fue posible, debido a que la información no estaba visible o no disponible en tal medio, se procedió a consultar de manera personal vía telefónica o por correo electrónico a los funcionarios titulares o directivos de las OTT restantes para solicitar la información correspondiente. El porcentaje de respuesta total positivo fue del 74%, mientras que hubo una negativa de respuesta de 26%.

Para identificar y determinar el tipo de incentivos establecidos en los reglamentos administrados por las OTT universitarias mexicanas que motivan a sus comunidades académicas a buscar la comercialización de sus invenciones tecnológicas, se llevó a cabo una revisión detallada de los textos normativos identificándose y comparando las disposiciones que contienen sobre el reparto de los beneficios económicos. Se determina en principio que, a través de porcentajes de participación sobre el total de recursos económicos obtenibles, los investigadores universitarios obtienen un beneficio directo cuando se llevan a cabo procesos de transferencia tecnológica mediante el licenciamiento de la propiedad industrial de sus creaciones tecnológicas. Estos porcentajes varían con cada reglamento de cada OTT, mostrando que estas asumen políticas muy diversas respecto del reparto de los beneficios que obtienen las comunidades académicas cuando buscan la aplicación comercial de sus inventos tecnológicos.

Por último, a través de la recopilación, consulta y revisión de fuentes secundarias, se hace un esbozo y recuento del nivel de transferencia tecnológica que las OTT de las universidades mexicanas han llevado a cabo básicamente a través de la realización de contratos de licenciamiento de su propiedad industrial con el sector empresarial. Como anotamos, la metodología aquí adoptada se debe a la naturaleza de los datos obtenidos, los cuales, además de ser muy escasos, no permiten un análisis formal riguroso. Por lo tanto, se procedió a un análisis comparativo y descriptivo de la información, lo cual, dado lo poco explorado del tema abordado, es apropiado para aportar algunos resultados y su discusión al estado de la cuestión.

### **Contexto general de las políticas públicas sobre transferencia tecnológica en las universidades mexicanas**

En esta sección se hace una revisión histórica de las políticas públicas que los gobiernos en turno en México han establecido para fomentar los procesos de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas en las dos últimas décadas. Si bien prácticamente todo el entramado de la política tecnológica nacional

ha dejado de existir con la administración federal actual, se considera conveniente exponer un esbozo de lo que ha sido con el fin de contar con elementos que permitan explicar en parte las condiciones actuales del desarrollo institucional de las OTT universitarias mexicanas.

Se tiene como referente que la experiencia más ampliamente citada en la literatura respecto de una política nacional para incentivar la transferencia de tecnología de las universidades al sector industrial fue el caso de Estados Unidos con el establecimiento en 1980 de la llamada Ley Bay-Dole. Esta legislación estableció, con sus posteriores reformas, que todos aquellos proyectos de investigación realizados por universidades estadounidenses, públicas o privadas, con fondos federales pudieran ser protegidos a través de la propiedad industrial con fines de comercialización de los adelantos tecnológicos resultantes (Grimaldi *et al.*, 2011).

En México el establecimiento de políticas o medios institucionales para incentivar la transferencia tecnológica de las universidades a las empresas es de fechas más reciente, alrededor de veinte años. Principalmente ha sido a través del gobierno federal que se han promovido dichas políticas teniendo como referente en su definición las pautas dadas por la apertura comercial (Rojas, 2017). El antecedente inmediato fue el establecimiento de la Ley de la Ciencia y Tecnología (LCT) de 2002, que dispuso la conformación de instrumentos como el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECITI) y el Programa Nacional de Innovación (PNI), ambos indicados para el periodo 2001-2006, los cuales promovían esquemas nuevos de financiamiento y fomento para el desarrollo de la innovación de organismos públicos, empresas, universidades y centros de investigación. Por vez primera, dentro del PECITI se incluyó la promoción del registro de patentes, estableciendo una serie de mecanismos para el fomento del patentamiento entre las universidades y las empresas (Díaz & Soria, 2020). Diseñado para el periodo 2008-2012, el PECITI continuó con la política de fomento en lo particular al patentamiento universitario. Definió explícitamente el papel esencial que tienen las patentes dentro de los procesos de innovación. A este programa se le dio continuidad con el PECITI 2014-2018. Desde entonces la política gubernamental ha estado dirigida hacia el diseño de mecanismos e instrumentos de fomento a la transferencia de conocimientos con el fin de consolidar la vinculación entre las universidades y las empresas (Tello & Flores, 2019; Díaz & Aboites, 2020).

La Ley de Ciencia y Tecnología se reformó en 2009. Una de las novedades institucionales fue considerar que las universidades y los centros de investigación públicos podrían crear unidades de vinculación y transferencia de conocimiento con la industria y los servicios. A partir de 2010, el gobierno federal, a través de la Secretaría de Economía (SE) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), conformó un conjunto de programas en el marco del PNI y el PECITI para la conformación de las hoy conocidas como OTT. Lo cual refleja todavía más lo tardío de la política tecnológica nacional para contribuir al fomento de la comercialización de tecnologías por parte de las universidades mexicanas.

El Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA) ha sido el programa principal que el gobierno federal desde 2012, a través de la SE y el CONACYT en el marco del PECITI, ha establecido para fomentar la creación y fortalecimiento de las Oficinas de Transferencia de Conocimiento (OTC) –luego conocidas como OTT– en universidades y centros de investigación públicos y privados. Este proceso de constitución o permanencia pasa por una política que ha comprendido tres etapas. Una de precertificación, otra de certificación y una fase final de entrega de bonos de transferencia, apoyo económico con el fin de que las OTT se consoliden o alcancen su maduración. La primera convocatoria de certificación fue en 2012. De esta manera, para 2014 se contaba con un registro de 117 oficinas de transferencia tecnológica establecidas y certificadas a lo largo y ancho del país, de las cuales 37 correspondían a universidades públicas y privadas (Castañón *et al.*, 2015). Sin embargo, en la última convocatoria de certificación en 2017, solo 56 OTT fueron certificadas (Aguilar & Matos, 2018).<sup>3</sup>

La Ley de Ciencia y Tecnología nuevamente se reformó en 2015. A partir de entonces, se establecieron ciertos lineamientos generales que contribuyeron a rebajar los obstáculos a la transferencia tecnológica en las universidades. Por vez primera, se explicitó que las titularidades –en materia de propiedad intelectual– de las tecnologías generadas en las universidades con fondos federales son propiedad de dichas universidades, aspecto esencial en la resolución de disputas sobre la titularidad de las invenciones tecnológicas que son registradas como propiedad industrial (patentes, modelos de utilidad, etc.). Por otra parte, en la LCI se consideró que son los órganos de gobierno de las universidades y centros de investigación públicos los que, de manera autónoma, establezcan las reglas de operación sobre los registros de la propiedad industrial resultante. Otra reforma que fortaleció las facultades de las universidades públicas sobre los procesos de transferencia fue que sus comunidades académicas pudieran comercializar sus resultados de investigación con las empresas sin entrar en conflicto de interés.

Pese los avances antes expuestos, la Ley de Ciencia y Tecnología siguió todavía sin estipular provisiones esenciales que faciliten el proceso de transferencia tecnológica universitaria. En particular, siguió siendo omisa en ciertos aspectos específicos en materia de derechos de disfrute de las comunidades académicas por la transferencia de tecnologías a la industria. Con la última reforma había comprendido un lineamiento general respecto de la distribución de beneficios por la explotación de la propiedad industrial, mencionando que hasta un 70% de las regalías se puede asignar a los inventores universitarios. Sin embargo, esto no es un precepto obligatorio y en la práctica los acuerdos por pago de beneficios económicos se venían haciendo caso por caso en cada universidad (Calderón, 2014). En mayo de 2023 esta legislación fue

<sup>3</sup> La certificación puede perderse si la organización solicitante no cumple con todos los requisitos establecidos en las reglas de operación del programa. Desde 2017 el gobierno federal no ha vuelto a publicar una nueva convocatoria para la certificación de OTT en el país. Por otro lado, se desconoce el dato actualizado del número de universidades que actualmente cuentan con una oficina de transferencia certificada. Si bien, por otro lado, la Red OTT tiene un propio padrón actualizado pero cuyos requisitos de registro son diferentes a los establecidos en el FINNOVA.

abrogada, estableciendo en su lugar la actual Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. En este nuevo ordenamiento, en su artículo 36, ya no contempla dicha disposición indicativa sobre el porcentaje de participación, dejando abierta su estipulación a cada negociación entre las partes.

Otra política tecnológica que se relaciona o tiene implicaciones sobre el fomento a la transferencia tecnológica universitaria es el de la llamada política nacional de patentes. Esta política actualmente está básicamente comprendida por lo establecido en la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial y su Reglamento, lo cual es un entramado institucional reformado de la legislación que comprendía a la Ley de Propiedad Industrial de 1994. Tal legislación gobierna los procesos de registro y protección de la propiedad industrial, básicamente los derechos de patentes, modelos de utilidad, etc. A lo largo de su conformación, si bien ha establecido con cierta claridad los derechos exclusivos de los titulares, la política de patentes ha sido prácticamente omisa respecto del modo de normar los derechos de uso, disfrute y transferencia de la propiedad industrial de las universidades con relación a sus comunidades académicas. Básicamente, en esta legislación solo se ha estipulado que los trabajadores universitarios que generen tecnologías dentro de las organizaciones educativas tienen derecho al reconocimiento como inventores y de una compensación económica fijada por convenio entre las partes, disposición que se remite a la Ley Federal del Trabajo.<sup>4</sup>

Cabe mencionar que, desde 2025, el gobierno federal estableció una política complementaria en el esfuerzo de fomentar el eslabonamiento hacia la transferencia tecnológica de las universidades mexicanas al establecer la creación de los primeros centros de patentamiento (CEPAT) dentro de dichas organizaciones educativas y de investigación.<sup>5</sup> Los CEPAT son oficinas que realizan actividades de gestión de derechos en materia de propiedad intelectual. Dicha gestión básicamente comprende, en principio, la identificación de proyectos susceptibles de ser protegidos mediante la propiedad industrial, la asesoría para realizar las búsquedas del estado de la técnica, la asesoría en la redacción y el llenado de las solicitudes de patentes por parte de los inventores, tramitar las solicitudes en materia de protección ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), la capacitación en materia de propiedad industrial y la difusión sobre los servicios que presta el IMPI (s/f). A 2017 se contaba con 45 CEPAT operando a largo del territorio nacional (IMPI, 2017).

141

En la revisión anterior se muestra que, con todo y los avances llevados a cabo por el gobierno federal para fomentar la transferencia de tecnología universitaria, sigue sin atenderse eficazmente una serie de aspectos relevantes para incentivar con intensidad dichos procesos. En especial notamos que el medio institucional general que ha conformado el gobierno federal para regir la actividad de la transferencia tecnológica de

<sup>4</sup> Esto según lo establecido en la Ley Federal del Trabajo en su artículo 63 (Aboites & Díaz, 2015).

<sup>5</sup> Tales como el CEPAT del Instituto Politécnico Nacional y el de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

las universidades sigue adoleciendo de omisiones en su reglamentación institucional.<sup>6</sup> En especial en lo relacionado con los derechos de uso y disfrute de los traspasos de tecnologías, pues ni en la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, ni en la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, ni en la Ley Federal del Trabajo –las tres actualmente vigentes– se cuenta con criterios o con preceptos específicos y claros respecto de la participación de las comunidades universitarias en los derechos de uso y disfrute de la transferencia de sus inventos protegidos por medio de la propiedad industrial al sector empresarial. Ciertamente, las propias universidades y centros de investigación han contado con autonomía relativa para definir sus propios lineamientos o reglamentaciones, lo cual ha sido también una tarea pendiente, como veremos más adelante.

A continuación, en las secciones siguientes se expone y analizan las normativas de que disponen las universidades mexicanas a través de sus OTT para definir las reglas del reparto o asignación de los recursos obtenidos por la transferencia de tecnologías, vía el licenciamiento entre los participantes de las comunidades académicas.

### **Las OTT universitarias mexicanas: reglamentación para el reparto de beneficios**

En esta sección se presentan los primeros resultados de este trabajo de investigación. Se inicia con el recuento de 34 universidades mexicanas que son las que actualmente cuentan con al menos una oficina de transferencia tecnológica.<sup>7</sup> Este dato es muy significativo si consideramos que se tienen registradas 3068 universidades públicas y privadas establecidas en todo el país según el reporte del Sistema de Información Cultural.<sup>8</sup> Lo que en principio muestra que el Sector Universitario en México todavía no ha prestado la suficiente importancia al desarrollo tecnológico propio y sus procesos de transferencia ante la escasa creación o fortalecimiento de OTT.

De las 34 OTT universitarias establecidas y funcionando actualmente, 27 corresponden a universidades públicas y siete a universidades privadas. Del total de oficinas de transferencia que se encuentran en funciones, 22 cuentan con la última certificación hecha en 2017 y el resto opera sin tal certificación.<sup>9</sup> Esto en principio

<sup>6</sup> Según Aboites y Díaz (2015), el medio institucional básico para el fomento del desarrollo tecnológico en el campo donde se desenvuelven las universidades mexicanas lo constituyen la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Federal del Trabajo (LFT), la Ley de la Propiedad Industrial (LPI, o actualmente la LFPIPI), la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA), la Ley Federal de Ciencia y Tecnología (LFCT, o actualmente LGHCTI), y el Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores del ahora CONAHCYT. El resto de las instituciones aquí enumeradas tampoco comprende provisiones sobre el uso y disfrute de los beneficios económicos por parte de las comunidades académicas por los procesos de transferencia tecnológica.

<sup>7</sup> Si bien organizaciones educativas como la Universidad Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de México cuentan con dos o más OTT dentro de su extensa estructura educativa, para efectos de este artículo consideramos una sola entidad por universidad para efectos de estimación de cálculos.

<sup>8</sup> Más información en: [https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado\\_id=0](https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado_id=0).

<sup>9</sup> Véanse, en la **Tabla A** del **Anexo**, el nombre y el tipo público o privado de las universidades mexicanas que cuentan con al menos una OTT.

representa que un conjunto muy reducido de universidades tiene estructuras con las capacidades adecuadas, según el gobierno federal, para llevar a cabo de la manera más eficiente sus actividades relacionadas con la transferencia tecnológica.

Dentro del conjunto total de OTT universitarias, se observan capacidades diversas respecto de la dotación de ordenamientos o reglamentaciones establecidos para gobernar los procesos de transferencia de las tecnologías al sector empresarial. La **Tabla 1** muestra el nivel de la reglamentación institucional de las OTT que establecen las reglas del reparto de beneficios económicos entre todos los participantes de las comunidades universitarias.

**Tabla 1. Disponibilidad de reglamentación para el reparto de beneficios económicos por transferencia de tecnologías (2023)**

|                                          | Cantidad  | %          |
|------------------------------------------|-----------|------------|
| Con reglamentación disponible            | 13        | 38         |
| Negociación caso por caso                | 7         | 21         |
| En proceso de elaboración o autorización | 2         | 6          |
| Sin reglamentación disponible            | 3         | 9          |
| Información no disponible                | 9         | 26         |
| <b>Total</b>                             | <b>34</b> | <b>100</b> |

143

Fuente: elaboración propia con información pública obtenida de los sitios web de las universidades y de la consulta directa a funcionarios titulares o directivos de las OTT universitarias.

Del total de las 34 oficinas de transferencia, solo 13 de ellas cuentan con reglamentos que especifican la distribución de beneficios económicos entre las comunidades académicas para la comercialización de tecnologías, lo que representa un 38% del total de OTT.<sup>10</sup>

Por otro lado, existen siete oficinas de transferencia tecnológica –pertenecientes respectivamente a la Universidad de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Universidad del Valle de México, la Universidad Anáhuac, la Universidad la Salle, la Universidad Autónoma de Morelos y el Instituto Politécnico Nacional– que no cuentan con ninguna normativa, tienen una propuesta de reglamento en trámite de autorización, o en su defecto sus reglamentaciones no contienen disposiciones explícitas, pero mantienen la política de negociar caso por caso con sus comunidades académicas los pagos de beneficios por los traspasos de tecnología que se dan entre dichas universidades y el sector empresarial. Bajo esta modalidad, las

<sup>10</sup> Véase la **Tabla B** en el **Anexo**, donde se enlista el conjunto de universidades con su correspondiente reglamentación.

tarifas o tasas de beneficios otorgados a los investigadores universitarios son fijadas por las OTT o por otras autoridades en arreglo a la modalidad y el monto de cada proyecto celebrado con el sector empresarial.<sup>11</sup>

Por su parte, dos OTT tienen actualmente bajo trámite –ante las rectorías o autoridades jurídicas– las reglamentaciones correspondientes a los procesos de transferencia de tecnologías y del reparto de beneficios económicos, encontrándose en esta situación la Universidad Veracruzana y la Universidad Autónoma de Chiapas. Cabe mencionar que estas dos universidades cuentan con OTT creadas recientemente y no han gestionado a la fecha ninguna transferencia de tecnología, pues se encuentran en proceso de fortalecimiento y consolidación de sus gestiones técnicas y administrativas. A su vez, tres OTT correspondientes a la Universidad Politécnica de Pachuca, Universidad Nacional de Propiedad Intelectual A.C. y el Instituto Tecnológico Superior de Mianzla operan sin contar explícitamente con reglamentación sobre la transferencia de tecnología y el pago de beneficios económicos. Al momento de la consulta, manifestaron que temporalmente no estaban ejerciendo funciones de transferencia tecnológica debido a una reestructuración administrativa y de procesos en su interior.

Finalmente, tenemos presente que hay nueve OTT universitarias que están en funciones, pero desconocemos si disponen de reglamentos sobre la transferencia de tecnologías y distribución de beneficios económicos para sus comunidades académicas, debido a que no se encuentra información en las páginas web de las universidades, así como tampoco obtuvimos respuesta al contactar con distintos funcionarios de ellas.

Como se puede notar, el subconjunto de OTT que cuentan con reglamentaciones de la distribución de beneficios a las comunidades académicas no es muy amplio: representa poco más de un tercio de la muestra total. Este primer resultado puede considerarse un indicador de un ausente o insuficiente *stock* de reglamentación institucional, lo que implica un vacío de incentivos –o de incentivos poco idóneos– para fomentar la actividad de transferencia tecnológica del sector universitario al sector empresarial.

### **Las OTT universitarias mexicanas: los incentivos a la transferencia de tecnologías**

En esta sección se revisan las reglas de operación que las OTT universitarias mexicanas han establecido para definir el reparto de los beneficios económicos entre sus comunidades académicas por la transferencia de tecnologías a través de contratos de licenciamiento de su propiedad industrial (patentes, diseños industriales, modelos de utilidad, etc.). Se trata de analizar el tipo de incentivos que cada OTT establece para

<sup>11</sup> El IPN y la UACJ disponen de reglamentos, pero en su articulado no se especifica la distribución de los beneficios económicos otorgados a sus comunidades académicas. La Salle, la Valle de México y la Anáhuac están tramitando actualmente una reglamentación, pero todavía gestionan caso por caso el reparto de los beneficios económicos.

fomentar la transferencia tecnológica por medio de estímulos a los participantes de las comunidades académicas para que generen y transfieran sus desarrollos tecnológicos a la industria. Las 13 oficinas de transferencia tecnológica universitarias que cuentan con reglamentos para normar el reparto o la distribución de beneficios entre las comunidades académicas muestran diferentes políticas de asignación de pagos económicos.

En la **Tabla 2** se muestran los incentivos que las OTT establecen para contribuir al fomento de la actividad de transferencia tecnológica a partir de quiénes son los beneficiarios de los recursos económicos obtenibles y los porcentajes de participación que se asignan a cada participante universitario por el reparto de beneficios económicos o ingresos por regalías por la transferencia de tecnologías a través de contratos de licenciamiento de la propiedad industrial. En la segunda columna se indica el porcentaje de participación en los beneficios que reciben los inventores o las inventoras, profesores, investigadores y alumnos, por las invenciones tecnológicas realizadas dentro de las instalaciones de las universidades, por las cuales se les otorga a sus creadores un derecho pecuniario a la explotación económica de tecnologías por el sector empresarial. En la tercera columna de la tabla se indica la participación en los beneficios que obtienen las universidades como una sola identidad representada por sus rectorías generales. La cuarta columna refiere al lugar de adscripción o área donde fueron generadas las invenciones tecnológicas, frecuentemente el lugar de adscripción de los investigadores académicos en facultades, centros de investigación, departamentos, etc. La quinta columna corresponde a la parte de los ingresos obtenibles que se asignan a las propias OTT que contribuyen en su gestión. La última columna comprende diferentes instrumentos que las diferentes reglamentaciones disponen respecto de la asignación y el uso de los recursos extraordinarios obtenidos por la transferencia de tecnología al sector empresarial.

145

**Tabla 2. Distribución de pagos por la explotación comercial de la propiedad industrial por las OTT en México (2023)**

| Universidad | Asignaciones en % a: |          |                         |     |         |
|-------------|----------------------|----------|-------------------------|-----|---------|
|             | Inventor(es)         | Rectoría | Dependencia académica * | OTT | Otro ** |
| UNAM        | 50                   | 20       | 30                      |     |         |
| UAM         | 50                   | 20       | 10                      |     | 20      |
| ITESM       | 50                   | 50       |                         |     |         |
| UANL        | 40                   | 40       | 20                      |     |         |
| CINVESTAV   | 40                   | 30       | 30                      |     |         |
| UNISON      | 40                   | 40       | 20                      |     |         |
| BUAP        | 30                   |          |                         | 40  | 30      |

|       |    |    |    |  |    |
|-------|----|----|----|--|----|
| IBERO | 30 | 70 |    |  |    |
| UDG   | 40 |    | 30 |  | 30 |
| UABC  | 40 | 20 | 40 |  |    |
| UASLP | 40 |    | 60 |  |    |
| UAQ   | 50 | 40 | 10 |  |    |
| ITESO | 30 | 70 |    |  |    |

Fuente: información obtenida de los reglamentos indicados en la **Tabla B**. Notas: \* Es la dependencia donde se generó la tecnología (por ejemplo: Facultad de Química, Departamento de Ingeniería, etc.). \*\* La UAM reparte el % para la adquisición de inventario fijo tanto en la división como en el lugar de adscripción de los inventores. La BUAP asigna el recurso para la compra de materiales y equipo para los investigadores. El CINVESTAV asigna un 30%, que divide entre el área de trabajo del inventor o los inventores (20%) y la dirección general (10%). La IBERO asigna el 70%, a través de una dirección de investigación, los recursos para sufragar costos y apoyar la continuación de proyectos de investigación. La UDG asigna un 30% a programas prioritarios institucionales que son definidos por la universidad.

146

Como se puede notar, la política de distribución de beneficios económicos asumida por las OTT varía en cuanto a las magnitudes de los pagos y del tipo de participantes beneficiarios. Vemos en principio que los pagos asignados a los inventores universitarios van desde participaciones del 30, el 40 y hasta el 50% de los ingresos totales. Por ejemplo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) son de las universidades que más alto porcentaje asignan a sus comunidades de investigadores (50%), mientras que organizaciones educativas como el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) y la Universidad Iberoamericana (IBERO) otorgan el porcentaje más bajo de participación a sus inventores académicos: el 30% del total de ingresos netos obtenibles.

Por otro lado, notamos que, mientras que la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) establece una distribución de los beneficios económicos entre diversos participantes, el ITESO y la IBERO concentran los pagos solo en dos actores, sus rectorías (70%) y sus inventores (30% de los beneficiarios que se obtengan).

Por otra parte, es de interés ver que solo la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) establece en su reglamento otorgar a su propia oficina de transferencia tecnológica parte de los recursos que se generan con las transferencias de tecnología. Este resultado puede significar que sea una práctica generalizada que las OTT de las universidades mexicanas sean financiadas para llevar a cabo sus operaciones a través de lo comprendido en los presupuestos generales de cada universidad más que de una autogestión de obtención de recursos propios.

En conjunto, las OTT otorgan una participación a los inventores universitarios en los beneficios económicos por la transferencia de tecnologías que ronda el 40% de los ingresos totales.<sup>12</sup> Si se toma como referencia lo que la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT) estipulaba desde 2009 en su artículo 51, donde se mencionaba que se debía otorgar hasta el 70% de los beneficios a los inventores, se podría considerar que el nivel de los incentivos otorgados por las universidades mexicanas —a través de las reglamentaciones institucionales provistas por las OTT hacia sus comunidades de investigadores— no es muy elevado, lo cual ha podido ser un factor limitante para estimular la propensión a registrar y buscar la aplicación comercial de sus creaciones tecnológicas.<sup>13</sup> Siguiendo la hipótesis de este artículo, se considera que a mayor porcentaje que las universidades asignan o han asignado a sus comunidades de investigadores, mayor es el resultado alcanzado en cuanto al volumen de transferencia tecnológica que han llevado a cabo al sector productivo.

La aseveración anterior se refuerza si se comparan los resultados con algunas experiencias a nivel internacional. Notamos que la variación de los porcentajes asignados por universidades extranjeras no es tan diferente. Sin embargo, por ejemplo, en el caso español, pese a la variación observada en las asignaciones por las universidades de este país, el porcentaje medio o de la mayoría de los casos ha estado entre el 50 y el 60% de los ingresos netos para los inventores (Albo & Zulueta, 2007). En el caso de países asiáticos como Singapur, Tailandia, Corea, Japón, Filipinas y China, si bien también hay una variación importante en las participaciones de los inventores dentro de sus universidades, se considera que a la mayoría de las comunidades académicas en cada país se les ha otorgado entre un 60 y un 70% de los beneficios económicos (Nezu, 2007).

147

Un aspecto de interés relativo a la asignación de los beneficios económicos es que la distribución de los porcentajes a los inventores tampoco es uniforme. Cuando las invenciones son realizadas por un solo investigador académico, el porcentaje que fijan los reglamentos de las OTT va totalmente a dicho participante universitario. Sin embargo, cuando las invenciones son producto de una colaboración o coautoría de investigadores, en la reglamentación disponible se muestran ciertas peculiaridades respecto de cómo se van a distribuir los porcentajes ya establecidos entre varios inventores. Gran parte de los reglamentos de las OTT para la distribución de beneficios económicos que se revisaron dispone que, en caso de que una creación tecnológica haya sido realizada por dos o más inventores, la distribución del porcentaje fijado que se les asigna se debe repartir a través de un acuerdo voluntario.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASL), la Universidad de Guadalajara, la Universidad de Sonora y la IBERO son las únicas que establecen

<sup>12</sup> Como verifica esta ilustración, el cálculo de la mediana y la moda de datos no agrupados.

<sup>13</sup> Como se ha anotado anteriormente, en la actual Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación que abrogó a la Ley de Ciencia y Tecnología, en su artículo 36 ya no contempla esta disposición indicativa sobre el porcentaje de participación.

reglas para esta segunda forma de reparto. El reglamento de la OTT de la UASL establece que el 40% de los ingresos asignados debe repartirse entre el total de inventores en las proporciones o partes que fije el Consejo Técnico de la Dependencia o la Secretaría Académica. El reglamento de la IBERO establece que el 30% asignado a los inventores debe distribuirse en partes iguales, mientras que el reglamento de la Universidad de Guadalajara dispone que el reparto del 40% entre varios investigadores lo determinan los titulares de las dependencias respectivas. Finalmente, la normativa de la Universidad de Sonora señala que el porcentaje de 40% se debe dividir de acuerdo con el grado de participación de cada inventor sobre la creación tecnológica, lo cual se debe expresar en un reporte intitulado notificación de invención.

Pese que toda la reglamentación institucional de las OTT contiene algún tipo de provisión para definir el reparto de los ingresos que obtiene cada inventor, también se puede apreciar que esta dotación de reglamentos adolece de insuficiencias y deficiencias. En los casos donde se establece que el reparto sea a través de acuerdos voluntarios, esto puede dar paso a conflictos por la percepción que tiene cada investigador sobre sus derechos de apropiación; y en los casos donde se especifican las formas de reparto, finalmente la decisión está en manos de funcionarios que pueden tomar decisiones no del todo eficientes. La complejidad que se observa sobre definir reglas más idóneas para el reparto de beneficios ha propiciado que se hayan establecido incentivos débiles para el fomento de las actividades de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas. Sin embargo, esta suposición hay que tomarla con cautela, pues la falta de datos sobre cómo se han establecido los repartos de beneficios no permite hacer firmes aseveraciones.<sup>14</sup>

Otro aspecto importante de señalar es que, dentro de la reglamentación institucional disponible, solo dos OTT han establecido en sus reglamentos la disposición del plazo de duración del pago de los beneficios económicos asignados a los investigadores. La UAQ dispone que sus académicos disfruten de diez años del porcentaje fijado como pago. Después de ese periodo, si continúa el pago de regalías u otro tipo de ingreso monetario, el porcentaje fijado a los investigadores pasa directo a la universidad. Por su parte, en el reglamento de la OTT de la UANL se estipula que el pago de beneficios a los investigadores durará el tiempo de explotación de la invención sin ninguna otra provisión. El resto de los reglamentos de las OTT no menciona alguna cuestión al respecto, mostrando un carácter implícito en sus disposiciones. Esta indefinición puede llevar a los investigadores a considerar que sus esfuerzos no son recompensados durante un plazo apropiado, lo cual puede conllevar a que sean más proclives a priorizar otras actividades de su función académica como la tarea de publicar sus investigaciones donde pueden obtener resultados o beneficios más puntuales en el tiempo. Nuevamente, la falta de datos por el problema de acceso

<sup>14</sup> En un primer momento, se buscó acceder a la consulta y extracción de datos de los convenios de transferencia tecnológica firmados por las universidades mexicanas y las empresas. Esto pasaba por solicitar el acceso a los expedientes a los funcionarios encargados en las OTT, lo que resultó —en los casos donde había ya contratos celebrados— en una negación rotunda, debido a que eran documentos exclusivos reservados que no estaban disponibles al público.

a los contratos de transferencia tecnológica no permite contrastar esta suposición, pero dicho supuesto es razonable bajo la lógica de que el establecimiento claro sobre la duración del plazo que tengan las comunidades de investigadores para la apropiación de sus beneficios económicos es preferible, pues les otorga certeza sobre la temporalidad de los ingresos que esperan obtener, lo que incentiva su propensión a continuar comercializando sus aportaciones tecnológicas.

La ausencia o insuficiencia de reglamentaciones para establecer la distribución de los beneficios económicos cuando se realicen contratos de transferencia de tecnologías, así como la deficiencia de las reglas existentes respecto del segundo reparto y las indefiniciones para establecer plazos de duración de los pagos de los beneficios económicos, implica que las OTT han establecido, mediante sus reglamentaciones institucionales, incentivos débiles o poco idóneos para sus comunidades académicas, con el fin de impulsar la transferencia de tecnologías. Para los investigadores, esta debilidad institucional puede generar incertidumbre respecto a la valoración de sus esfuerzos por crear nuevas tecnologías y buscar su aplicación comercial.

### **Las OTT universitarias mexicanas: desempeño de la actividad de transferencia tecnológica**

En esta sección se presenta un esbozo de lo que ha sido la actividad de transferencia de tecnologías por parte de las universidades mexicanas. Lo que se pretende es mostrar una relación posible entre la naturaleza de los incentivos conformados por la reglamentación institucional de las OTT y el nivel de actividad de la transferencia tecnológica.

149

Se cuenta con poca información disponible en el caso mexicano sobre el nivel de transferencia tecnológica llevada a cabo por las universidades al sector empresarial, lo cual dificulta dimensionar la dirección o intensidad actual o histórica de la actividad de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas mediante sus OTT. En especial, la que se ha llevado a cabo mediante el licenciamiento de tecnologías protegidas por la propiedad industrial (patentes, modelos de utilidad, etc.). No se tienen posibilidades de precisar las implicaciones efectivas de la reglamentación institucional con que cuentan las OTT para el gobierno y el estímulo de sus procesos de transferencia de tecnologías al sector empresarial.

Sabemos que en los países en desarrollo las actividades de transferencia tecnológica por parte de las universidades a las empresas son bastante limitadas (Calderón & Castro, 2017). Esto no es la excepción en el caso mexicano. Como muestra la literatura revisada que presentamos a continuación, la transferencia tecnológica de las universidades mexicanas, realizada por medio del licenciamiento de su propiedad industrial a la industria, es escasa. Sin embargo, cabe mencionar que, aunque la intensidad del registro de transferencia de tecnologías de las universidades mexicanas al sector productivo mediante la propiedad industrial es

un fenómeno relativamente reciente, se cuenta con algunos antecedentes que se remontan a la década de 1980, cuando se registraron casos de éxito de transferencia de tecnologías patentadas en la UNAM, la UAM y el IPN (Casas & Luna, 1997; Casalet, 2012).

En un estudio de caso de la UAM, una de las primeras cinco universidades en el top del ranking del nivel de patentamiento universitario en la actualidad, Aboites y Díaz (2015) muestran que gran parte de las patentes que posee dicha universidad no llegan al licenciamiento debido a una serie de dificultades para su difusión tecnológica, incluidos los incentivos débiles de la política de pago de beneficios a su comunidad de investigadores. En un estudio de que comprende a universidades federales ubicadas en la ciudad de México, Días y Soria (2021) muestran que, del total de patentes registradas por el conjunto, solo el 36,5% de las patentes reportó tener algún tipo de vínculo universidad-industria. Este porcentaje baja a 12,5% cuando se identifican las patentes que han sido transferidas a las empresas mediante contratos de licenciamiento que incluyen el pago de regalías a las comunidades universitarias. Más todavía, cuando se identifica el pago de beneficios a los inventores universitarios, solo un 6,8% de los investigadores reportó recibir dichos beneficios. Esto se debe, entre otros factores, mencionan los autores, a las deficiencias en las políticas de propiedad y transferencia del conocimiento en las universidades.

150

Soria (2019) señala que, aunque un conjunto de universidades federales situadas en la ciudad de México cuenta con una oficina de transferencia tecnológica, los casos de patentes que generan regalías son muy pocos. El autor comenta que en el periodo 1991-2015 la UNAM y el IPN son los que han registrado algunos casos de éxito, dos contratos de licencias en el caso de la primera universidad y un contrato en el caso de la segunda. Por su parte, la UAM, el CINVESTAV y el ITESM no reportaron tener ingresos por regalías, aunque sí suscribieron contratos de licenciamiento. López (2010) indica que el IPN en el periodo 2008-2010 celebró solo seis contratos de licenciamiento de patentes con empresas dedicadas a diferentes giros como la producción de alimentos, productos de higiene, alimentos, etc. En su estudio comparativo de seis OTT, Agramon y Lechuga (2019) encuentran que solo dos licencias de patentes fueron gestionadas por la oficina de transferencia de la UNAM en el periodo que cubrieron.

Se tiene presente que algunos estudios muestran cierto nivel importante de actividad de transferencia tecnológica por las universidades mexicanas. Por ejemplo, Amaro (2008) muestra que el Instituto de Biología de la UNAM, a través de su propia OTT, había celebrado 25 convenios de transferencia de tecnología con diferentes empresas extranjeras relativos a materiales biológicos y dos convenios sobre *software* especial entre 2004 y 2006, aunque para 2008 solo había registrado dos contratos de transferencia sobre medicamentos para combatir la picadura de animales ponzoñosos con los Laboratorios Silanes.

En este mismo sentido, el caso conocido del ITESM es el más consistente. Según Kreiner (2014), entre 2000 y 2013 esta universidad privada obtuvo el registro de 54 patentes, de las cuales 34 fueron comercializadas. A su vez, según los informes anuales disponibles del 2016 al 2021, esta organización educativa otorgó 24 licenciamientos de patentes, modelos de utilidad o diseños industriales en total. Dichas cifras de licenciamiento nos muestran que, por año, en promedio, tres licencias de propiedad industrial han sido otorgadas al sector empresarial, lo cual, si bien es una cifra relativamente baja, si se compara con los referentes del licenciamiento realizado por universidades extranjeras, se toma en consideración que es la única universidad mexicana que refleja una actividad relativamente constante y consistente de transferencia tecnológica en un plazo largo.<sup>15</sup>

Los ejemplos anteriores muestran en general que se ha registrado un nivel bajo de la actividad de transferencia tecnológica de las universidades mexicanas hacia el sector productivo en las últimas décadas. Factores diversos pueden tomarse en consideración para explicar tal situación, en especial si se toma en cuenta que hasta fechas recientes la oferta tecnológica de las universidades no ha sido competitiva. Buena parte de estas organizaciones no ha contado con capacidades sólidas de investigación y desarrollo de tecnologías novedosas, por lo cual su proveeduría ha sido esencialmente precaria para la industria.

Con todo, las universidades mencionadas en estos ejemplos cuentan con reglamentos para la distribución de beneficios a sus comunidades. En principio, a través de sus OTT, otorgan incentivos a sus comunidades académicas para el desarrollo de la transferencia tecnológica. Sin embargo, y a falta de más información, podemos solo señalar con cautela que existe una relación entre la cantidad de reglamentaciones institucionales y el nivel de transferencia tecnológica universitaria. Pero también, debido a la calidad (ausencias, insuficiencias y deficiencias) de dichas reglamentaciones institucionales, el nivel de transferencia tecnológica universitaria en México es muy bajo. Es decir, la reglamentación institucional es una variable explicativa también del comportamiento de la transferencia tecnológica universitaria.

151

## Discusión y conclusiones

Esta investigación muestra similitudes y diferencias con las realizadas por otros autores. Nuestros resultados muestran, de modo similar a trabajos anteriores, la importancia de que las universidades cuenten con dotaciones institucionales para fomentar sus procesos de transferencia tecnológica y que las universidades que asignen niveles de participación más altos en los beneficios económicos a sus comunidades académicas son más propensas a un nivel más alto de transferencia tecnológica. Sin

<sup>15</sup> El volumen de licenciamiento en promedio es de menos de diez licencias por año. Sin embargo, países como Japón, Suiza, Alemania y Estados Unidos oscilan entre 15 y 46 licencias anuales (OCDE, 2003).

embargo, nuestras proposiciones se diferencian de las argumentaciones previas en que consideran importante también estudiar la calidad o idoneidad de los incentivos que establecen dichas dotaciones institucionales, pues la ausencia de reglas, sus insuficiencias y sus deficiencias configuran conjuntos de incentivos que, en lugar de dar certeza a la apropiación de los beneficios, generan incertidumbre en las comunidades académicas, obstaculizando la comercialización de sus tecnologías.

Las similitudes y diferencias entre nuestro estudio y los de autores previos sugieren que, si bien es fundamental que las universidades cuenten con reglamentaciones institucionales para dirigir e incentivar sus procesos de transferencia tecnológica, no basta con disponer de tales reglas institucionales. Se requiere ahondar en el estudio de la naturaleza y el papel que tienen para establecer incentivos idóneos para estimular la propensión de los inventores académicos a generar y comercializar sus adelantos tecnológicos. A manera de construcción teórica, nuestra propuesta sería verificar de manera generalizada que, al adolecer de ausencias, insuficiencias o deficiencias en su diseño y aplicación, las reglamentaciones institucionales no consiguen la consecución de sus propios propósitos, sino que al contrario generan escenarios contradictorios y de incertidumbre provocados por los tipos de incentivos que se conforman para influir en el comportamiento de los actores participantes de un determinado fenómeno.

152

La limitante más importante que consideramos pendiente de explorar se relaciona con la forma en que se instrumentan dichas reglamentaciones institucionales. Esto sería importante para entender mejor cómo funcionan las OTT —o sea: cuáles son sus potencialidades y limitaciones— a la hora de apoyar a sus universidades. También serviría para identificar, por un lado, las percepciones de los funcionarios sobre su desempeño y, por el otro, las percepciones de las comunidades académicas acerca de la idoneidad y eficacia de los incentivos y su forma de responder a ellos para llevar a cabo los procesos de transferencia tecnológica de las universidades a la industria. Por consiguiente, se requiere, en el momento del diseño de las políticas públicas, un estudio más detallado y particularizado del diseño de las reglamentaciones institucionales, pero también de cómo son aplicadas y de cómo deben entenderse las percepciones y creencias de los participantes en los procesos de transferencia tecnológica universitaria.

Llegamos, así, a las conclusiones siguientes. Pese a los esfuerzos que tanto el gobierno federal como las propias universidades mexicanas han hecho para fomentar la transferencia tecnológica, todavía hay muchos aspectos pendientes de atender y resolver. La creación magra de OTT muestra lo limitado de tales esfuerzos por parte de las universidades del país. Entre la diversidad de aspectos que tienen que atender y desempeñar, las OTT no han hecho tampoco esfuerzos importantes por establecer las reglamentaciones institucionales que son esenciales para el gobierno y estímulo de las actividades de transferencia tecnológica. En los casos donde se ven realizados tales esfuerzos, consideramos que tampoco han sido suficientes, pues gran parte de las reglamentaciones institucionales con que cuentan

las OTT adolecen de ausencias, insuficiencias y deficiencias que las alejan de ser medios adecuados para incentivar la transferencia de tecnología. Esto se debe a que formulan incentivos que no parecen favorecer el fomento de los procesos de transferencia de tecnología, sino más bien contribuyen a su obstáculo y a generar incertidumbre en el seno de las comunidades de investigadores que buscan la comercialización de sus creaciones tecnológicas.

### **Agradecimiento**

Se agradece al Dr. Edgar Juan Saucedo Acosta por las sugerencias y la revisión al texto de este artículo.

### **Reconocimiento de uso de IA**

Para este artículo no fueron utilizadas herramientas de inteligencia artificial.

### **Bibliografía**

153

Aboites Aguilar, Jaime & Díaz Pérez, Claudia (2015). Inventores y patentes académicas: la experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana. México: Siglo XXI Editores & Universidad Autónoma Metropolitana.

Agramon-Mata, Juan Francisco & Lechuga-Cardozo, Jorge Issac (2019). Las disposiciones de transferencia de tecnología hacia los investigadores en las principales Instituciones de Educación Superior públicas de producción científica en México. *Innovaciones de Negocios*, 16(32).

Aguilar, Maritere, Canto, Ana María & Matos, Roselly (2018). Análisis de la estructura actual de las oficinas de transferencia de tecnología en Yucatán, México. *Ciencias Administrativas Teoría y Praxis*, (1), 51-72.

Alvarado Moreno, Felipe. (2018). El Papel de las Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT) en las Universidades: Una Perspectiva de la Última Década. *Journal of technology management and innovation*, 13(3), 104-112.

Amaro Rosales, Marcela (2008). El rol de los incentivos en los procesos de cooperación Universidad-Empresa, un estudio de caso en el sector biotecnológico mexicano. [Tesis de maestría]. Xochimilco: Universidad Autónoma Metropolitana.

Borja González, Albo Manglano & Zulueta García, María Ángeles (2007). Normativas sobre Patentes en las Universidades Españolas. *Brasilia*, 36(1), 69-78. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652007000100005>.

Calderón-Altamirano, Elisa & Castro-Coria, Eva (2019). Transferencia de tecnología universidad-industria y el sistema de innovación en México. *Vinculatégica EFAN*, 5(2), 1622–1631. DOI: <https://doi.org/10.29105/vtga5.2-770>.

Calderón-Martínez, María Guadalupe (2017). Tercera misión de la universidad: Una revisión de la literatura sobre emprendimiento académico. *Vincula Téctica EFAN*, 364-373.

Calderón-Martínez, María Guadalupe (2014). Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de la Educación Superior*, (170), 37-56.

Calderón-Martínez, María Guadalupe & García-Quevedo, José (2013). Transferencia de conocimiento y patentes universitarias en México. *Academia, Revista Latinoamericana de Administración*, 26(1), 33-60.

Calderón-Martínez, María Guadalupe & García-Quevedo, José (2012). Transferencia de conocimiento y diagnóstico sobre determinantes en la producción de patentes en universidades públicas mexicanas. XVII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. Recuperado de: <https://investigacion.fca.unam.mx/docs/premio/2012/1.pdf>.

154

Campa Navarro, Juan Ignacio (2020). Política de patentes e innovación en México en el plazo largo. En Antonio Ruiz Porras & Iván Alejandro Salas Durazo (Eds.), *Temas contemporáneos de investigación en economía y políticas públicas* (115-151). México: Universidad de Guadalajara.

Casalet, Mónica (2012). Las relaciones de colaboración entre la universidad y los sectores productivos: una oportunidad a construir en la política de innovación. En Jorge Carrillo, Alfredo Hualde & Daniel Villavicencio (Coords.), *Dilemas de la Innovación en México. Dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales* (109-141). México: Colegio de la Frontera Norte & Red Temática Complejidad. Recuperado de: [https://www.google.com.ar/books/edition/Dilemas\\_de\\_innovaci%C3%B3n\\_en\\_M%C3%A9xico\\_Din%C3%A1m/KtDTCQAAQBAJ?hl=es&gbpv=1](https://www.google.com.ar/books/edition/Dilemas_de_innovaci%C3%B3n_en_M%C3%A9xico_Din%C3%A1m/KtDTCQAAQBAJ?hl=es&gbpv=1).

Casas, Rosalba & Luna, Matilde (1997), *Gobierno, academia y empresas en México. Hacia una nueva configuración de relaciones*. México: Plaza & Valdés/IIS-UNAM.

Castañón Ibarra, Rosario, Solleiro Rebolledo, José Luis & González Cruz, Jessica Dennise (2015). Los retos de las Oficinas de Transferencia de Conocimiento en México. En Celso Garrido Noguera y Norma Rondero López (Coords.), *Oficinas de transferencia tecnológica* (9-22). México: UDUAL/REDUE ALCUE.

Chang, Yuan Chieh, Yang, Phil & Chen, Ming Huei (2009). The determinants of academic research commercial performance: Towards an organizational ambidexterity perspective. *Research Policy*, (38), 936–946.

Díaz Pérez, Claudia & Aboites Aguilar, Jaime (2020). Propiedad intelectual en México. Avances en el contexto del PECiTI 2014-2018. *Economía Informa*, (421).

Díaz Pérez, Claudia & Soria López, Manuel (2021). Patentes de universidades mexicanas. *Reencuentro. Análisis De Problemas Universitarios*, 32(80), 185-205. Recuperado de: <https://reencuentro.xoc.uam.mx/index.php/reencuentro/article/view/1064>.

Fondo Sectorial de Innovación (2017). Oficinas de transferencia de tecnología (OTT) reconocidas por el fondo sectorial de innovación de la Secretaría de Economía y CONAHCYT. Recuperado de: [https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/fondos\\_sectoriales\\_constituidos/se\\_conacyt\\_sectorial\\_innovacion/RESULTADOS\\_2017/RESULTADOS\\_CONV\\_2017\\_03\\_ACTUALIZADO\\_OTT\\_RECONOCIDAS.pdf](https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/fondos_sectoriales_constituidos/se_conacyt_sectorial_innovacion/RESULTADOS_2017/RESULTADOS_CONV_2017_03_ACTUALIZADO_OTT_RECONOCIDAS.pdf).

Grimaldi, Rosa, Kenney, Martin, Siegel, Donald & Wright, Mike (2011). 30 Years after Bayh Dole: Reassessing Academic Entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1045-1057.

Huang, Wan Ling, Fenney, Mary & Welch, Eric (2011). Organizational and individual determinants of patent production of academic scientists and engineers in the United States. *Science and Public Policy*, 38(6), 463-479.

155

Huelsbeck, Marcel & Lehmann, Erik (2006). German University Patenting and Licensing: Legally Prescribed Incentives and Institutional Determinants of University-Industry-Technology-Transfer. Augsburg: University of Augsburg.

Insaurralde-Alviso, Ariel (2022). La cuarta misión de la universidad: La Transferencia Tecnológica. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 20(1), 3-5.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (s/f). Guía para la Creación de Centros de Patentamiento. México: IMPI-Dirección Divisional de Promoción y Servicios de Información Tecnológica.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (2017). Informe Anual. México: IMPI-Dirección Divisional de Promoción y Servicios de Información Tecnológica.

Jensen, Richard & Thursby, Marie (2001). Proofs and prototypes for sale: the licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240-259.

Kreiner Baumgart, Isabel (2014). Experiencias del ITESM. Seminario de Buenas Prácticas de OTCs en Universidades Mexicanas, 4 de noviembre.

Laurent, Manderieux (2011). Guías Práctica para la creación y la gestión de Oficinas de Transferencia de Tecnología en Universidades y Centros de Investigación en América Latina. El Rol de la Propiedad Intelectual. Ginebra: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Recuperado de: <https://tind.wipo.int/record/35051>.

Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (2023). Diario Oficial de la Federación, 8 de mayo.

López, Hilda. (2010). El Proceso De Transferencia De Tecnología: Caso UPDCE [Tesis de maestría]. México: CIECAS-Instituto Politécnico Nacional.

Lubbe Francois & Brent, Alan. (2009). The Transfer and Commercialization of Technology from South Africa to foreign markets in the financial services industry. South African Journal of Industrial Engineering, 20(2), 69-80.

MacDonald, Laura, Capart, Gilles, Bohlander, Bert, Cordonnier, Michel, Jonsson, Lars, Kaiser, Lorenz, Lack, Jeremy, Mack, John, Maticotta, Cino, Schwing, Thomas, Sueur, Thierry, van Grevenstein, Paul, van den Bos, Louise & Vonortas, Nicholas S. (2004). Management of intellectual property in publicly-funded research organizations. Towards European Guidelines. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities. Recuperado de: <https://lawtech.ch/wp-content/uploads/2022/06/EU-Commission-Expert-Report-2004-iprmanagementguidelines-report1.pdf>.

156

Nezu, Risaburó & Chou, Siaw Kiang (2007). Technology Transfer, Intellectual Property and Effective University-Industry Partnerships. The Experience of China, India, Japan, Philippines, The Republic of Korea, Singapore and Thailand. Génova: WIPO.

North, Douglass (1993). Instituciones, Cambio Institucional y Desempeño Económico. México: Fondo de Cultura Económica.

OCDE (2003). Turning Science Into Business. Patenting And Licensing At Public Research Organizations. París: OCDE.

Pérez-Hernández, Pilar & Calderón-Martínez, Guadalupe (2014). Análisis de los Procesos de Comercialización de Tecnología en Dos Instituciones de Educación Superior Mexicanas. Journal of Technology Management and Innovation, 9(3), 196-209.

Puerta-Sierra, Lizbeth Magdalena, Marín Vargas, María Enselmina & López Torres, Virginia Guadalupe (2017). An Institutional Framework to Explain the University-Industry Technology Transfer in a Public University of Mexico. Journal of Technology Management and Innovation, 12(1), 4-11.

Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología México (s/f). Directorio de Afiliados. Recuperado de: <https://redott.mx/afiliacion/miembros/>.

Rojas Arce, Jorge Luis (2017). Las oficinas de transferencia de tecnología y su papel en la estructuración de proyectos de innovación: El caso de una oficina mexicana. XVII Congreso Latinoamericano de Gestión Tecnológica, Gestión de la Innovación para la competitividad: Sectores estratégicos, economías emergentes y emprendimientos. ALTEC, 16-18 de octubre.

Siegel, Donald, Waldman, David, Atwater & Link, Albert (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: Qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21(1-2), 115-142.

SIC-México(s/f). SistemadeInformaciónCultural.UniversidadesporEstado.Recuperado de: [https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado\\_id=0](https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado_id=0).

Solís Lima, Antonio, Ovando, Catalina, Olivera Pérez, Emmanuel & Rodríguez Lozada, Miguel Ángel (2020). Desempeño de una Oficina de Transferencia de Tecnología en el contexto de gestión de patentes: Estudio de caso de la OTT de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Nova scientia*, 12(24).

Solleiro Rebolledo, José Luis, Ritter, Elizabeth & Castañón Ibarra, Rosario (2012). Prácticas para la vinculación exitosa de universidades con el sector productivo. En Enrique Medellín Cabrera (Coord.), Vinculación para la innovación, reflexiones y experiencias (19-50). México: Fundación Educación Superior-Empresa, ANUIES.

157

Soria López, Manuel (2019). Misión Social y Patentes Universitarias en México, 1991-2015. En Guadalupe Calderón Martínez, Claudia Díaz, Marco Jaso Sánchez & José Luis Sampedro Hernández (Coords.), Aproximaciones a la universidad emprendedora en México. México: UAM.

Tecpoyotl Torres, Margarita, Ríos Guerrero, Leonardo, Velázquez Ramos, Atenas, Vera Dimas, José Gerardo & Vargas Chable, Pedro (2021). Tendencias en patentamiento y emprendimiento entre investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. *Espacio I+D: Innovación más Desarrollo*, 10(28).

Tello Medina, Jorge Benjamín & Flores Payan, Lucio (2019). La Política Pública de innovación abierta: el Programa de Estímulo a la Innovación (PEI) en México. En German Sánchez & Ismael Núñez (Coords.), Innovación y Desarrollo Tecnológico en México. Estudios Sectoriales y Regionales (379-408). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-DGP.

Villalobos-Toro, Bertha Inés, Ovallos, David, Maldonado Pérez, Doyreg & De La Hoz, Sandra Milena (2016). Factores que inciden en el desempeño eficiente de una oficina de transferencia de resultados de investigación (OTRI). *Caso CIENTECH. Espacios*, 37(9).

## Anexo

**Tabla A. Universidades públicas y privadas que cuentan con oficinas de transferencia tecnológica en funcionamiento en México (2023)**

| Universidad                                                                        | Tipo    |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Universidad Nacional Autónoma de México                                            | Pública |
| Instituto Politécnico Nacional                                                     | Pública |
| Universidad Nacional de Propiedad Intelectual, AC.                                 | Privada |
| Universidad Autónoma Metropolitana                                                 | Pública |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey                        | Privada |
| Universidad Autónoma de Nuevo León                                                 | Pública |
| Universidad Autónoma del Estado de Morelos                                         | Pública |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional | Pública |
| Universidad Politécnica de Pachuca                                                 | Pública |
| Universidad Autónoma de Ciudad Juárez                                              | Pública |
| Universidad Autónoma de Sinaloa                                                    | Pública |
| Universidad Estatal de Sonora                                                      | Pública |
| Instituto Tecnológico de Apizaco                                                   | Pública |
| Universidad Autónoma de Tamaulipas                                                 | Pública |
| Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Morelos               | Pública |
| Universidad de Sonora                                                              | Pública |
| Universidad de Guanajuato                                                          | Pública |
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla                                          | Pública |
| Instituto Tecnológico Superior de Misantla                                         | Pública |
| Instituto Tecnológico Superior Progreso                                            | Pública |
| Universidad Autónoma de Aguascalientes.                                            | Pública |
| Universidad Veracruzana                                                            | Pública |
| Universidad Tecnológica de Jalisco                                                 | Pública |
| Universidad La Salle                                                               | Privada |
| Universidad Iberoamericana                                                         | Privada |
| Universidad de Guadalajara                                                         | Pública |
| Universidad Autónoma del Estado de Baja California                                 | Pública |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí                                            | Pública |

|                                                             |         |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Universidad Autónoma de Querétaro                           | Pública |
| Universidad Autónoma de Chiapas                             | Pública |
| Universidad Anáhuac Mayab                                   | Privada |
| Instituto Tecnológico de Querétaro                          | Pública |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente | Privada |
| Universidad del Valle de México                             | Privada |

Fuente: Red OTT México A.C. (2023) y Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA) (2017). Oficinas de transferencia de tecnología (OTT) reconocidas por el fondo sectorial de innovación de la Secretaría de Economía y CONAHCYT.

**Tabla B. OTT dotadas con reglamentación que establece el reparto de beneficios económicos a las comunidades universitarias por la transferencia de tecnologías al sector empresarial**

| Universidad                                                                        | Normativa                                                                                                             | Año de publicación |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Universidad Nacional Autónoma de México                                            | Reglamento de Ingresos Extraordinarios                                                                                | 2012               |
| Universidad Autónoma Metropolitana                                                 | Acuerdo 17                                                                                                            | 2009               |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey                        | Política para la administración, gestión y compensación de los desarrollos de propiedad intelectual                   | 2016               |
| Universidad Autónoma de Nuevo León                                                 | Reglamento de Invenciones                                                                                             | 2012               |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional | Reglamento para la Administración de Ingresos Propios                                                                 | 2021               |
| Universidad de Sonora                                                              | Reglamento de Propiedad Industrial                                                                                    | 2014               |
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla                                          | Lineamientos para el funcionamiento y operación del Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología | 2012               |
| Universidad Iberoamericana                                                         | Políticas Institucionales en relación con las patentes y desarrollos tecnológicos                                     | 2010               |
| Universidad de Guadalajara                                                         | Reglamento de Ingresos Extraordinarios                                                                                | 2006               |
| Universidad Autónoma del Estado de Baja California                                 | Presupuesto General de Ingresos y Egresos. Normas 4 y 5                                                               | 2023               |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí                                            | Reglamento sobre Ingresos Extraordinarios                                                                             | 2004               |

|                                                             |                                                                                                          |      |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Universidad Autónoma de Querétaro                           | Lineamientos Generales sobre Propiedad Intelectual; Gestión y Transferencia de Conocimiento y Tecnología | 2020 |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente | Lineamientos del Rector sobre propiedad intelectual, desarrollo y transferencia de tecnología            | 2015 |

Fuente: información pública disponible en los sitios web de las universidades y mediante información recopilada vía contacto personal con los funcionarios titulares responsables de las OTT.

## Abordagens CTS no ensino de física. Um panorama das publicações no Brasil \*

## Enfoques CTS en la enseñanza de la física. Un panorama de las publicaciones en Brasil

## STS Approaches in Physics Education. An Overview of Publications in Brazil

**Thiago Brañas de Melo** , **Rafael Schepper Gonçalves** ,  
**Matheus Liduino Moreira** , **Rafaela Bianca Ferreira Moço** ,  
**Julio Cesar dos Santos Moreira**  e **Alvaro Chrispino**  \*\*

Este artigo tem como objetivo mapear artigos que relacionam ensino de física e as abordagens CTS (ciência-tecnologia-sociedade) usando a análise de redes sociais (ARS). Os dados foram extraídos de 49 artigos publicados em 15 periódicos brasileiros de ensino e educação entre 2001 e 2022. As redes foram formadas por coautoria, colaboração entre instituições e palavras-chave. As instituições de maior destaque foram universidades públicas, no eixo Sudeste-Sul do país. As palavras-chave relevantes, incluindo ensino de física, CTS, formação de professores, tecnologia, entre outras, refletem as áreas de interesse dos pesquisadores brasileiros, além das temáticas física moderna e contemporânea (FMC), energia e radioatividade. Quanto às citações, não há uma grande diferenciação entre os trabalhos gerais do ensino de CTS no Brasil e seu subcampo de ensino de física. Percebe-se uma preocupação com temas gerais ou globais, com potencial para estudos de caso locais que possam popularizar práticas educativas alinhadas com a sociedade atual.

161

**Palavras-chave:** ensino de física; CTS; análise de redes sociais; pesquisa bibliográfica

\* Recebimento do artigo: 22/11/2024. Entrega do parecer: 02/02/2025. Recebimento do artigo final: 25/07/2025.

\*\* **Thiago Brañas de Melo:** professor permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: thiago.melo@cefet-rj.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1477-2047>. **Rafael Schepper Gonçalves:** doutor pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: rafa.schepper@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7551-5824>. **Matheus Liduino Moreira:** mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: matheus.liduino@aluno.cefet-rj.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3457-2720>. **Rafaela Bianca Ferreira Moço:** mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: rafaela.moco@aluno.cefet-rj.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5521-1661>. **Julio Cesar dos Santos Moreira:** doutorando no Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: juliusmoreira@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7002-0360>. **Alvaro Chrispino:** professor permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil. Correio eletrônico: alvarochrispino@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-3471>.

Este artículo tiene como objetivo mapear artículos académicos que relacionan la enseñanza de la física y los enfoques CTS (ciencia, tecnología y sociedad) utilizando el análisis de redes sociales (ARS). Los datos fueron extraídos de 49 artículos publicados en 15 revistas brasileñas de enseñanza y educación entre 2001 y 2022. Las redes se formaron por coautoría, colaboración entre instituciones y palabras clave. Las instituciones más destacadas fueron universidades públicas, concentradas en el eje Sudeste-Sur del país. Las palabras clave relevantes –incluyendo enseñanza de la física, CTS, formación docente y tecnología, entre otras– reflejan las áreas de interés de los investigadores brasileños, además de las temáticas de física moderna y contemporánea (FMC), energía y radiactividad. En cuanto a las citas, no hay una diferenciación significativa entre los trabajos generales sobre la enseñanza CTS en Brasil y su subcampo de enseñanza de la física. Se percibe una preocupación por temas generales o globales, con potencial para estudios de caso locales que puedan popularizar prácticas educativas alineadas con la sociedad contemporánea.

**Palabras clave:** enseñanza de física; CTS; análisis de redes sociales; investigación bibliográfica

*This article aims to map articles that relate physics education and STS (science-technology-society) approaches through a social network analysis (SNA). Data were extracted from 49 articles published in 15 Brazilian teaching and education journals between 2001 and 2022. The networks were formed by co-authorship, institutional collaboration, and keywords. The most prominent institutions were public universities, concentrated in the Southeast-South axis of the country. Relevant keywords, including physics education, STS, teacher training, and technology, among others, reflect the areas of interest of Brazilian researchers, as well as the themes of modern and contemporary physics (MCP), energy, and radioactivity. Regarding citations, there is no significant differentiation between general works on STS education in Brazil and its subfield of physics education. There is a noticeable concern with general or global issues, with potential for local case studies that could popularize educational practices aligned with contemporary society.*

**Keywords:** physics teaching; STS; social network analysis; bibliographic research

## Introdução

Assim como a educação em geral, o ensino de física no Brasil passou por diversas mudanças em suas formas e objetivos ao longo do tempo. Na década de 1960, por exemplo, alguns projetos de física foram importados para sua implementação no Brasil, como o elaborado pelo Physical Science Study Committee (PSSC) e traduzido pela Universidade de Brasília. Posteriormente, com o envolvimento do Ministério da Educação (MEC), da Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME), do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) e do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), deu-se o que foi o principal projeto de ensino de física da época, denominado Projeto de Ensino de Física (PEF) (Moreira, 2000).

O pensamento pedagógico utilizado no projeto, segundo Gaspar (2004), tinha fortes influências do método científico, tendo a experimentação como cerne do aprendizado, no qual o aluno, a todo tempo, era estimulado a construir o conhecimento de forma individual, como se não fosse necessária a presença de um professor de física no processo de sistematização desses conhecimentos para contribuir com a constituição dos saberes dos estudantes, também denominada instrução programada. As atividades visavam o uso de leituras e experimentos, independentemente do professor. Assim, o texto seria entremeado de questões, exigindo não só a leitura, mas também respostas às perguntas e realização de cálculos e atividades práticas.

Apesar da proposta da instrução programada ter sido implementada no Brasil por muitos professores, alguns relatos demonstram a fragilidade dessa metodologia, pois os conteúdos pareciam não ter uma fundamentação teórica robusta, eram bem fragmentados, tratando dos temas de forma superficial, além da percepção de que o aluno não deveria ser o único agente responsável pelo processo de aprendizagem. Dessa maneira, tanto no Brasil quanto fora, a instrução programada não se demonstrou efetiva e foi muito criticada na década de 1970 por alguns estudiosos (Gaspar, 2004).

163

Com o passar do tempo, outras correntes educacionais ganharam destaque com novas propostas pedagógicas. O construtivismo, por exemplo, foi uma dessas abordagens, centrando a aprendizagem no aluno e servindo de base para novas ideias que trouxeram um novo significado às práticas educacionais. Para exemplificar tal fato, podemos citar uma parceria do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) da USP com alguns professores do ensino médio, que tinham uma visão pautada em uma abordagem dialógica professor-aluno (Menezes, 1996).

A física é comumente evitada pelos alunos e considerada uma disciplina difícil (Gleiser, 2000). Para mudar essa percepção, diversas iniciativas surgiram nas últimas décadas buscando aproximar o ensino de física da realidade dos estudantes. Essas propostas destacam a importância de relacionar o conteúdo com as esferas sociais, políticas, econômicas, culturais e históricas. Uma dessas tentativas é o uso das abordagens em ciência-tecnologia-sociedade (CTS). Assim, as abordagens CTS no ensino de física possibilitam apresentar caminhos que ajudam os alunos a

desmistificarem a disciplina, aproximando-os do conhecimento científico mais crítico. Isso contribui para que suas ideias preconcebidas e seus receios em relação à física possam ser revistos por eles mesmos, uma vez que essa perspectiva aproxima, humaniza e integra a física às diferentes realidades. Parte-se da premissa de que a física é interdisciplinar e dialoga com o contexto do aluno - algo que as correntes de pensamento do passado não consideravam.

Dessa maneira, entender como o ensino de física tem se relacionado com CTS nas produções acadêmicas brasileiras é fundamental para uma melhor reflexão acerca de um ensino de física contextualizado. Nesse viés, buscamos apresentar uma revisão bibliográfica baseada em publicações em periódicos nacionais com maiores graus de impacto e relevância para a área de ensino de ciências. Fizemos essa pesquisa a partir do mapeamento de autores, instituições, palavras-chave e referências mais citadas nos trabalhos de CTS e ensino de física.

## 1. Contextualização teórica

O século XX marcou a ascensão da ciência ocidental moderna como fonte absoluta de conhecimento, um movimento que ocorre desde o Renascimento, quando a ciência começou a se constituir como um parâmetro para a verdade, uma esperança para um futuro moderno capaz de possibilitar mais desenvolvimento político e econômico.

“De fato, o sucesso da mecânica nos séculos precedentes, somado ao desenvolvimento da teoria eletromagnética e da termodinâmica, e sua natural participação na revolução industrial e no desenvolvimento da economia capitalista, com todas as transformações sociais advindas disso, impulsionaram o sentimento de que a ciência seria uma grande fonte de progresso e bem-estar social” (Lima & Nascimento, 2019, p. 590).

Ao final da 2ª Guerra Mundial, nos Estados Unidos da América e na Europa, a confiança e o otimismo acerca dos efeitos científicos cresceram, pois havia o sentimento de que a ciência e a tecnologia foram os responsáveis pela vitória dos Aliados (Reino Unido, França, Polônia, Estados Unidos e União Soviética). De acordo com López-Cerezo (1998), esse período representa a visão essencialista e triunfalista da relação CTS, representada pelo modelo linear de desenvolvimento. Tal modelo pode ser sintetizado da seguinte forma: mais ciência igual a mais tecnologia igual a mais riqueza igual a mais bem-estar social.

No entanto, ainda no século XX, a imagem da ciência e dos ideais inspirados por ela entrou em descrédito, tendo seu valor, impacto, poder de destruição e neutralidade questionados. Por exemplo, percebeu-se que a “modernidade”

poderia vir acompanhada de uma destruição ambiental e que o desenvolvimento do armamentismo nuclear não era apenas uma curiosidade epistêmica vivida pelos cientistas (Lima & Nascimento, 2019). O modelo linear de desenvolvimento foi posto em desconfiança.

“Já na segunda metade do século XX, com os inúmeros efeitos negativos, tais como derramamento de petróleo, acidentes nucleares e o uso de armas de alto poder destrutivo em conflitos armados, esses fatos colocaram os avanços científicos em rodas de debates, sobretudo a necessidade de rever os posicionamentos políticos perante a ciência e a tecnologia (CT)” (Carvalho *et al.*, 2021, p. 240).

Diante desse contexto, em que as imagens da ciência e da tecnologia estão cercadas por mitos e distorções, gerando dificuldades para a construção de um conhecimento científico de forma mais crítica, surge o movimento CTS nas décadas de 1960 e de 1970.

Acerca dos estudos CTS, Bazzo *et al.* (2003) escrevem:

“Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. O aspecto mais inovador deste novo enfoque se encontra na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos” (Bazzo *et al.*, 2003, p.125).

Nas palavras de Cutcliffe (2003):

“A missão central do campo CTS até a presente data é expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social. Neste ponto de vista, a ciência e a tecnologia são vistas como projetos complexos em que os valores culturais, políticos e econômicos nos ajudam a configurar os processos tecnocientíficos, os quais, por sua vez, afetam os valores mesmos e a sociedade que os sustenta” (Cutcliffe, 2003, p. 18, tradução nossa).

Nesse contexto, o enfoque dado pelo movimento CTS se encontra com as questões didáticas, propondo como referência o corpo de conhecimentos que emerge das análises histórica, filosófica, sociológica e política sobre a ciência.

No espírito desse movimento está o desejo de oferecer, por meio da educação das atitudes relacionadas com a ciência, uma visão mais autêntica da ciência e da tecnologia em seu contexto social, desvinculadas de imagens mitificadas e tendenciosas (cientificismo e tecnocracia), ao mesmo tempo que reconhece a tecnologia como atividade diferente, integrada e equiparável com a ciência, e não só como mera ciência aplicada (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2001).

166

O propósito da educação CTS, segundo Membiela (2001), é promover a alfabetização tecnocientífica, de maneira que se capacite os cidadãos a participarem do processo democrático de tomada de decisão e se promova a ação cidadã voltada para a resolução de problemas relacionados com a ciência e com a tecnologia.

Colocando-se em voga a questão da tomada de decisão, Silva (2021) destaca, dentre seus principais objetivos, a capacitação dos educandos para a tomada de decisões, promovendo a conscientização sobre seus direitos e deveres na sociedade. Essa formação, centrada no compromisso de cooperação, busca incentivar mudanças sociais em prol da melhoria da qualidade de vida para toda a população.

O preparo de cidadãos para a utilização adequada do conhecimento científico na tomada de decisão, para Conrado *et al.* (2012), é essencial para seu engajamento acerca da relevância desses temas para a sociedade, como, por exemplo, aqueles atrelados aos problemas socioambientais, como a mudança climática. Ainda referente a esse tema, Auler e Delizoicov (2015) ponderam que é fundamental:

“[...] uma maior participação do conjunto da sociedade em processos decisórios – participação naquilo que é essencial, não apenas quando as decisões centrais já foram tomadas; participação na concepção e não apenas na execução. Esta

‘pseudoparticipação’, ou a impressão de estar participando, ocorre sempre após a definição do essencial: após a definição do currículo nas escolas, após a definição da agenda de pesquisa (das políticas públicas, por exemplo, para a ciência-tecnologia), após o consumo/uso de produtos (cabe à sociedade reciclar), sem uma participação na discussão do que é produzido para consumir. Ocorre sem uma problematização da agenda de pesquisa capturada pela teoria da inovação, a serviço da lógica consumista, da obsolescência programada, geradora de insustentabilidade socioambiental” (Auler & Delizoicov, 2015, p. 290).

Neste quadro, consideramos o potencial da tomada de decisão sobre processos que envolvem, em maior ou menor intensidade, assuntos relacionados a questões científicas e tecnológicas e seus desdobramentos sobre a sociedade, tanto no quesito individual quanto no coletivo. Dessa forma, prosseguiremos com os encaminhamentos metodológicos que deram suporte à nossa investigação.

## 2. Metodologia

O grupo de pesquisa CTS e educação, do CEFET/RJ, tem desenvolvido, desde 2010, um mapeamento do ensino CTS no Brasil, com base em um amplo levantamento bibliográfico realizado em periódicos científicos, bem como teses e dissertações. Durante a escrita desse texto, o banco de dados continha, no total, 538 artigos que trouxesse CTS em seus títulos, palavras-chave ou resumos, publicados em 36 periódicos brasileiros das áreas de ensino e educação, que permitiram investigar a representação do ensino de física no contexto da abordagem CTS.

167

Para analisarmos os dados levantados, decidimos utilizar a análise de redes sociais (ARS) para explorar as relações entre as diversas informações presentes nos artigos de ensino de física com enfoque CTS. Os estudos sobre ARS fundamentam-se na teoria de grafos e possibilitam externalizar conexões entre grupos e categorias, além de realizar a análise de um grande volume de dados, organizar grupos, comparar a intensidade das interações e proporcionar uma visualização panorâmica eficiente. Um grafo é definido como um conjunto de vértices (ou atores sociais) cujas relações são representadas por arestas e arcos.

A definição de redes sociais está longe de conceitos unificadores. Data da década de 1940, o desenvolvimento de conceitos estruturais que possibilitaram o estudo das relações em rede (Chrispino *et al.*, 2013). Uma rede social é a forma de descrever uma estrutura social por meio de uma ou múltiplas relações, em que os *nós* representam os atores sociais, que podem ser amigos, organizações, professores, aparatos tecnológicos entre outros. As relações entre esses atores podem ocorrer em diversas áreas do conhecimento, como comunicação, economia, relações pessoais, entre outras.

“Uma rede pode ser vista como uma metáfora para observar os padrões de conexão de um grupo social, a partir das conexões estabelecidas entre os diversos atores. A abordagem de rede tem, assim, seu foco na estrutura social, onde não é possível isolar os atores sociais e nem suas conexões [...] Para estudar essas redes, no entanto, é preciso também estudar seus elementos e seus processos dinâmicos” (Recuero, 2009, p. 24).

É importante explicitar que as redes sociais não estão apenas vinculadas às redes utilizadas na internet para comunicações, mas a todo o tipo de estrutura social que se estabelece em rede, sem hierarquia e com relações horizontais que partilham valores, identidades e objetivos em comum.

Na ARS, as redes sociais geram grafos, que são as representações gráficas dessas redes, e permitem cálculos de centralidade para cada ator, possibilitando investigar quais são os atores com maior relevância em uma rede. Quanto mais relações e articulações esse ator tiver por suas conexões, mais relevante ele é na estrutura da rede social à qual pertence. Entretanto, ter mais conexões não implica, necessariamente, maior realce na rede, pois, em muitos casos, não é a quantidade de conexões que confere maior relevância, mas sim a posição do ator em um dado contexto dentro da rede, isto é, a qualidade de suas conexões frente ao conjunto.

168

Neste trabalho, focaremos em quatro medidas de centralidades: as medidas de centralidade de grau (*degree centrality*), centralidade de intermediação (*betweenness centrality*), centralidade de proximidade (*closeness centrality*) e a centralidade PageRank. Vale destacar que este último algoritmo também define uma centralidade por vetores. Essas métricas foram geradas pelo *software* Gephi.<sup>1</sup>

A centralidade de grau<sup>2</sup> na rede social tem relação direta com o número de linhas incidentes em um vértice do grafo e, portanto, pode-se dizer que é a quantidade de conexões que um ator tem dentro da rede social. Quanto mais conexões houver no vértice (ou nó), maior será sua importância e mobilização quantitativa na rede. Já a centralidade de intermediação<sup>3</sup> caracteriza a capacidade do ator de se manter conectado aos círculos mais importantes das redes sociais, ligando-se aos principais caminhos por onde são estabelecidos os fluxos de rede, funcionando tal qual uma ponte que realiza conexões entre grupos da rede. A centralidade de proximidade<sup>4</sup> caracteriza a capacidade do ator de monitorar o fluxo de informação

<sup>1</sup> Disponível em: <https://gephi.org/>.

<sup>2</sup> Para gerar a centralidade de grau no Gephi, basta clicar em *Estatística -> Visão Geral da Rede -> Grau Médio*. Os valores podem ser acessados na aba *Laboratório de Dados*.

<sup>3</sup> Para gerar a centralidade de intermediação no Gephi, basta clicar em *Estatística -> Visão Geral da Rede -> Diâmetro da Rede*. Os valores podem ser acessados na aba *Laboratório de Dados*.

<sup>4</sup> Para gerar a centralidade de proximidade no Gephi, basta clicar em *Estatística -> Visão Geral da Rede -> Diâmetro da Rede*. Os valores podem ser acessados na aba *Laboratório de Dados*.

e perceber o que acontece na rede social, informando o quão próximo um nó está dos principais atores por onde são estabelecidos os fluxos de rede. Por fim, o PageRank<sup>6</sup> pode ser descrito como a avaliação da relevância que um ator tem em uma rede, sendo seu valor obtido pela quantidade, qualidade e contexto desse indivíduo na rede social.

Após gerar as métricas de centralidade, passa-se para uma análise mais qualitativa da amostra, em que as relações nas redes sociais formadas são interpretadas. Para Creswell (2010), esse tipo de pesquisa se caracteriza como mista, congregando características de abordagens qualitativa e quantitativa ao mesmo tempo. Segundo o autor, as pesquisas mistas estão em crescente uso pelos pesquisadores, ao ponto de que a metodologia evolui e aumenta a complexidade da análise, frequentemente alcançando uma natureza mais interdisciplinar. Neste caso, tem-se uma parte mais quantitativa, ao buscar as métricas da ARS, apoiadas pela teoria de grafos, simultaneamente a uma interpretação mais sociológica das relações. Nas palavras de Marteleto:

“A análise de redes estabelece um novo paradigma na pesquisa sobre a estrutura social. Para estudar como os comportamentos ou as opiniões dos indivíduos dependem das estruturas nas quais eles se inserem, a unidade de análise não são os atributos individuais (classe, sexo, idade, gênero), mas o conjunto de relações que os indivíduos estabelecem através das suas interações uns com os outros. A estrutura é apreendida concretamente como uma rede de relações e de limitações que pesa sobre as escolhas, as orientações, os comportamentos, as opiniões dos indivíduos” (2001, p. 72).

169

As estruturas analisadas são extraídas diretamente dos artigos que compõem a amostra, caracterizando o que Gil (2002) chama de pesquisa bibliográfica. Mais especificamente, catalogaram-se todas as autorias e seus vínculos institucionais, as palavras-chave e as referências presentes nos artigos mapeados. A partir desses metadados, obtêm-se os resultados para discutir as relações estabelecidas das abordagens CTS no ensino de física nas publicações brasileiras. Nos parágrafos seguintes, daremos início à discussão dos resultados.

---

<sup>6</sup> Para gerar a centralidade de intermediação no Gephi, basta clicar em *Estatística -> Visão Geral da Rede -> PageRank*. Os valores podem ser acessados na aba *Laboratório de Dados*.

### 3. Resultados

#### 3.1. Periódicos especializados envolvidos

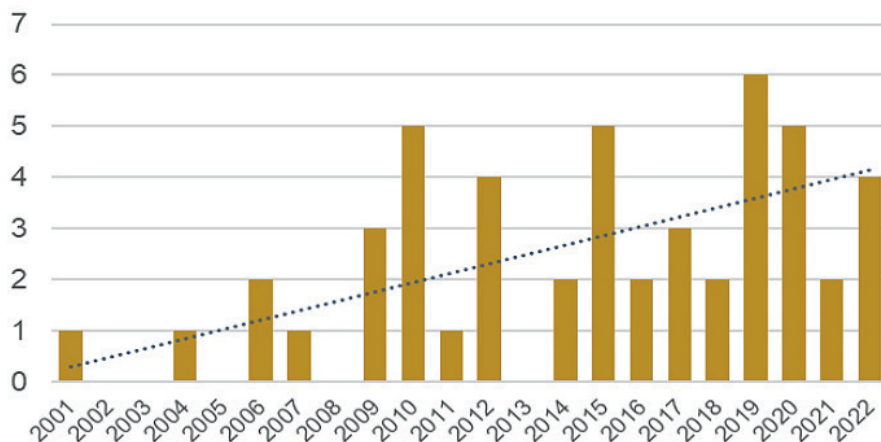
Este estudo investiga a representação do ensino de física no banco de dados supracitado, aplicando um filtro que resultou em 49 artigos publicados em 15 revistas científicas distintas. Os periódicos que compõem essa amostra, bem como a quantidade de artigos em cada um deles, estão listados no **Quadro 1**.

**Quadro 1. Artigos por periódico**

| Periódico                                               | Quantidade de artigos |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Experiências em Ensino de Ciências                      | 10                    |
| Caderno Brasileiro de Ensino de Física                  | 5                     |
| Ciência & Educação                                      | 5                     |
| Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências                | 5                     |
| Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia | 4                     |
| Revista Brasileira de Ensino de Física                  | 4                     |
| Revista Ciências & Ideias                               | 3                     |
| Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa    | 3                     |
| Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia    | 2                     |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências  | 2                     |
| Scientia Plena                                          | 2                     |
| Ciência em Tela                                         | 1                     |
| Educar em revista                                       | 1                     |
| Ensino, Saúde e Ambiente                                | 1                     |
| Investigações em Ensino de Ciências                     | 1                     |

Fonte: os próprios autores (2025).

Nota-se que os periódicos com mais publicações nessa pesquisa apresentam a característica de publicar trabalhos com experiências empíricas em ensino de ciências e ensino de física. Ao aliar CTS ao ensino de física, espera-se que tratar de questões particulares da disciplina em sala de aula seja um caminho para melhor entender as ciências de forma contextualizada. Além disso, o **Gráfico 1** apresenta a distribuição dos 49 artigos por ano de publicação, evidenciando uma tendência crescente.

**Gráfico 1. Artigos por ano**

Fonte: os próprios autores (2025).

O **Gráfico 1** apresenta uma distribuição de frequência assimétrica no período observado, de 2001 a 2022. Entretanto, se observada a curva de tendência, é possível inferir que há um maior número de publicações no período de 2019 a 2022. Apesar de não haver uma investigação para além dos resultados postos no gráfico, dois eventos coincidem com a variação ano a ano no número de artigos. Em 2010, há um aumento no interesse pela temática, quando também acontece, pela primeira vez no Brasil, o Seminário Iberoamericano CTS, reunindo diversos autores nacionais para discutir a educação CTS no país. E, em 2020 e 2021, quando há uma diminuição nas publicações, o mundo vivenciou a pandemia da COVID-19.

171

### 3.2. Estudo das palavras-chave

Após a seleção dos artigos, tratamos os metadados a partir da ARS e iniciamos a discussão dos resultados pelas palavras-chave. Para analisá-las, combinamos-las em pares envolvendo todas as palavras-chave listadas, por entendermos que a estrutura resultante pode fornecer-nos melhores resultados que uma contagem direta (Melo *et al.*, 2016).

Depois da catalogação das palavras-chave dos 49 artigos e seu tratamento por ARS, obtivemos o resultado apresentado no **Quadro 2**. Foram calculadas as centralidades de PageRank, Proximidade e Intermediação. A partir daí, foram separadas as palavras que estavam entre as 15 com maiores valores em cada uma dessas centralidades. No **Quadro 2**, como corte analítico, listamos as palavras que atenderam a esse critério em pelo menos duas das três métricas estudadas, excluindo-se as que estavam entre os 15 maiores valores de apenas uma centralidade ou em nenhum desses ranqueamentos.

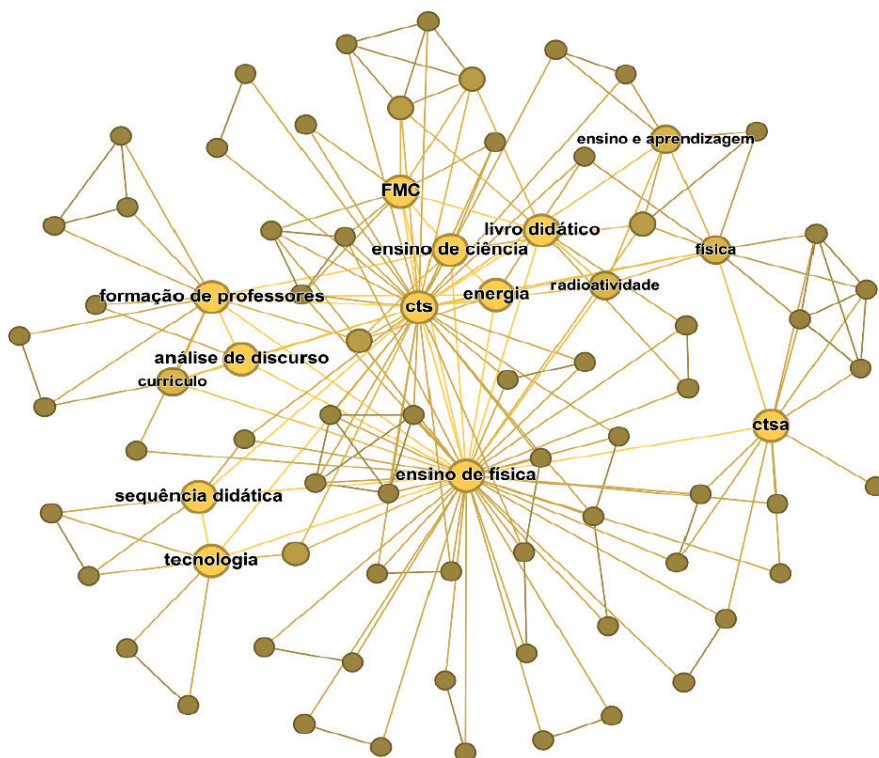
**Quadro 2. Centralidades das palavras-chave**

| Palavra-chave           | PageRank | Proximidade | Intermediação |
|-------------------------|----------|-------------|---------------|
| Ensino de física        | X        | X           | X             |
| CTS                     | X        | X           | X             |
| Formação de professores | X        | X           | X             |
| CTSA                    | X        | X           | X             |
| Tecnologia              | X        | X           | X             |
| Sequência didática      | X        | X           | X             |
| FMC                     | X        | X           | X             |
| Análise de discurso     | X        | X           | X             |
| Livro didático          | X        | X           | X             |
| Energia                 | X        | X           | X             |
| Ensino de ciências      | X        | X           | X             |
| Física                  |          | X           | X             |
| Currículo               | X        |             | X             |
| Ensino e aprendizagem   | X        |             | X             |
| Radioatividade          |          | X           | X             |

Fonte: os próprios autores (2025).

A rede de palavras-chave apresentou uma convergência no ranqueamento em relação às medidas de centralidade geradas. Isso pode ser melhor explicado em Melo *et al.* (2016), pela formação de uma rede com uma grande componente conexa, que se assemelha com o que os autores chamam de Orbital de palavras-chave. Nessa rede, termos ou temáticas com mais relevância no recorte do campo – neste caso, ensino de física e CTS – centralizam as relações. A rede formada pode ser vista na **Figura 1**.

Figura 1. Rede de palavras-chave



173

Fonte: os próprios autores (2025), gerada pelo programa Gephi.

As palavras-chave do **Quadro 2** podem ser divididas em dois grandes grupos. O primeiro está muito ligado com as grandes áreas de ensino e de educação. Essas palavras muitas vezes definem os limites das pesquisas, como é o caso de formação de professores, ensino de ciências, CTS, ensino de física, currículo, ensino e aprendizagem. A partir da ótica de Bourdieu, elas realizam um processo de marcação e aceitação do trabalho num campo científico específico (Bourdieu, 1983). Outras vezes, demarcam os objetos e as metodologias usadas, para que haja uma identificação desses elementos pelos leitores, como, por exemplo, livro didático ou análise de discurso. Esse grupo de palavras é importante e já foi discutido em Melo *et al.* (2016), sendo uma característica não apenas desse recorte de pesquisa, mas da formação do ensino CTS no Brasil, vista pela definição dos termos escolhidos pelos pesquisadores.

O segundo grande grupo está representado pelas temáticas dentro do campo da física. Essas palavras-chave – física moderna e contemporânea, radioatividade e questões energéticas – atendem às demandas por problemas disciplinares. A

realidade brasileira das disciplinas escolares afeta diretamente os interesses de pesquisa dos autores que publicam na relação ensino de física e CTS. Embora haja um movimento crescente de integração e interdisciplinaridade, especialmente ao abordar esses temas, é fundamental que a pesquisa em ensino de física, particularmente nos processos de formação inicial e continuada de professores, busque e desenvolva estratégias para o ensino desses conteúdos aos estudantes da educação básica. É essencial que os alunos construam seus saberes científicos a partir da forma como os conhecimentos sistematizados são trabalhados em sala de aula, desenvolvendo consciência crítica e posicionando-se, de acordo com suas possibilidades, sobre esses temas. Talvez, numa tentativa de tornar esse conhecimento mais acessível, pesquisadores utilizam abordagens CTS, aliando os conceitos científicos às questões sociais, históricas e filosóficas (Bennett *et al.*, 2007).

No âmbito dessa pesquisa, esclarecermos a discussão sobre alguns pontos será importante para um melhor entendimento dos resultados. O primeiro deles refere-se à questão da energia. É amplamente reconhecida a importância e os desafios que subjazem ao processo de ensino e de aprendizagem relacionado à energia e à sua conservação (Assis & Teixeira, 2003; Solbes & Tarín, 2004, 2008; Rodrigues, 2005; Barbosa & Borges, 2006; Feynman, Leighton & Sands, 2008; Campos, 2014; Souza, 2015; Silva, 2016; Rendón, 2017; Hansen *et al.*, 2020).

174

Interessante notar, que não temos conhecimento do que seja energia. Entretanto, como nos informa Feynman, Leighton e Sands (2008), há um fato, ou, se preferir, uma lei, que orienta todos os fenômenos naturais conhecidos até agora. Não se encontrou nenhuma exceção a essa lei – ela é exata até onde verificamos. A lei é denominada conservação da energia e enuncia que há uma certa quantidade, do que chamamos de energia, que não se altera nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Como não é nossa pretensão aprofundarmos o estudo dessa lei, indicamos a analogia encontrada em Feynman, Leighton e Sands (2008).

Há pontos de confluência entre os autores supracitados, relacionados à complexidade do processo de ensino e de aprendizagem da temática da energia e, no panorama nacional, inúmeras pesquisas nos alertam sobre a dificuldade que os educandos enfrentam quando se deparam com esse assunto, como nos comunicam Hansen *et al.* (2020), em estudo que trata sobre o estado da arte da noção de energia e sua subjacente conservação, bem como Campos (2014), que chama nossa atenção para a complexidade envolvida na apreensão da ideia de energia e sua conservação.

Assis e Teixeira (2003) observam que a complexidade da ideia de energia e sua conservação geram várias interpretações, especialmente no senso comum. Elas destacam que essas concepções podem dificultar o ensino e a aprendizagem de energia, sugerindo que essas dificuldades podem ser superadas com textos sobre a história da ciência, que mostram que as teorias científicas estão sempre mudando, o que ajuda os alunos a verem que o conhecimento científico evolui e não deve ser visto como um conjunto de verdades absolutas e imutáveis.

No escopo internacional, Solbes e Tarín (2004) também destacam a importância do ensino de energia como reflexo de seu viés social, resultando em inúmeros estudos em didática das ciências, que lançam mão do conceito de energia e das concepções alternativas dos estudantes sobre ele. Os autores também argumentam que as concepções de senso comum dos estudantes são obstáculos para a apreensão do conceito de energia e defendem que a melhora da compreensão dos estudantes a respeito da noção de energia pode ser alcançada se os professores partirem dessas concepções e apresentarem aos estudantes o conceito de energia e sua conservação como um conceito unificador de toda a física.

Tratando-se ainda do âmbito internacional, Rendón (2017) destaca que a não evidência do aspecto unificador desse conceito, em sala de aula, limita a compreensão dos educandos sobre essa temática, o que pode remeter a uma visão deformada e incompleta de alguns aspectos qualitativos da física.

Pelo exposto, inferimos que, tanto no panorama internacional quanto no nacional, alguns autores concordam a respeito da importância do ensino e da aprendizagem do conceito de energia.

Outro tema que ganha importância no âmbito da presente pesquisa é a temática vinculada à radioatividade no ensino de física. Sob esta ótica, Fernandez *et al.* (2021) destacam a relevância desse tema no panorama nacional, ponderando que o Novo ensino médio possibilita ao estudante, num currículo de diversos tópicos, escolher a área de ciência e tecnologia, na qual estão patentes habilidades sobre radioatividade. Trata-se de um assunto que envolve diversas aplicações para a sociedade, como no setor médico, em que é possível diagnosticar e tratar doenças, assim como em aplicações industriais e na produção de energia elétrica isenta de emissão de gases estufa. Contudo, a maneira como a radiação ionizante e os acidentes em instalações nucleares tem sido abordados pela mídia tende a estigmatizar o tema e torná-lo refratário para o jovem estudante do ensino médio.

Mesquita (2011) explica que, ao mencionar radioatividade em sala de aula, surge uma fobia automática, compreensível devido aos contextos negativos associados ao tema. Ele destaca que uma das maiores preocupações é que as radiações causam efeitos biológicos nos humanos, conhecimento adquirido no final do século XIX com a descoberta da radioatividade e dos raios X. Houve, segundo ele, um uso indiscriminado dessas radiações, levando à necessidade de pesquisas sobre seus efeitos, como danos na pele e queda de cabelo. O autor também salienta que os estudantes desconhecem os benefícios das radiações ionizantes, como a cura de tumores e a detecção precoce de doenças através de exames de raios X.

Nesse mesmo sentido, Silva (2019) assevera que a radioatividade ainda desperta o interesse da humanidade. Este, repleto de considerações fantasiosas embasadas em produções artísticas de ficção científica. Nas palavras do autor, desde a descoberta da radioatividade

“[...] áreas como indústria, agricultura, arqueologia, recursos energéticos, dentre outras, têm intensificado a utilização das suas propriedades para melhoria do rendimento produtivo. Apesar de todo esse sucesso, ao longo dos séculos XX e XXI as grandes catástrofes ambientais decorrentes de acidentes espalharam mundo afora o terror à radioatividade” (Silva, 2019, p. 16).

Silva (2019) continua sustentando que é preciso que os estudantes atrelem conceitos de energia nuclear, seu uso e importância a uma visão mais crítica sobre a radioatividade, estabelecendo relações pertinentes entre os modelos análogos com eventos da física nuclear para, assim, contribuir com o desenvolvimento da física moderna e contemporânea (FMC).

Faz quase duas décadas que Marques e Silva (2005) sinalizam a ocorrência de um movimento de maior interesse pela FMC inserida na grade curricular do ensino médio brasileiro (15 a 17 anos). Vários livros didáticos vêm trazendo em seu conteúdo comentários ou capítulos ligados ao assunto; no entanto, normalmente, destacados do contexto do restante da obra e da realidade brasileira quanto a conteúdos curriculares. Tratando-se desse assunto, Kikuchi (2018) afirma que a inserção da FMC está ocorrendo a partir de diferentes tópicos e abordagens, contudo, ainda de maneira pontual. Trabalhos com propostas didáticas aplicadas podem ajudar o professor interessado em abordar assuntos de FMC em suas aulas, através de uma adequação de acordo com sua realidade escolar.

Paulo Neto, Oliveira e Siqueira (2019) sugerem que, ao comparar o estágio atual de desenvolvimento científico e tecnológico no âmbito do ensino de física nas escolas de ensino médio, nota-se, por meio de uma análise panorâmica dos currículos, que, não obstante estejamos no século XXI e muitas descobertas importantes e construções revolucionárias tenham sido realizadas ao final do século XX, a maior parte das escolas continua com um currículo no qual a física ensinada é predominantemente (e quase que exclusivamente, em certas escolas) aquela desenvolvida anteriormente ao século XX, o que traz prejuízos aos estudantes quanto ao entendimento do mundo atual.

No que tange à FMC, Silva (2019) argumenta que avanços científicos e tecnológicos têm gerado uma nova noção de mundo por meio da disseminação rápida dos conhecimentos, sem tempo para o aprimoramento dos conceitos científicos. Tais avanços devem também estar presentes no cotidiano escolar, como prevê a lei de diretrizes e bases e os parâmetros curriculares nacionais, desde o currículo até as práticas educacionais. Dessa forma, os tópicos de FMC precisam estar presentes no ensino de física, tanto por força legal quanto por se tratar de conhecimentos que perpassam a contemporaneidade.

Pelo exposto, notamos a relevância das temáticas vinculadas à questão da energia, da radioatividade e da FMC no ensino de física, temas que emergiram na presente pesquisa. Sendo assim, vamos voltar a análise para os trabalhos que dão base para o referencial dos artigos.

### 3.3. Obras mais citadas

Quando levantadas as obras mais citadas pelos 49 artigos de ensino de física e CTS, optamos pela centralidade de grau de entrada, que representa uma distribuição de frequência absoluta, apresentada no **Quadro 3**, uma vez que citação é uma aresta direcionada nas relações entre os artigos e suas referências.

**Quadro 3. Referências mais usadas nos artigos**

| Referência                                                                                                                                                                                                                                 | Artigos |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Santos, W. L. P., & 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 (Belo Horizonte), 2(2), 1-23. | 16      |
| Brasil (2002). PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC.                                               | 12      |
| Freire, P. (1970). Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra.                                                                                                                                                                     | 11      |
| Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, 7(01), 01-13.                                                                                    | 8       |
| Bardin, L. (2011). Análise de conteúdo. Edições 70. Lisboa. Portugal.                                                                                                                                                                      | 8       |
| Auler, D. (2002). Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências (Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis).                                             | 7       |
| Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 3(02), 122-134.                                                                              | 6       |
| Brasil (1996). Lei nº 9.394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília                                                                                                                                                   | 6       |
| Brasil (1997). Parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF                                                                                                                                                                        | 6       |
| Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez                                                                                                                   | 6       |

Fonte: os próprios autores (2025).

O artigo que tem sido amplamente citado na área das ciências em geral é o de Santos e Mortimer (2002); quando se trata das abordagens CTS no ensino de física, esse trabalho se destaca como a principal referência. Tal resultado tem se mantido ao longo de pelo menos uma década (Chrispino *et al.*, 2013), em todos os recortes temáticos realizados pelo grupo CTS e educação, do CEFET/RJ. O texto se caracteriza por uma revisão de literatura baseada fortemente em trabalhos referenciados pela comunidade internacional. Nele, os autores fazem:

“[...] uma análise crítica sobre pressupostos de currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS, de modo a fornecer subsídios para a elaboração de novos modelos curriculares que alcancem os objetivos educacionais desejados com a abordagem CTS. Nesse contexto, eles fizeram um breve histórico sobre as mudanças curriculares ocorridas entre as décadas de 1970 e 2000, e citam materiais didáticos produzidos e recomendações curriculares brasileiras em CTS sugeridas nesse período, além de destacar a evolução tecnológica no mundo contemporâneo e a necessidade de superar os mitos ao redor da ciência, como, por exemplo, o da ciência neutra e salvacionista” (Bouzon *et al.*, 2018, pp. 221-222).

178

O resultado sobre as citações também evidenciou que os documentos oficiais brasileiros, principalmente os editados perto da virada para o século XXI, são muito presentes nos trabalhos de ensino de física e CTS. Eles provavelmente figuram como justificativas de pesquisas que buscam adaptar as práticas educativas ao currículo oficial vigente.

Três livros estão entre as dez obras mais citadas. O primeiro deles é um livro de metodologia de Maurice Bardin. O segundo é a obra magna de Paulo Freire, que, segundo Amorim e Melo (2023), vem, com o passar dos anos, assumindo um papel de relevância no cenário brasileiro de ensino de ciências e CTS. O terceiro livro é um texto base para formação de professores em ciências que traz, em sua primeira unidade, os pressupostos de “ciência para todos” e “ciência e tecnologia como cultura” como desafios para o ensino de ciências, além de colocar CTS como um instrumento capaz de realizá-los (Delizoicov *et al.*, 2002).

Ainda no **Quadro 3**, chama a atenção a forte presença de obras de Décio Auler entre os trabalhos mais citados em ensino de ciências. Apesar de ser formado em física, seus textos mais citados não são sobre o ensino de física, mas são marcados pela alfabetização científico-tecnológica por meio de CTS. A tomada de decisão mais bem fundamentada e com participação ampliada de diversos atores sociais é a tônica dos textos de Auler. Em suas palavras:

“O ensino de ciências deve, também, propiciar a compreensão do entorno da atividade científico-tecnológica, potencializando a participação de mais segmentos da sociedade civil, não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas, principalmente, na definição de parâmetros em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. Participando, dessa forma, no direcionamento, ou seja, na definição da agenda de investigação” (Auler, 2002, p. 2).

Em outro olhar para os resultados, identificamos que todos os textos entre os mais citados estão publicados em português e quase todos são originários do Brasil. Além disso, de forma diferente dos dados provindos das palavras-chave, as referências principais não estão restritas ao ensino de física e suas temáticas, mas trazem discussões mais abrangentes ou aportes metodológicos.

### 3.4. Autores mais citados

Nesta etapa, analisamos a catalogação dos autores das produções bibliográficas examinadas, o que permite compreender a construção coletiva do conhecimento na área. Como aponta Foucault (2006), a autoria não é um ato espontâneo ou individual, mas uma posição discursiva que representa diferentes sujeitos. Assim, ao identificar os autores mais relevantes neste recorte sobre ensino de física e CTS nas publicações brasileiras, busca-se revelar os movimentos de representação que atravessam e constituem esse campo. Ao catalogar as autorias, independentemente da ordem em que elas aparecem nos artigos, obtêm-se os nomes que estão listados no **Quadro 4**. Neste quadro, estão os autores que assinaram pelo menos 4 dos 49 artigos da amostra dessa pesquisa.

179

**Quadro 4. Artigos por autores**

| Nome                               | Instituição | Artigos |
|------------------------------------|-------------|---------|
| Luciano Fernandes Silva            | UNIFEI      | 5       |
| Claudio José de Holanda Cavalcanti | UFRGS       | 4       |
| Deise Miranda Vianna               | UFRJ        | 4       |
| Fernanda Ostermann                 | UFRGS       | 4       |

Fonte: os próprios autores (2025).

Os autores que aparecem nessa pesquisa são identificados a partir de suas trajetórias acadêmicas, as quais podem ser consultadas em plataformas como o Google Acadêmico e a Plataforma Lattes, que reúne os currículos dos pesquisadores brasileiros. No entanto, o mais importante ao mencionar esses nomes é entender como suas produções se conectam à temática abordada. Não se trata apenas de listar os autores, mas de destacar o porquê de suas contribuições serem relevantes para o contexto discutido aqui. Ou seja, além de ser possível consultar o Lattes de qualquer um, é essencial perceber como o trabalho de cada autor se alinha ao objetivo dessa pesquisa, enriquecendo o debate e trazendo novas perspectivas à área em questão.

Luciano Fernandes Silva é graduado em física pela Universidade de São Paulo (USP-1996), mestre e doutor em educação (2001 e 2007) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Desde 2008, é professor e pesquisador na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). É editor de periódicos na área de pesquisa. Esta está vinculada aos seguintes temas: educação em ciências, ensino de física, educação ambiental, enfoque CTSA e temas controversos.

Seus principais trabalhos têm em comum a abordagem do ensino de física por meio de temas controversos e relevantes para a sociedade. Eles destacam a importância de integrar questões ambientais e sociais no currículo de física, utilizando a abordagem CTS para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, todos os estudos enfatizam a necessidade de preparar professores de física para lidar com esses temas de maneira eficaz, promovendo uma educação que não apenas transmite conhecimentos científicos, mas também desenvolve a consciência crítica dos alunos sobre os impactos e desafios relacionados à ciência e tecnologia na sociedade contemporânea.

Cláudio José de Holanda Cavalcanti possui graduação em bacharelado em física (1989), mestrado em física (1993) e doutorado em física (2001), todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desde 2006, é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em ensino de física da UFRGS. Foi editor adjunto de periódicos da área.

Os trabalhos de Cláudio José de Holanda Cavalcanti buscam enriquecer o ensino de física no ensino médio através da introdução de tópicos de FMC, fornecendo materiais didáticos inovadores, como textos e pôsteres, que facilitam a compreensão de conceitos complexos como supercondutividade e partículas elementares. Além disso, Cavalcanti explora a importância de refletir sobre a educação em ciências no contexto da pós-verdade, incentivando uma abordagem crítica e filosófica para entender como as “pós-verdades” influenciam a percepção científica. Em conjunto, esses trabalhos promovem uma educação científica mais profunda e contextualizada, preparando melhor os professores e alunos para os desafios contemporâneos.

Deise Miranda Vianna possui graduação e mestrado em física (1973 e 1982) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e doutorado em educação pela Universidade de São Paulo (1998). Atualmente, é professora aposentada titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ligada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da UFRJ e ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz. Ocupou diversos outros cargos e funções na comissão de ensino Sociedade Brasileira de Física, até os dias atuais.

Os textos de Deise Miranda Vianna trazem a preocupação com a qualidade e a estrutura do ensino de física no Brasil. Eles abordam, por exemplo, a inclusão de tópicos de FMC no ensino médio, destacando a importância de ouvir os professores sobre essa prática. Além disso, Vianna analisa a carência de professores de ciências na educação básica, propondo a ampliação das vagas no ensino superior como solução e mostrando as políticas públicas e contextos sociais na formação de professores de física.

Fernanda Ostermann é licenciada em física (1987), tem mestrado (1991) e doutorado (2000) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). De 1989 a 1992, atuou como professora de física na rede pública estadual de ensino de Porto Alegre. É professora do Departamento de Física da UFRGS (1994). Atualmente, ocupa o cargo de professora titular e atua no Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Foi vice-presidente da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), de 2015 a 2017 e presidente da mesma (biênio 2017-2019). Atua na editoria de diversos periódicos da área. É líder do grupo “Pesquisa em Ensino de Física sob a perspectiva sociocultural”.

181

Os trabalhos da Fernanda Ostermann exploram a importância de incluir tópicos de FMC, destacando os desafios e benefícios dessa abordagem. A pesquisadora enfatiza uma educação científica que valoriza as diversas epistemologias. Em conjunto, seus trabalhos visam proporcionar uma educação científica mais profunda e crítica, preparando melhor os alunos para aplicar conceitos científicos em diferentes contextos.

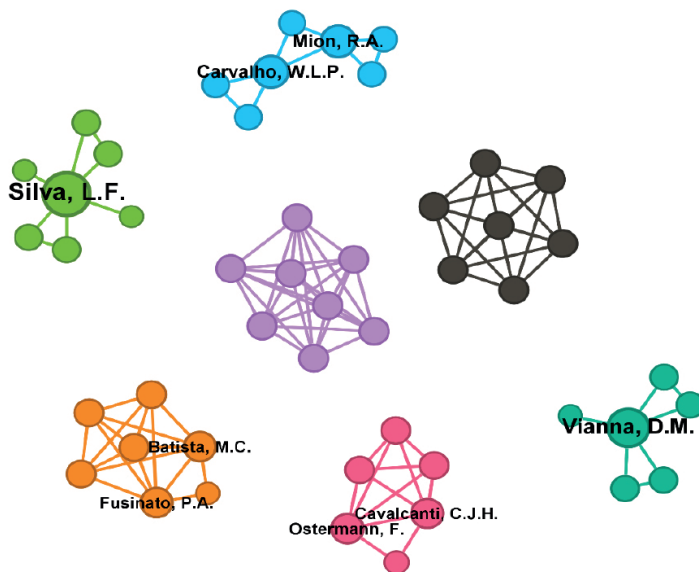
Esses autores aparecem em outras amostras com alguma relevância, juntamente com nomes como Décio Auler, Walter Bazzo, Rosimeri Silveira, Wildson Santos, Maria Delourdes Maciel e Carmem Lúcia Amaral (Albuquerque, 2018; Ganhor, 2022). Albuquerque (2018) mostra que, entre os autores de destaque no ensino de física, Deise Vianna e Fernanda Ostermann apresentam coautorias com outros autores da área, mas sem conexão com outros grupos de pesquisadores maiores, como os centrados em torno da UFSC, UFSCAR e UNICSUL. Da mesma forma, Ganhor (2022) localiza trabalhos dos quatro pesquisadores destaques da presente pesquisa publicados em periódicos e em eventos da área, mas seus resultados não apresentam nenhum desses nomes entre os mais influentes do campo, quando se trata das publicações em todo o campo de ensino de ciências. Isso pode representar que os

trabalhos deles estão mais voltados especificamente para o ensino de física, sem uma influência maior em trabalhos fora desse escopo.

### 3.5. Redes de coautoria

Outra análise que se faz é a rede de coautorias. Para isso, selecionou-se componentes que tivessem pelo menos seis autores conectados por seus trabalhos publicados. Dessas sub-redes, as centralidades de proximidade, de intermediação e PageRank foram geradas. A métrica de proximidade não gerou resultados relevantes devido à baixa conexidade das coautorias em geral, como se pode ver na **Figura 2**.

**Figura 2. Rede de coautorias**



Fonte: os próprios autores (2025), gerada pelo programa Gephi.

Ao gerar o ranqueamento da centralidade de intermediação e PageRank, houve uma confluência entre os valores. O resultado dos oito autores mais centrais na rede de coautoria está apresentado no **Quadro 5**. Na **Figura 2**, destaca-se algumas sub-redes, nas quais os autores com maiores centralidades pelas coautorias (**Quadro 5**) estão presentes. Luciano Fernandes Silva lidera as centralidades nas coautorias. Ele publicou com outros seis autores em cinco diferentes artigos, ou seja, ele, por suas coautorias, facilita a interação entre outros pesquisadores, sendo um elo entre seus trabalhos.

**Quadro 5. Centralidades dos autores**

| Nome                                | Instituição | Intermediação | PageRank |
|-------------------------------------|-------------|---------------|----------|
| Luciano Fernandes Silva             | UNIFEI      | 0,001983      | 0,020119 |
| Deise Miranda Vianna                | UFRJ        | 0,001220      | 0,016599 |
| Washington Luiz Pacheco De Carvalho | UNESP       | 0,001220      | 0,012210 |
| Rejane Aurora Mion                  | UEPG        | 0,001220      | 0,012210 |
| Michel Corci Batista                | UTFPR       | 0,000305      | 0,010390 |
| Polônia Altoé Fusinato              | UEM         | 0,000305      | 0,010390 |
| Claudio José de Holanda Cavalcanti  | UFRGS       | 0,000229      | 0,010414 |
| Fernanda Ostermann                  | UFRGS       | 0,000229      | 0,010414 |

Fonte: os próprios autores (2025), gerada pelo programa Gephi.

Um aspecto central dos pesquisadores analisados é sua atuação acadêmica. Embora apresentem trajetórias distintas, todos possuem formação inicial em física e destacam a formação de professores como linha de pesquisa em seus currículos. Esse fator pode contribuir para sua recorrente presença em publicações da área, além de vinculá-los a programas de pós-graduação em ensino ou educação.

183

Além disso, a centralidade das redes de coautorias desse trabalho segue um padrão observado em diversos recortes de pesquisa, com instituições do eixo Sul-Sudeste do Brasil ocupando posições de destaque. Esse panorama é refletido também nos vínculos institucionais dos pesquisadores. Para aprofundar essa análise, apresentamos a centralidade de grau de cada instituição, que tenha sido declarada pelo menos uma vez nos artigos nas filiações dos autores (**Quadro 6**); as redes de colaborações institucionais (**Figura 3**); e as métricas de intermediação e PageRank dessas redes (**Quadro 7**), uma vez que a centralidade de proximidade, novamente, não forneceu subsídios para análise devido ao baixo grau de conexidade dos dados.

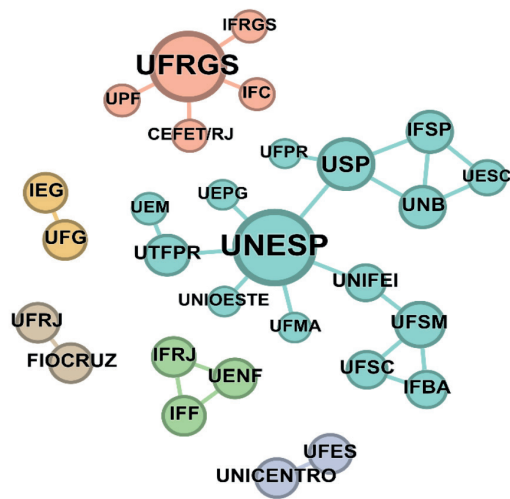
**Quadro 6. Artigos por instituição**

| Instituição | Artigos |
|-------------|---------|
| UNESP       | 9       |
| UNIFEI      | 6       |
| UFRGS       | 5       |
| UTFPR       | 4       |

|      |   |
|------|---|
| UFSM | 4 |
| UFRJ | 4 |
| UFS  | 3 |
| USP  | 3 |
| UFSC | 3 |

Fonte: os próprios autores (2025), gerada pelo programa Gephi.

Figura 3. Rede de colaborações institucionais



Fonte: os próprios autores (2025), gerada pelo programa Gephi.

Quadro 7. Centralidades das instituições

| Instituição | PageRank | Intermediação |
|-------------|----------|---------------|
| UNESP       | 0,079907 | 0,170114      |
| UFRGS       | 0,072074 | 0,098850      |
| USP         | 0,048348 | 0,075862      |
| UFSM        | 0,040100 | 0,055172      |
| IFSP        | 0,035676 | 0,029885      |
| UnB         | 0,035676 | 0,013793      |
| UTFPR       | 0,034141 | 0,013793      |

Fonte: os próprios autores (2025).

Buscamos em Araújo-Queiroz, Silva e Prudêncio (2019), uma explicação para esses dados. Ambos justificam a concentração da produção nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (esta última representada pela Universidade de Brasília - UnB) pela consolidação de programas de pós-graduação que formam pesquisadores do campo há décadas. Porém, os autores alertam que já existe uma produção nacional em CTS fora desse eixo prevalente, muito ligada aos resultados de dissertações e teses, apesar de ainda não alcançar efetivamente os periódicos mais relevantes da área. Portanto, cabe aos pesquisadores locais utilizarem essas pesquisas como referenciais, já que, em um campo tão polissêmico como CTS, é necessário ter cuidado para não se fechar às perspectivas de outros grupos.

### **Considerações finais**

O ensino de física, desde a metade do século passado, tem sido caracterizado por uma abordagem tradicional, focada principalmente na transmissão de conhecimentos teóricos e na resolução de problemas matemáticos. Essa ênfase reflete, em grande parte, a estrutura dos exames de ingresso nas universidades públicas, que privilegiam a física clássica em detrimento da física moderna e contemporânea (FMC), reforçando um modelo de ensino voltado para a memorização de fórmulas e a aplicação de métodos padronizados. Esse formato contribui para a manutenção de uma abordagem fragmentada, que limita a conexão dos conceitos físicos com suas aplicações no mundo real e reduz o espaço para reflexões críticas sobre os avanços científicos e tecnológicos da atualidade.

185

Como consequência, essa forma de ensino, embora eficaz na exposição dos princípios fundamentais da física, frequentemente falha em estabelecer vínculos entre esses princípios e suas aplicações práticas e contextos sociais. Além disso, pode representar um desafio para os alunos, pois exige um alto nível de habilidade matemática e abstração, tornando o aprendizado menos acessível e afastando aqueles que têm dificuldades com essa abordagem predominantemente teórica.

A abordagem CTS oferece uma nova perspectiva para o ensino de física, destacando a interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Ela busca tornar o ensino mais relevante e acessível, ao integrar questões sociais e tecnológicas no currículo. Dessa forma, os alunos podem compreender melhor o papel da física em suas vidas cotidianas e no contexto social em que estão inseridos. Além disso, essa abordagem promove o pensamento crítico e a tomada de decisões informadas, habilidades cada vez mais necessárias no século XXI.

O grupo de pesquisa CTS e educação, do CEFET/RJ, tem se dedicado ao mapeamento da abordagem CTS no ensino de física, com foco específico em identificar os artigos dessa área. Um dos primeiros resultados é a baixa representatividade de trabalhos no campo: apenas 49 artigos foram encontrados em 36 diferentes periódicos, o que representa menos de 10% das publicações catalogadas.

Ao utilizar a ARS, foi identificada a relevância de determinados autores que, desde suas formações iniciais, estão inseridos dentro do contexto, sendo formados em física, vinculados a departamentos de física/licenciatura em física e com a formação de professores como foco de suas atuações e pesquisas. Os nomes mais relevantes deste recorte se encontram em instituições do eixo Sul-Sudeste do Brasil, vinculados a programas de pós-graduação. Suas temáticas de pesquisas, como temas controversos, educação ambiental, FMC, epistemologias no ensino de física básica e formação de professores, indicam que há uma motivação para um ensino de física que vai além do tradicional de memorizações. Há uma busca por questões contemporâneas, contextualizando o ensino de física.

A rede de palavras-chave endossa esse cenário, quando temáticas específicas da física como energia, radioatividade e FMC se mostram bastante relevantes para as pesquisas. Pensando na funcionalidade deste panorama traçado pela rede de palavras-chave, essa abordagem pode ser um início para os docentes que buscam aprimorar suas práticas, deixando-as com um melhor posicionamento diante do mundo atual.

Na análise das citações presentes nos artigos, a presença de Décio Auler, com seu trabalho reconhecidamente focado em processos decisórios, mostra que a força necessária para a transformação do ensino de física vai além das escolhas de métodos. O autor alerta sobre os riscos de uma “formação fragmentada, unicamente disciplinar, pautada hegemonicamente pela resolução mecânica de problemas idealizados, desvinculados de contextos sociais” (Auler, 2007, p. 17). Busca-se formar para “a problematização e abordagem de temas, de problemas reais, cada vez mais complexos, caracterizados por conflitos de interesses, não limitados a posturas do tipo certo ou errado” (Auler, 2007, p. 17). A concretização de CTS no ensino (de física) é uma virada política de uma cultura favorecedora do autoritarismo para uma cultura de participação (Auler & Bazzo, 2001).

## **Financiamento**

O presente artigo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e por Bolsa de Produtividade em Pesquisa em Educação/CNPq, com pesquisa voltada ao tema.

## **Agradecimento**

Agradecemos ao Grupo CTS e Educação, do CEFET/RJ, por nos permitiu usar o seu banco de dados para realizarmos esta investigação. Agradecemos também a Breno Ricardo pela revisão textual em língua portuguesa.

## Declaração de uso de IA

Declaramos que a ferramenta de inteligência artificial generativa Microsoft Copilot foi utilizada exclusivamente para fins de correção ortográfica e gramatical do texto e eventuais melhorias linguísticas. Nenhuma parte do conteúdo, ideias, análises ou argumentos científicos apresentados no artigo foi produzida ou modificada pela IA. Toda a elaboração conceitual, metodológica e interpretativa é de responsabilidade integral dos autores.

## Referências bibliográficas

Amorim, Cassiano de Oliveira & Melo, Thiago Brañas (2023). CTS e freire: Uma análise de redes a partir das citações. Em Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Brasil: Realize Editora.

Araújo-Queiroz, Marcelo Bruno, Silva, Rodrigo da Luz & Prudêncio, Christiana Andréa Vianna (2018). Estudos CTS na educação científica: tendências e perspectivas da produção stricto sensu no Nordeste brasileiro. Revista Exitus, 8(3), 310-339.

Assis, Alice & Teixeira, Ode Pacubi Baierl (2003). Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. Ciência e Educação, 9(1), 41-52.

187

Auler, Décio (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, Décio (2007). Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. Ciência & ensino, 1(esp), 1-20.

Auler, Décio & Bazzo, Walter Antônio (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência & Educação, 7(1), 1-13.

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

Bazzo, Walter Antônio *et al.* (2003). Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade). Madrid: OEI.

Barbosa, João Paulino Vale & Borges, Antônio Tarciso (2006). O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 23(2), 182-217.

Bennett, Judith, Lubben, Fred & Hogarth, Sylvia (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.

Berraondo, José Gutiérrez (2018). Diseño iterativo de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre el principio generalizado del trabajo y la energía en cursos universitarios de física general [Tese de doutorado em física aplicada]. Vizcaya: Universidad del País Vasco.

Bourdieu, Pierre (1983). O campo científico. Em Renato Ortiz (Org.), Pierre Bourdieu: sociologia (122-155). São Paulo: Ática.

Bouzon, Júlia Damazio, Brandão, Juliana, Santos, Tais Conceição dos & Chrispino, Alvaro (2018). O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, 40(3), 214-225.

Campos, Alexandre (2014). A Conceitualização do Princípio de Conservação de Energia Mecânica Os Processos de Aprendizagem e a Teoria dos Campos Conceituais [Tese de doutorado em educação]. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Carvalho, Tainá de Araújo, Dias, Kleber Mendes Pereira, Russo, Ana Lúcia Rodrigues Gama, Braga, Eduardo dos Santos Oliveira, Santos, Amanda Ribeiro dos, Santos, Tais Conceição dos & Chrispino, Alvaro (2021). A contextualização no Ensino CTS: uma análise das redes sociais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 14(1).

Conrado, Dália Melissa *et al.* (2012). Uso do conhecimento evolutivo na tomada de decisão de estudantes do ensino médio sobre questões socioambientais. *Revista Contemporânea de Educação*, 7(14), 335-358.

Chrispino, Alvaro, Lima, Leonardo Silva, Albuquerque, Marcia Bengio de, Freitas, Ana Claudia & Silva, Marco Aurélio da (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência & Educação* (Bauru), 19, 455-479.

Creswell, John W. (2010). Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed.

Cutcliffe, Stephen H. (2003). Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Anthropol Editorial.

Fernandez, João Vítor Martins *et al.* (2021). Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: autoaprendizagem guiada por aplicativo web. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43.

Feynman, Richard P., Leighton, Robert B. & Sands, Matthew (2008). Lições de física de Feynman: a edição definitiva. Porto Alegre: Bookman.

Foucault, Michael (2006). O que é um autor? Em *Ditos e Escritos: Estética – literatura e pintura, música e cinema* (vol. III) (264-298). Rio de Janeiro: Forense Universitária.

Ganhor, João Paulo (2022). O subcampo CTS na Educação em Ciências e suas compreensões acerca do conceito de participação: uma análise bibliométrica e bourdieusiana [Tese de doutorado em educação em ciências e educação matemática]. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Gaspar, Alberto (2004). Cinquenta anos de ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. *Revista de estudos da educação*, 13(21), 71–91.

Gil, Antonio Carlos (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas.

Gleiser, Marcelo (2000). Por que ensinar Física. *Física na escola*, 1(1), 4-5.

Hansen, Taís Regina *et al.* (2020). O conceito de energia em periódicos da área de educação em ciências: a discussão da conservação/degradação de energia em práticas educativas de perspectivas Freire-CTS. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 120-139.

Kikuchi, Ligia Ayumi (2018). Ensino de Física Moderna e Contemporânea do Ensino Médio. Em *Anais da XXIII Semana da Física*.

189

Lima, Nathan Willig & Nascimento, Matheus Monteiro (2019). Nos becos da episteme: caminhos confluentes para uma contra colonização didática em meio à crise da verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(3), 589-598.

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

Marques, Adilio Jorge & Silva, Claudio Elias (2005). Utilização da Olimpíada Brasileira de Astronomia como introdução à Física Moderna no Ensino Médio. *Física na Escola*, 2(6), 34-35.

Marteletto, Regina (2001). Análise de redes sociais-aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da informação*, 30(1), 71-81.

Melo, Thiago Brañas, Pontes, Fernanda Costa da Cruz de, Albuquerque, Marcia Bengio de, Silva, Marco Aurelio & Chrispino, Alvaro (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.

Membiela, Pedro (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias. Em P. Membiela (Ed.), Ensenanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência- Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía (91-103). Madrid: Narcea Ediciones.

Menezes, Luiz Carlos (1996). Paulo Freire e os Físicos. En M. Gadotti (Org.), Paulo Freire: uma bibliografia (640-641). São Paulo: Cortez Editora.

Mesquita, Marcelo David Silva (2011). Matéria e radiação: uma abordagem contextualizada ao Ensino de Física [Dissertação de mestrado profissional em ensino de ciências]. Brasília: Universidade de Brasília.

Moreira, Marco Antonio (2000). Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista brasileira de ensino de física, 22(1), 94-99.

Paulo Neto, Jonas Guimarães, Oliveira, Antônio Nunes de & Siqueira, Marcos Cirineu Aguiar (2019). Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos? Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, 6(1), 65-89.

Recuero, Raquel (2009). Redes Sociais na Internet. Porto Alegre: Sulina.

190

Rodrigues, Gizella Menezes (2005). A abordagem do conceito de energia através de experimentos de caráter investigativo, numa perspectiva integradora [Dissertação de mestrado em ensino de ciências]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Rendón, María Cristina (2017). A propósito del principio de conservación de energía: una propuesta de reorganización conceptual para su enseñanza desde la perspectiva de Robert Mayer [Trabalho de conclusão de curso em licenciatura em matemática e física]. Medellín: Universidade de Antioquia.

Silva, Davson José (2019). A problematização no ensino da radioatividade em nível médio [Dissertação de mestrado profissional em ensino de física]. Rio de Janeiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Silva, Jonathan Barros (2021). Uma Análise Sobre o Conceito de Tomada De Decisão na Literatura Fundamentada Pelo Movimento CTS [Dissertação de mestrado em educação científica e formação de professores]. Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Silva, Renato Peron (2016). Conservação da energia mecânica: uma sequência didática inspirada na ideia de UEPS [Dissertação de mestrado profissional de ensino de física]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

Solbes, Jordi & Tarín, Francisco (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, (22), 155-180.

Solbes, Jordi & Tarín, Francisco (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 185-194.

Souza, Vitor Ribeiro (2015). Uma proposta para o ensino de energia mecânica e sua conservação através do uso de analogias [Dissertação de mestrado em ensino de física]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Vázquez-Alonso, Ángel & Manassero-Mas, María Antonia (2001). Opiniones entre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, (27), 27-56.



# Instrumentos y estrategias de política científica, tecnológica y de innovación en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México \*

## Instrumentos e estratégias de política científica, tecnológica e de inovação na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México

### *Scientific, Technological and Innovation Policy Instruments and Strategies in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, and Mexico*

Pablo Sánchez Macchioli  y Laura Osorio  \*\*

En los últimos años, los países de América Latina han desarrollado de forma extensiva planes estratégicos y políticas públicas en las áreas de ciencia, tecnología e innovación. Estas políticas han surgido de acuerdo con dinámicas históricas, políticas y sociales propias de cada país, pero enmarcadas dentro de los lineamientos internacionales que las promovieron, tal como se observó en la última década con las nociones de enfoques sistémicos o de políticas orientadas. Este artículo estudia específicamente las políticas y estrategias de CTI vigentes en 2023 en cinco países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. El objetivo principal es proporcionar una visión general de los esfuerzos nacionales en políticas de CTI, a partir de un estudio comparativo que permita identificar coincidencias y destacar las particularidades de cada caso. A nivel metodológico se consultaron fuentes secundarias y la información suministrada por la plataforma Políticas CTI de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). De acuerdo con la clasificación de instrumentos propuestos por esta plataforma, se comparó la disponibilidad de mecanismos de apoyo a la I+D, innovación, estrategias y recursos humanos. Se observa una tendencia extendida en la región a promover políticas de innovación y áreas estratégicas. Sin embargo, muchas de ellas tienen una suerte dispar en función de las características y trayectorias nacionales.

193

**Palabras clave:** políticas de CTI; instrumentos; estrategias nacionales; innovación

\* Recepción del artículo: 08/11/2024. Entrega del dictamen: 18/03/2025. Recepción del artículo final: 26/03/2025.

\*\* *Pablo Sánchez Macchioli*: becario posdoctoral en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Correo electrónico: psanchezmacchioli@unq.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9022-8812>. *Laura Osorio*: miembro del equipo técnico del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Correo electrónico: laura.osorio@oei.int. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7072-3851>.

Nos últimos anos, os países da América Latina desenvolveram de forma extensiva planos estratégicos e políticas públicas para a área de ciência, tecnologia e inovação. Elas surgiram de acordo com dinâmicas históricas, políticas e sociais próprias de cada país, mas também enquadradas em diretrizes internacionais que as promoveram, como se observou na última década com a noção de abordagens sistêmicas ou de políticas orientadas. Este artigo estuda as políticas e estratégias de CTI em cinco países latino-americanos: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México. O principal objetivo é fornecer uma visão geral dos esforços nacionais em políticas de CTI, a partir de um estudo comparativo que permita identificar coincidências e destacar as particularidades de cada caso. Em nível metodológico, foram consultadas fontes secundárias e as informações fornecidas pela plataforma Políticas CTI da Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI). De acordo com a classificação de instrumentos propostos por esta plataforma, comparou-se a disponibilidade de mecanismos de apoio à P&D, inovação, áreas estratégicas e recursos humanos. Há uma tendência generalizada na região de promover políticas de inovação e áreas estratégicas. No entanto, muitas têm um sucesso variável em função das características e trajetórias nacionais.

**Palavras-chave:** políticas de CTI; instrumentos; estratégias nacionais; inovação

194

*In recent years, Latin American countries have developed extensive strategic plans and public policies in science, technology, and innovation. These have emerged according to the historical, political, and social dynamics of each country, but also framed within the international guidelines that promoted them, as seen in the last decade with the notion of systemic approaches or oriented policies. This article studies the policies and strategies of STI in five Latin American countries: Argentina, Brazil, Chile, Colombia, and Mexico. Its main objective is to provide an overview of national efforts in STI policies, based on a comparative study that allows identifying commonalities and highlighting the particularities of each case. At a methodological level, secondary sources and the information provided by Políticas CTI—a platform managed by the Organization of Ibero-American States (OEI)—were consulted. According to the classification of instruments proposed by this platform, the availability of mechanisms to support R&D, innovation, strategic areas, and human resources was compared. There is a widespread trend in Latin American countries toward promoting innovation policies and strategic areas. However, the success of many of these initiatives varies depending on national characteristics and trajectories.*

**Keywords:** STI policies; instruments; national strategies; innovation

## Introducción

Este artículo tiene como propósito describir las principales tendencias en políticas de ciencia, tecnología e innovación vigentes en 2023 en cinco países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. Para este fin se analizarán los instrumentos de política pública que utiliza cada país para operacionalizar sus políticas. Asimismo, se busca identificar cuáles son los sectores estratégicos que cada uno de esos países define en sus marcos normativos, y si esto tiene alguna influencia sobre las tipologías de instrumentos implementados en cada caso. Para llevar adelante este artículo, se utilizan como insumo principal datos provistos por un sistema de información dedicado a la recopilación de normativas, políticas e instrumentos aplicados en Iberoamérica: la plataforma Políticas CTI, gestionada por el Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

Los sistemas científico-tecnológicos en América Latina son el resultado de procesos históricos y contextos socioeconómicos diversos. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, comparten desafíos comunes como la reducción de la brecha tecnológica, la promoción de la innovación, el fortalecimiento de las capacidades científicas, el crecimiento económico y la reducción de las desigualdades. Los países de la región han desarrollado una variedad de políticas públicas para abordar estos desafíos, pero los resultados han sido heterogéneos. Comprender los factores que influyen en el éxito o el fracaso de estas políticas requiere un análisis contextualizado que considere tanto las particularidades de cada país como las tendencias regionales que enmarcan su despliegue.

195

De forma específica, este artículo tiene como objetivo brindar un panorama sobre las grandes estrategias nacionales en CTI, que se expresan en la identificación de distintas áreas estratégicas en cada país y en un análisis sobre la cantidad de instrumentos que los países implementan en cada eje relevado. Este análisis no se adentra en el estudio sobre la implementación o el impacto de las políticas o estrategias nacionales, sino que propone brindar un insumo para comparar y visibilizar los esfuerzos nacionales en políticas de CTI, subrayar las coincidencias en las orientaciones de las políticas y mostrar especificidades locales en el direccionamiento conceptual de los instrumentos implementados.

El artículo comprende cinco apartados. En primer lugar, se presenta la propuesta teórica que orienta conceptualmente al estudio realizado. En segundo lugar, se desarrollan las consideraciones metodológicas que guían el relevamiento de la información y el análisis de los datos obtenidos. En tercer lugar, se detallan características de los países seleccionados, algunos indicadores destacados, y la delimitación que hacen de sus áreas estratégicas. En cuarto lugar, se presentan los resultados del relevamiento de los instrumentos de política científica, tecnológica y de innovación y áreas estratégicas aplicados por este conjunto de países. Por último, se presentan las reflexiones finales del artículo.

## 1. Propuesta teórica

En el campo de estudios de las políticas públicas, uno de los temas que más relevancia y desarrollo teórico ha cobrado en los últimos años ha sido el estudio de los instrumentos de política: sus conceptualizaciones, implementaciones y resultados (Hood & Margetts, 2007; Howlett, 2019; Linder & Peters, 1993; Schneider & Ingram, 1990).

Las definiciones acerca de qué es un instrumento de política pública poseen un cierto grado de consenso, aunque ciertos matices. Se los conceptualiza de diversas maneras: como un conjunto de técnicas o intenciones a partir de las cuales los estados buscan impulsar o prevenir cambios en la sociedad hacia un curso de acción deseable (Vedung, 1988; Muller, 2000); como medios a partir de los cuales los estados buscan regular los tipos, cantidades, distribución y apropiación de bienes y servicios (Howlett *et al.*, 2000); como un método identificable a partir del cual se estructura la acción colectiva para abordar un problema público (Salamon, 2002); y como un tipo ideal que agrupa iniciativas disímiles, que son utilizadas de manera combinada por los responsables de gestionar las políticas públicas (Sánchez Macchioli & Osorio, 2017).

A partir de las definiciones presentadas de forma precedente, resulta evidente que el estudio de los instrumentos de política pública constituye un insumo fundamental para entender las maneras en las cuales se desenvuelven las dinámicas políticas, así como comprender las directrices más generales que imprimen los gobiernos a los sistemas políticos, sociales y económicos.

El análisis de los instrumentos de política pública también permite entender las variaciones en los modos de gobernanza a lo largo del tiempo y las maneras en que se posicionan los distintos actores sociales en función del despliegue de determinados instrumentos o políticas públicas (Beland & Howlett, 2016; Bressers & Klok, 1988; Capano *et al.*, 2015; Lascoumes & Le Galés, 2007, 2011; Salomon, 1977). Perspectivas similares se concentran en las diferentes combinaciones de instrumentos y en qué motiva a los decisores políticos a usar distintos estilos para el diseño de políticas públicas (Howlett & Rayner, 2013; Capano *et al.*, 2020).

Por otra parte, en las últimas décadas se puede observar dentro del campo de las políticas en CTI una variación muy significativa en los instrumentos de política que utilizaron los gobiernos en todo el mundo, en función de las trayectorias, historicidades y características particulares de cada sistema científico-tecnológico (Albornoz & Barrere, 2022; Borrás & Edquist, 2013; Dutrénit & Puchet, 2020; Crespi & Dutrénit, 2013; Sagasti, 2011).

Desde el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología se puede relevar un gran número de trabajos que han abordado el estudio de los instrumentos de política en CTI desde diferentes disciplinas y perspectivas teóricas: tanto desde las dimensiones netamente políticas de las disputas de poder y asignación de recursos,

como de las dimensiones sociológicas, cognitivas y económicas (Albornoz, 1997; Bell, 1995; Borrás & Edquist, 2013; Crespi & Dutrénit, 2013; Sagasti & Aráoz, 1979; Yoguel *et al.*, 2007).

El estudio de los instrumentos de política científico-tecnológica, en paralelo, habilita el análisis de los procesos de institucionalización de los sistemas científico-tecnológicos y las vías mediante las cuales los agentes compiten por recursos, o logran consensos que estabilizan una estructura y un estilo de política científico-tecnológica determinada para cada momento histórico (Van der Meulen, 1998). Relacionado con esto, aparecen las distintas conceptualizaciones acerca de cómo los estados deciden la priorización de áreas estratégicas para concentrar sus esfuerzos financieros e institucionales (Albornoz, 2001).

Es importante destacar cómo los sistemas institucionales de los países de América Latina tendieron históricamente a replicar las priorizaciones estratégicas que llevaron adelante países desarrollados, aunque luego los países de la región con sistemas más grandes y sofisticados comenzaron a impulsar políticas en CTI propias que abordaron problemáticas endógenas y de cierta especificidad regional: la inclusión social, el abordaje de la vulnerabilidad social o el desarrollo de los recursos naturales (Casas *et al.*, 2013; Marín *et al.*, 2013).

En América Latina se observó, particularmente a partir de la década de 1990, un impulso significativo hacia las políticas de CTI (Címoli *et al.*, 2009), así como se verificó una diversificación y sofisticación de las políticas e instrumentos que se implementaron. Desde ese momento, y a partir de la primera década del 2000, se fueron conformando en los distintos países de la región estrategias nacionales para abordar las políticas de este campo que buscaron articular la visión de cada gobierno sobre el rol de las políticas de CTI en los procesos de desarrollo social y económico, y a la vez buscaron establecer áreas prioritarias (o estratégicas) para direccionar la inversión pública en financiamiento para la I+D.

Este tipo de enfoques se promovió activamente desde diversos organismos e instituciones internacionales como la OCDE, el BID, la CEPAL y la UNESCO desde la década de 1990, a través de líneas de financiamiento, formación de burocracias estatales, influencia en redes y espacios académicos o a través de la normalización de datos e indicadores en plataformas internacionales que promueven este tipo de lineamientos (Aguir *et al.*, 2019; Dutrénit & Puchet, 2020).

La consolidación de las políticas e instrumentos en CTI implicó que pasaran de un énfasis sostenido en fomentar la demanda científico-tecnológica, hacia la promoción de enfoques sistémicos para fomentar la colaboración e interacción entre actores diversos a partir de la generación instrumentos mixtos que buscaron la articulación de sectores productivos clave, orientando los esfuerzos al fomento de capacidades tecnológicas, educativas e interacciones entre agentes (Cassiolato *et al.*, 2020; Dutrénit & Puchet, 2020; Lavarello *et al.*, 2020). Estos procesos distaron mucho de ser lineales, incrementales

o desprovistos de alteraciones o controversias: muy por el contrario, en cada país se han observado modificaciones o ajustes a estas estrategias de manera constante, fundamentalmente debido a cambios en los contextos políticos o en las coyunturas económicas que atravesaron los distintos países (Marin *et al.*, 2015; Rovelli, 2017; Naidorf & Perrotta, 2015; OCDE, 2016). A pesar de las diferencias políticas y económicas que se presentan entre los países, se puede observar que los cambios en las conceptualizaciones sobre política científico-tecnológica se han dado de manera simultánea en la región (Erbes *et al.*, 2020; Dutrénit & Puchet, 2020; Dutrénit & Sutz, 2013).

Muchas de las conceptualizaciones novedosas que aparecen en la región son el resultado de amplios debates académicos y políticos sobre la conveniencia de que el estado ejerza un rol más o menos central en los procesos de desarrollo económico y social de los países. Actualmente el paradigma dominante en la región está sostenido sobre enfoques sistémicos y evolutivos que proponen una articulación dinámica entre las esferas de producción y uso del conocimiento, e incorporan las maneras en las cuales los agentes evolucionan de manera conjunta (Metcalfe, 1995; Klein Woolthui *et al.*, 2005).

Como un desprendimiento de lo anterior, y con una elevada gravitación política en los últimos años, reaparece la conceptualización de “políticas orientadas por misión” que apunta a dar cuenta de las “grandes misiones” en políticas de innovación que, con espíritu sistémico, buscan articular los sectores públicos y privados en una dirección clara fijada por el estado, para dar cuenta de una problemática social o económica particularmente relevante (Ergas, 1987; Chiang, 1991; Cantner & Pyka, 2001; Mazzucato, 2017, 2023). Muchas de las dinámicas que se producen de esta manera tienen una orientación *top-down*, dado que es el Estado quien fija el objetivo socioeconómico a abordar, y las políticas que de allí surgen suelen tener un carácter netamente vertical. En contextos como los latinoamericanos esto se agudiza dado que la mayor parte de la inversión en I+D la realiza directa o indirectamente el Estado, que es quien orienta la política, la ejecuta, y en algunos casos la usa (Lavarello *et al.*, 2020).

La política orientada por misión, en un sentido amplio, es retomada en la región en los últimos años a partir del empuje de ciertos organismos como la CEPAL, que promovieron activamente la adopción de estas conceptualizaciones (CEPAL, 2020). De esta manera, y de forma creciente, los decisores políticos latinoamericanos fueron adaptando lo que tradicionalmente se implementó bajo el paraguas conceptual de “áreas estratégicas” bajo este nuevo enfoque, con el propósito de intentar identificar y abordar problemáticas del desarrollo específicas. A pesar de esto, en este trabajo retomaremos la noción de “área estratégica” para guiar el relevamiento de los instrumentos, dado que es la categoría que sigue predominando tanto en los discursos públicos sobre políticas de CTI, como en el grueso de los instrumentos que se implementan en la región para abordar ese rango de intervenciones.

Tal como se desarrollará en los siguientes apartados, países como Argentina, Brasil, México y más recientemente Chile y Colombia, han logrado sofisticar el armado institucional y la definición de agendas y hojas de ruta en el ámbito de la I+D y la

innovación. Las áreas estratégicas definidas por estos países suelen dar cuenta de los cambios tecnológicos y políticos en el mundo y, por tanto, es posible de qué manera cobran importancia las mismas áreas priorizadas en el resto de los sistemas a nivel mundial, como bio y nanotecnología, TIC, cambio climático o transición energética. Las estrategias, en este sentido, procuran integrar las políticas científico-tecnológicas con los grandes desafíos de la región relacionados con la disminución de la pobreza, la formación de capacidades y la disminución de la brecha de género, entre otras.

## 2. Metodología

La metodología que guía este trabajo se basa en un análisis comparativo de casos, que permite identificar similitudes y diferencias en los enfoques adoptados por cada país en políticas de CTI (Sartori, 1984). En principio se identificaron los cinco países de la región con mayor diversidad de políticas e instrumentos al analizar indicadores de 2022: población, producto bruto interno en PPC, gasto en I+D en PPC, personal de ciencia y tecnología en personas físicas y en equivalencia a jornada completa, publicaciones en Scopus y solicitudes anuales de patentes (RICYT, 2024).

Los datos sobre instrumentos, políticas y áreas estratégicas se recolectaron mediante dos fuentes principales. Por un lado se realizó una búsqueda documental en las páginas institucionales de los organismos nacionales de ciencia y tecnología (ONCyT) de cada país, la cual fue complementada con la consulta de bibliografía específica; por el otro, se utilizaron los datos sistematizados por Políticas CTI<sup>1</sup> para conocer la cantidad de instrumentos de política que cada uno de estos países presentó en el último año disponible (2023) a la búsqueda realizada para este artículo, considerando para ello una taxonomía que clasifica a dichos instrumentos en siete ejes: Innovación, Infraestructura, I+D, Recursos Humanos, Áreas Estratégicas, Vinculación y Cultura Científica. Para cada uno de los casos se realizó, posteriormente, un análisis en mayor profundidad sobre cuatro de los siete ejes que se tomaron para clasificar los instrumentos de política: Áreas Estratégicas, Recursos Humanos, I+D e Innovación. Cada eje se divide en distintas categorías, que clasifican a cada instrumento de política según su objetivo.

El eje de I+D se compone de las categorías de “Fondos de promoción de la investigación científica y tecnológica” y de “Incentivos docentes a la investigación científica y tecnológica”. El eje de Innovación se compone de: “Fondos de promoción de la innovación y la competitividad de las empresas”, “Instrumentos para la creación y fomento de pequeñas y medianas empresas” y de “Programas de apoyo a la incorporación de investigadores y becarios en empresas”. El eje de Áreas Estratégicas se compone de: “Programas de áreas prioritarias” y de “Fondos sectoriales”. El eje de Recursos Humanos se compone de: “Becas para estudios de grado, posgrado y posdoctorado”, “Programas de apoyo a posgrados” y de “Programas de capacitación técnica”.

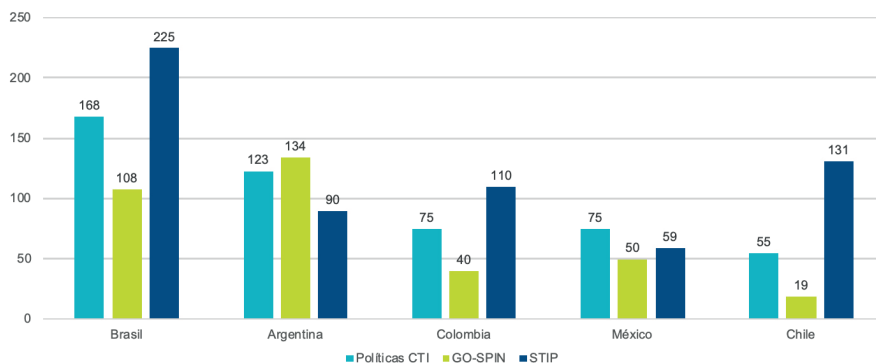
<sup>1</sup> Más información disponible en: [www.politicacti.net](http://www.politicacti.net). Es importante mencionar que toda la información recabada en este portal se corresponde, en todos los casos, con el último dato disponible o vigente.

Para este artículo se tomó la decisión metodológica de seleccionar exclusivamente los instrumentos propuestos por los ministerios o las secretarías de ciencia y tecnología de los países a nivel nacional, dado que así se da cuenta de los principales lineamientos de los países en el área, y porque resulta pertinente para este caso, no combinar datos que pertenecen a órdenes diferentes de análisis, tanto por su pertenencia institucional como por sus alcances y objetivos.

Para realizar el relevamiento de instrumentos de política de CTI, se consideraron como opción los datos provistos por las plataformas GO-SPIN (Global Observatory of Science, Technology and Innovation Policy Instruments)<sup>2</sup> y STIP Compass (iniciativa conjunta de la Comisión Europea y la OCDE). Sin embargo, estas dos plataformas relevaron sus datos a partir de decisiones metodológicas en sus relevamientos (que no profundizaremos en este artículo) que implican algunas cuestiones problemáticas para este artículo, como la inclusión de: programas supranacionales, subnacionales, provinciales o regionales; programas y políticas universitarias; y programas financiados directamente por empresas o instituciones extranjeras. Como se puede ver en el gráfico a continuación, esto conlleva que estas dos plataformas relevén, en algunos ejes y categorías, mayor cantidad de instrumentos que la plataforma Políticas CTI, la cual, sin embargo, resulta más adecuada por las consideraciones que se presentaron de manera precedente.

200

**Gráfico 1. Instrumentos de política CTI relevados por las plataformas de Políticas CTI, GO-SPIN y STIP**



Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de las bases de Políticas CTI, Go-SPIN y STIP. Consulta: 7/10/2024.

En función de los principales indicadores de contexto, insumo y producción científica y tecnológica, se presenta a continuación una descripción de las características de

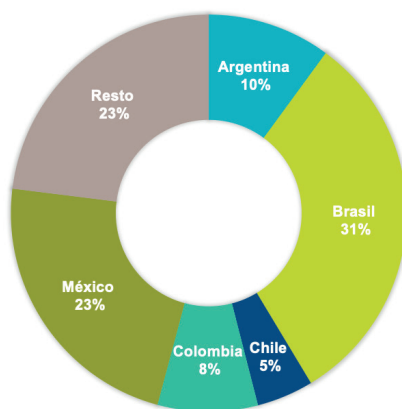
<sup>2</sup> Más información disponible en: [www.gospin.unesco.org](http://www.gospin.unesco.org) y <https://stip.oecd.org/stip/>.

Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México en relación con el resto de países de América Latina, para reafirmar la importancia de observar la dinámica en materia de políticas e instrumentos científicos y tecnológicos de estos países seleccionados, que son los que mejores guarismos presentan en la región tanto en materia económica como de producción científico-tecnológica.

### 3. Descripción del contexto y las estrategias políticas de CTI en países seleccionados

Los datos proporcionados por RICYT (2024) permiten situar a los países seleccionados en el contexto latinoamericano. Para comprender mejor su peso relativo, es necesario analizar sus contribuciones al producto bruto interno (PBI) latinoamericano. De acuerdo con los datos suministrados por RICYT (2024), América Latina contó con un PBI de 13.372.736 millones de dólares PPC. De ese total, sus cinco economías más grandes representaron casi el 80% del total.

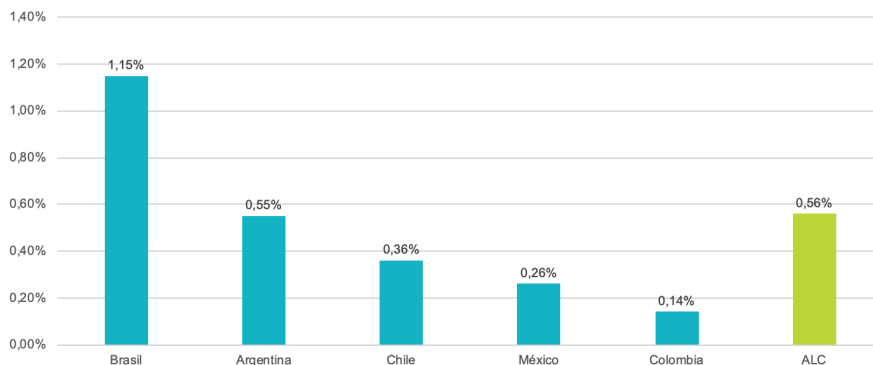
**Gráfico 2. Participación sobre el PBI en millones de dólares (PPC) de América Latina**



201

Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

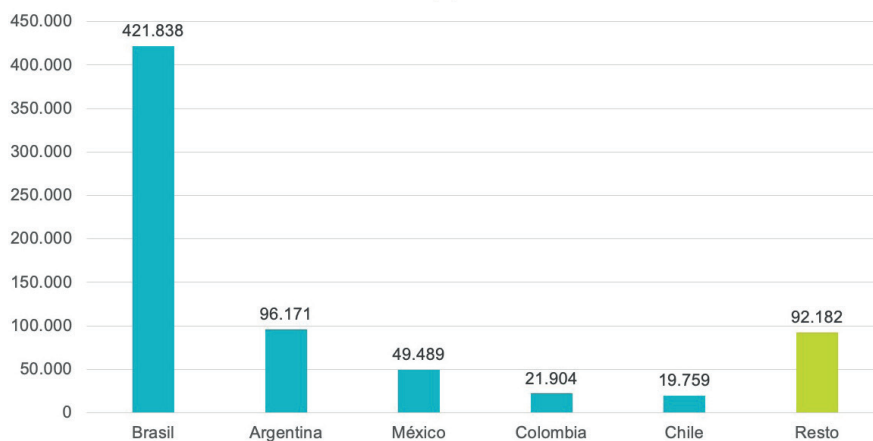
En términos relativos, los países latinoamericanos realizaron una inversión en I+D del 0,56% del PBI. Como se observa en el **Gráfico 3**, Brasil es el único país de la región que supera el 1% del PBI anual de inversión en I+D; Argentina se encuentra muy cercana al promedio regional; Chile y México invierten menos del 0,4% del PBI, mientras que Colombia invierte menos del 0,15% de su PBI en I+D.

**Gráfico 3. Gasto en I+D en relación con el PBI**

Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

Sobre el número de recursos humanos dedicados a la I+D en América Latina, se contabilizó un total de 700.000 personas físicas, tal como se expone el **Gráfico 4**, existiendo una amplia diversidad en la región. En este caso, Brasil, México, Argentina, Colombia y Chile son los países de la región que concentran casi el 90% del total de las y los investigadores.

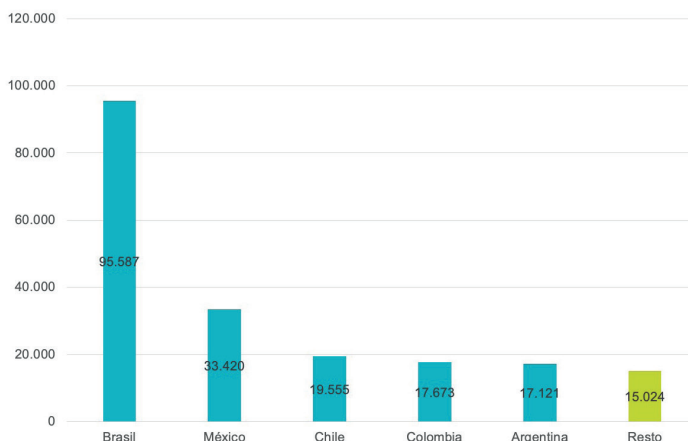
202

**Gráfico 4. Recursos humanos dedicados a I+D (PF)**

Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

Con respecto a la producción científica medida en publicaciones registradas en Scopus, estos cinco países dan cuenta del 90% de los artículos firmados por autores de la región. Brasil es el país que mayor producción presentó en 2022, seguido de México. Tanto Chile como Colombia y Argentina presentan una dinámica de publicación similar, al no superar los 20.000 artículos anuales.

**Gráfico 5. Cantidad de publicaciones científicas en Scopus**



Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

Tal como se observó hasta el momento, la inversión y las capacidades científico-tecnológicas relacionadas con la CTI en la región muestran una gran heterogeneidad, al parecer vinculada tanto con las dinámicas políticas actuales como con las características y la historicidad de los sistemas institucionales de cada país. Para comprender mejor esta relación, es necesario describir brevemente los rasgos distintivos del sistema institucional de cada país estudiado.

#### 4. Contextos y grandes estrategias nacionales

##### 4.1. Argentina

En 2022, con una población de 45,89 millones de personas, Argentina tenía un PBI de 1.346.024,96 millones de dólares PPC, de los que se invirtió 7.376,86 millones de dólares PPC en I+D, un 0,55 % con relación al PBI. El país contó con un total de 96.171 investigadores en personas físicas (PF) y 58.803 investigadores en equivalencia a jornada completa (EJC). Ese año produjo 17.121 publicaciones en Scopus y obtuvo 3576 solicitudes de patentes (RICYT, 2024).

A nivel institucional, la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología es la encargada de coordinar la política de CTI del país. En 2021 se formuló el último plan nacional del ámbito, denominado Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030, cuyo objetivo es fomentar la generación y gestión del conocimiento para la innovación social, productiva, inclusiva y sostenible. Parte de cuatro núcleos conceptuales—un Estado protector y emprendedor, desarrollo sostenible, territorialidad y cambio estructural—, así como de tres pilares de gestión —la articulación multinivel, con actores sociales, gubernamentales y económicos; el impacto social y productivo; y la federalización— que fundamentan y estructuran los lineamientos de política y las estrategias de intervención.

Asimismo, el plan establece diez “Desafíos Nacionales” propuestos como políticas específicas de alcance nacional, así como apuestas estratégicas en la definición sectorial. Dentro de los desafíos se encuentran: la reducción de la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad ambiental; el impulso de la bioeconomía y la biotecnología con miras a incrementar la producción sostenible y alcanzar la soberanía alimentaria; el fortalecimiento de la democracia y ampliación de derechos ciudadanos; la construcción de una educación inclusiva y de calidad para el desarrollo nacional; el goce de salud accesible, equitativa y de calidad; el desarrollo los sectores aeronáutico, espacial, de las telecomunicaciones y de la industria para la defensa; la investigación marítima, la soberanía y el uso sostenible de los bienes del Mar Argentino; la promoción de la industria informática y de las tecnologías de la información para la innovación productiva y la transformación digital; la transición al desarrollo sostenible; y la transición energética.

204

## 4.2. Brasil

Brasil contó con una población de 214,83 millones de personas y un PBI de 4.176.719,30 millones de dólares en PPC para 2022. Su inversión en I+D fue de 38.478,39 millones de dólares (PPC), lo que representó un 1,15% de su PBI. El país contó con 421.838 investigadores en personas físicas en el último año disponible. En 2022 produjo 95.587 publicaciones en Scopus y obtuvo 27.139 solicitudes de patentes (RICYT, 2024).

El Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação es el responsable de la política científica, tecnológica y de innovación. Brasil estableció el Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCTI) (2018), el cual determina las directrices para el desarrollo científico y tecnológico de este país. Tiene como objetivo principal fortalecer la investigación, el desarrollo y la innovación en diversos sectores de la economía, promoviendo la competitividad y el desarrollo sostenible del país. El MLCTI plantea y refuerza una serie de medidas para fomentar la cooperación entre las instituciones científicas, tecnológicas y de innovación (TIC) y las empresas y otros agentes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), además de facilitar la transferencia de tecnología de creación protegida. También prevé la creación y revisión de mecanismos de financiación para la ciencia, la tecnología y la innovación que pueden utilizarse para financiar proyectos, programas y políticas de investigación.

Del mismo modo, se presenta el Plano Plurianual 2024-2027, en el cual aparecen, entre sus temas estratégicos, la política nuclear, el programa espacial brasileño y la CTI para el desarrollo social (Brasil, Presidencia da Republica, 2024).

#### 4.3. Chile

En 2022, Chile contaba con una población de 20 millones de personas, un PBI de 620.000 millones de dólares PPC y una inversión en I+D de 2000 millones de dólares PPC, lo que representó 0,36% en relación con el PBI. Los recursos humanos destinados a la investigación alcanzaron los 19.759 investigadores PF y los 12.400 investigadores EJC para el último año disponible. El total de sus publicaciones en Scopus en 2022 fue 19.555 artículos y llegó a 3136 solicitudes de patentes.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación estructura y orienta la política pública en materia de CTI. La política chilena en el ámbito, institucionalizada en plena pandemia (MinCiencia, 2020), busca potenciar el capital humano en todas las áreas del conocimiento, con un enfoque especial en sectores prioritarios, y facilitar su integración al mercado laboral. Paralelamente se promueve la transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos hacia el sector productivo, fortaleciendo la investigación y el desarrollo a nivel regional. Se enfatiza en la resolución de problemáticas de interés público a través de la innovación, así como en el aumento en la creación de empresas basadas en ciencia y tecnología. Finalmente se busca democratizar el acceso al conocimiento en toda la sociedad, asegurando una mayor participación ciudadana en los procesos que involucran a la ciencia y la tecnología.

205

#### 4.4. Colombia

En 2022, Colombia registró una población de 51 millones de personas, un PBI de 1.100.000 millones de dólares PPC y una inversión en I+D como porcentaje del PBI del 0,14%. Su gasto en I+D fue de 1480 millones de dólares PPC, y contó en recursos humanos con un total de 21901 investigadores PF y 4300 investigadores EJC para el último año disponible hacia 2024 (RICYT, 2024). En 2020, el país registró 17.673 publicaciones en Scopus y 2121 solicitudes de patentes.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación se establece como el ente rector del sector de ciencia, tecnología e innovación del país. Asimismo, el Consejo Nacional de Política Económica y Social del Departamento Nacional de Planeación dictaminó, por medio del CONPES 4069, la Nueva política de Ciencia, Tecnología e Innovación (2022-2031) (CONPES, 2022), la cual busca incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental y sostenible del país, con un enfoque diferencial, territorial y participativo, para aportar a los cambios culturales que promuevan la consolidación de una sociedad del conocimiento.

La política establece siete ejes estratégicos que son transversales a las misiones emblemáticas y los focos estratégicos de la misión internacional de sabios, que se

enfocan en: i) fomentar el talento y el empleo en CTI; ii) mejorar la generación de conocimiento; iii) aumentar la adopción y la transferencia de tecnología; iv) incrementar la apropiación social del conocimiento; v) aumentar el uso de las potencialidades regionales, sociales, e internacionales; vi) mejorar la dinamización del Sistema Nacional de CTI (SNCTI); y vii) optimizar e incrementar la financiación en CTI.

#### 4.5. México

En 2022, México registró una población de 129 millones de personas y un PBI de 3.000.000 millones de dólares en PPC. Su inversión en I+D como porcentaje del PBI fue de 0,26% y su gasto de 7800 millones de dólares (PPC). El país cuenta con 49.489 investigadores PF y 35.045 investigadores EJC, produjo en 2022 un total de 33.000 publicaciones en Scopus y obtuvo 16.600 solicitudes de patentes (RICYT, 2024).

El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) es la institución del gobierno de México responsable de formular y conducir las políticas públicas en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación. En la actualidad se encuentra vigente el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024, que condensa las bases estratégicas de la política científico-tecnológica mexicana. Este programa establece seis objetivos principales para orientar el sistema de ciencia y tecnología del país. El primer objetivo está dedicado al fortalecimiento de las comunidades de CTI, para que se aborden problemáticas prioritarias del país a partir de formación y vinculación de recursos humanos. El segundo objetivo apunta a la generación de conocimientos de frontera, y de fortalecer las capacidades e infraestructura científica. El tercer objetivo busca promover el trabajo multidisciplinario para la producción de conocimiento humanístico. El cuarto objetivo plantea la necesidad de asegurar la sustentabilidad del desarrollo científico-tecnológico, con miras a incorporar la dimensión de los bienes comunes. El quinto objetivo es promover el acceso al conocimiento, con énfasis en grupos subrepresentados, y el sexto plantea la necesidad de que los distintos sectores y niveles del estado trabajen en la implementación de políticas públicas con base científica.

En 2023, México promulgó la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), que es la primera legislación en el área CTI que reconoce a la ciencia como un derecho humano, lo cual aparece como una innovación conceptual y pone a México en una situación de vanguardia en la región en cuanto a la inclusión de la ciencia como un derecho básico de los ciudadanos. Además, la ley busca promover la libertad de investigación, al mismo tiempo que garantiza un financiamiento público creciente y sin retrocesos, y resalta la importancia de las culturas originarias, posicionando el conocimiento como un bien común para todas las personas.

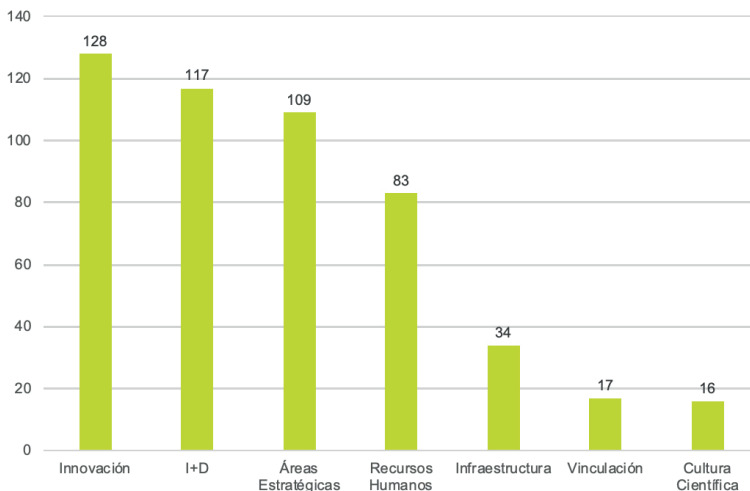
México cuenta además con los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), una iniciativa del CONAHCYT que apunta a la investigación científica y la innovación. Son programas con un enfoque interdisciplinario, que reúne a investigadores,

gobierno, empresas y comunidades para desarrollar soluciones integrales y sostenibles a problemáticas como la desigualdad social, el cambio climático y la seguridad alimentaria. Al combinar conocimientos de diversas disciplinas y promover la aplicación práctica de la investigación, los PRONACES buscan generar un impacto positivo en la sociedad mexicana y contribuir al desarrollo de un país más justo. Las áreas de actuación se plantearon sobre la base de “agendas temáticas en materia de salud, agua, educación, cultura, vivienda, soberanía alimentaria, agentes tóxicos y procesos contaminantes, seguridad humana, sistemas socioecológicos, energía y cambio climático, incluyendo transición energética, entre otras” (SIICYT, 2021).

## 5. Sobre los instrumentos de política de CTI en la región

A continuación, se presenta un análisis de los instrumentos de política científica, tecnológica e innovación implementados por los cinco países estudiados. En todos los casos se tomaron los últimos datos disponibles en Políticas CTI, y así se contabilizaron 504 instrumentos que se pueden visualizar en el siguiente gráfico.

**Gráfico 6. Número total de instrumentos de acuerdo con los ejes de clasificación**



207

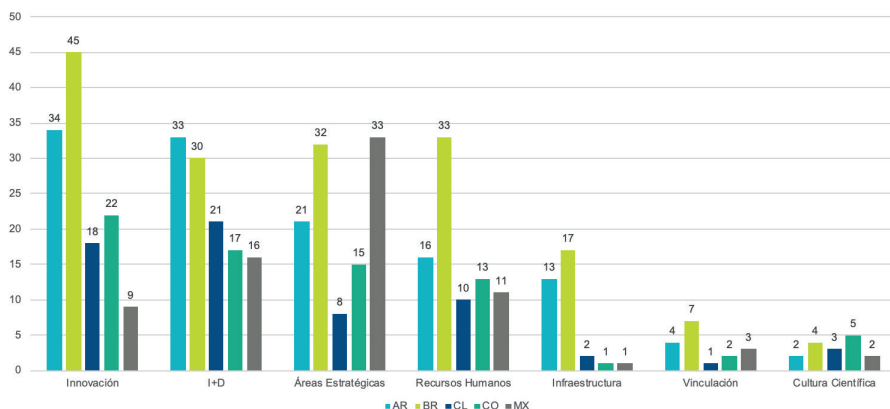
Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

Es importante mencionar que la cantidad de instrumentos en CTI y el monto de inversión destinado a estos fines son variables independientes; es decir: un país puede contar con numerosos programas sin necesariamente destinar grandes sumas de dinero a ellos, o puede contar con relativamente pocos instrumentos, pero con un

financiamiento sustantivo, y que incluya muchos subprogramas que le den un gran despliegue institucional (Sánchez Macchioli & Osorio, 2017).

Los instrumentos relevados se clasificaron según los siete ejes de Políticas CTI, como se observa en el **Gráfico 7**. El análisis de la distribución de los instrumentos revela una clara priorización de la innovación en todos los países, al concentrar la mayor parte de los esfuerzos. Las áreas estratégicas y la formación de recursos humanos también reciben una atención significativa, aunque en menor medida que las políticas orientadas directamente hacia el fomento de la innovación. También tienen un peso significativo las políticas de I+D, evidenciando el interés regional por fortalecer el desarrollo científico-tecnológico y el financiamiento de la investigación básica y aplicada. Luego aparecen las iniciativas relacionadas a la vinculación entre los sistemas nacionales de ciencia y tecnología y el entorno socioproductivo, y por último los instrumentos que promueven la cultura científica, que son minoritarios en todos los países.

**Gráfico 7. Cantidad de instrumentos por ejes para países seleccionados**



Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta: 9/10/2024.

La mayor diversidad institucional y una inversión en ciencia y tecnología varias veces más elevada que el resto de los países explican el motivo por el cual Brasil es el país con mayor cantidad de instrumentos para fomentar la CTI en comparación con el resto de los países de la región. Argentina y México ocupan el segundo lugar, con una inversión muy similar en millones de dólares en PPC, aunque el primer país tiene un PBI medido en PPC de casi la mitad que el segundo caso; a su vez, es destacable mencionar que Argentina cuenta con casi el doble de instrumentos que México y Colombia, cada uno con 75 instrumentos, superando a Chile que cuenta con 63. Sin embargo, la inversión chilena en CTI supera a la colombiana en casi un 60%, por lo cual puede inferirse que sus instrumentos poseen un apoyo financiero sustancialmente mayor.

A partir de esta información se puede afirmar que, en los cinco países, ocupan un lugar central los instrumentos dedicados al fomento de la innovación, seguido de la I+D, las áreas estratégicas y el estímulo a la formación de recursos humanos. En cada uno de estos ejes es posible observar la distribución de los instrumentos de acuerdo con categorías, lo cual permite desagregar estos datos y observar de manera más precisa cuáles son las principales categorías de instrumentos que cada país lleva adelante.

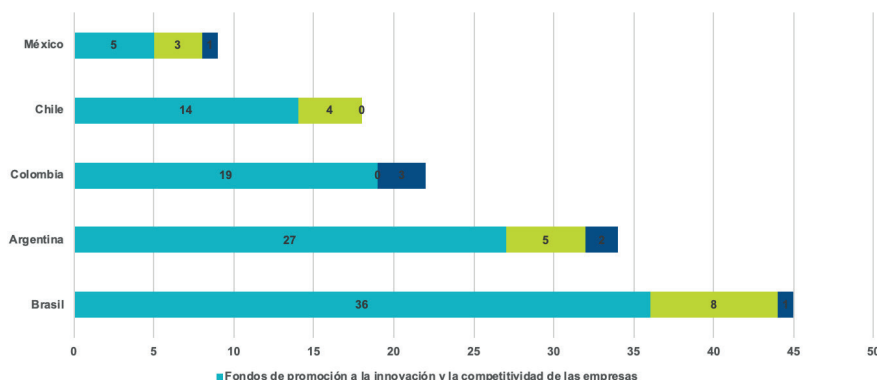
## 6. Los instrumentos para el fomento de la innovación

A continuación, se presentan los instrumentos que implementan los cinco países seleccionados para el eje de innovación. En todos los casos, la mayor parte de instrumentos (superando el 70% en promedio) se encuentra agrupada en la categoría de “Fondos de promoción a la innovación y la competitividad de las empresas”, que consiste en un área a la que tradicionalmente los gobiernos apuestan buena parte de sus financiamientos con la expectativa de fomentar procesos de innovación en el sector productivo.

En segundo lugar, aparecen los “Programas para la creación y fomento de PYME”, con presencia en todos los países a excepción de Colombia. Brasil es el país de la región que mayor proporción de instrumentos tiene en esta categoría, lo que revela las intenciones del país para fomentar la innovación a partir de financiamientos que apuntan a desarrollar su entramado de pequeñas y medianas empresas. Por último, los “Programas de apoyo a la incorporación de investigadores y becarios en empresas” son bastante minoritarios en todos los países, aunque en Colombia tienen más peso institucional. Esto parece obedecer a cierta tendencia que se observa en los sectores productivos de América Latina, al poseer una demanda relativamente baja de recursos humanos altamente calificados (Pires Ferreira, 2002; Suárez & Erbes, 2006).

209

**Gráfico 8. Número total de instrumentos por categoría en innovación**



Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI.  
Consulta: 9/10/2024.

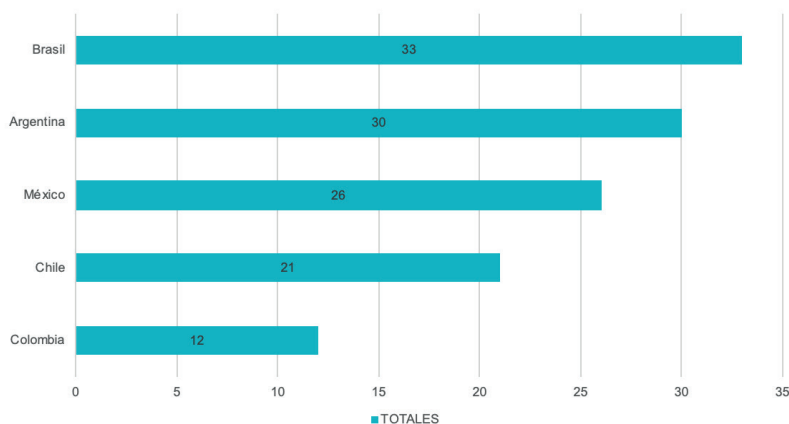
Si bien los cinco países seleccionados cuentan con numerosos instrumentos para el eje de Innovación, se puede observar que tienen menor presencia los programas dedicados a la vinculación de los recursos humanos altamente calificados con el sector productivo, dado que constituye una problemática de larga data de los sistemas científico-tecnológico-productivos nacionales. Esto parecería reflejar la falta de una interacción mayor entre los diferentes subsistemas que componen los sistemas nacionales, lo que condiciona el despliegue de este tipo de iniciativas gubernamentales.

Estos instrumentos tienen un mayor despliegue en los países que tienen sistemas productivos más sofisticados, y con sectores industriales pujantes que puedan traccionar esas demandas por conocimientos calificados. Esto podría verificarse en el caso de las industrias petroleras y gasíferas de Argentina y Brasil, de la industria farmacéutica en Argentina, o de la industria aeroespacial brasileña (Comotto, 2020; Lima, 2015; Vieira-Filho & Fishlow, 2017; Milesi *et al.*, 2016).

## 7. Los instrumentos para la promoción de la I+D

En el **Gráfico 9** se presenta el eje de I+D, en la cual se ubican las categorías de “Fondos de promoción a la investigación científica y tecnológica”, “Incentivos docentes a la investigación científica y tecnológica”, “I+D Espacial” y “Programas con perspectiva de género”. Como se expone a continuación, se decidió reunir todos los programas que clasifica la plataforma Políticas CTI en una única categoría, considerando que, si bien es fundamental considerar aspectos que distingan a los instrumentos entre sí, por el enfoque u objetivo, todos hacen parte como tal de la categoría “Fondos de promoción a la investigación científica y tecnológica”, considerando también que algunas categorías relevaban poca información, por ejemplo uno o dos mecanismos para abordar los incentivos a la investigación para docentes universitarios.

Como puede observarse, Brasil y Argentina son los dos países que más instrumentos poseen en este eje, superando los 30 cada uno. Chile y México despliegan menos de 30 y última se encuentra Colombia, que presenta menos de 15 programas en este gran eje.

**Gráfico 9. Número total de instrumentos en el eje I+D**

Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI.  
Consulta: 9/10/2024.

El eje de I+D es el que agrupa todos los programas que implementan los países para llevar adelante, fundamentalmente la investigación básica y aplicada. En este caso se puede observar cierta correlación entre los países que tienen mayor cantidad de científicos y estos instrumentos, dado que son uno de los principales insumos para sostener el financiamiento de los proyectos científico-tecnológicos que llevan adelante los investigadores.

211

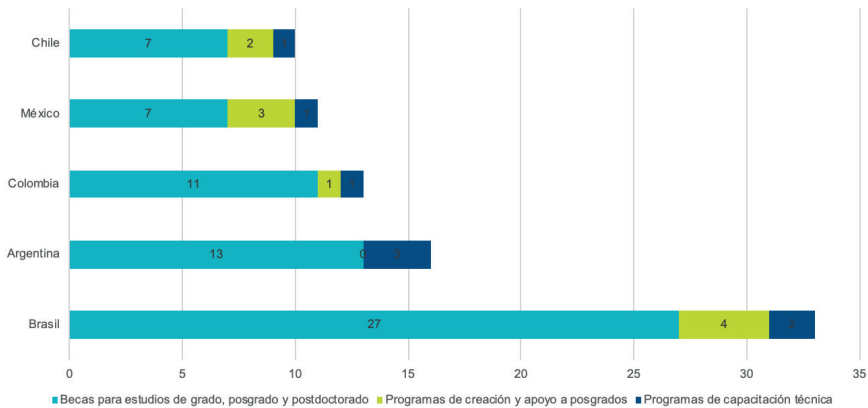
Uno de los ejemplos más interesantes está dado por los instrumentos dedicados a fomentar la I+D en cuestiones de género. Los mismos tienen por objetivo reducir las brechas de género que se observan en CTI. Cuatro de los cinco países relevados cuentan con políticas de género en I+D: Argentina, Brasil, Colombia y Chile. Los instrumentos que despliegan estos países se piensan como mecanismos para contribuir al diseño, la planificación y la evaluación de políticas que promuevan la equidad entre hombres, mujeres y diversidades en el área de CTI, así como para fortalecer la participación de las distintas minorías en áreas de conocimiento tradicionalmente masculinizadas (OEI, 2024).

Dos políticas de I+D destacables en el área son las implementadas en Chile por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación: la Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que busca reconocer la brecha existente a nivel sistémico y promover de forma activa la progresión de las carreras de las mujeres en I+D; y la Agenda de Género de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), que busca promover la participación equitativa en créditos y financiamientos a empresas, subsidios y fortalecimiento de capacidades productivas sectoriales con enfoque de género (OEI, 2024).

## 8. Los instrumentos para promover la formación de recursos humanos

En el **Gráfico 10** se presentan los instrumentos que refieren a la formación de recursos humanos. En los cinco países seleccionados, las becas son el mecanismo con mayor presencia para el fomento de la formación y capacitación. Brasil es el país que más programas ofrece, seguido de Argentina, Colombia, México y Chile. Argentina es el único país que no cuenta con programas referidos a la creación y el apoyo a posgrados.

**Gráfico 10. Número total de instrumentos por categoría en recursos humanos**



Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI.  
Consulta: 9/10/2024.

Argentina y Brasil establecieron un marco de apoyo al posgrado producto de la expansión en la matrícula educativa y la necesidad de articular la formación de los recursos humanos con el mundo laboral, especialmente en actividades de alta demanda científica y tecnológica. De esta manera, organismos como la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) financiaron en Brasil el sistema nacional de becas, dándole prioridad a la formación de maestrías y doctorados, guiada por el Plan Nacional de Educación 2014-2024 (Ley Nº 13.005/2014), que dentro de sus metas busca alcanzar la formación anual de 60.000 magísteres y 25.000 doctores.

En Argentina, a través de las becas de formación financiadas por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), se ha ampliado la posibilidad de acceder a los doctorados para estudiantes y sostener la carrera investigadora de personas que egresan de todas las áreas de conocimiento (De la Fare & Rovelli, 2021). Por su parte, en México la política de becas de CONAHCYT

ha ido en incremento exponencialmente, pasando de contar de 10.000 becas a 50.000 en 2015, y se ha demostrado que los posgrados han ejercido un impacto positivo sobre el desarrollo del país, al aumentar significativamente los aportes de los mexicanos a la ciencia y la tecnología, referido a publicaciones y patentes (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2017).

En el caso de Chile, las becas CONICYT (actual Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo - ANID) se han consolidado desde la década de 1980 como instrumentos clave en la formación de posgrado y de la política pública de desarrollo científico, siendo el principal programa del país para los recursos humanos altamente calificados. Estas becas han apuntado sobre todo a la formación en el exterior y la política pública se ha enfocado en expandir la cantidad de becas internacionales con propósitos de retorno (Chiappa & Muñoz García, 2015; Broitman & Rivero, 2022).

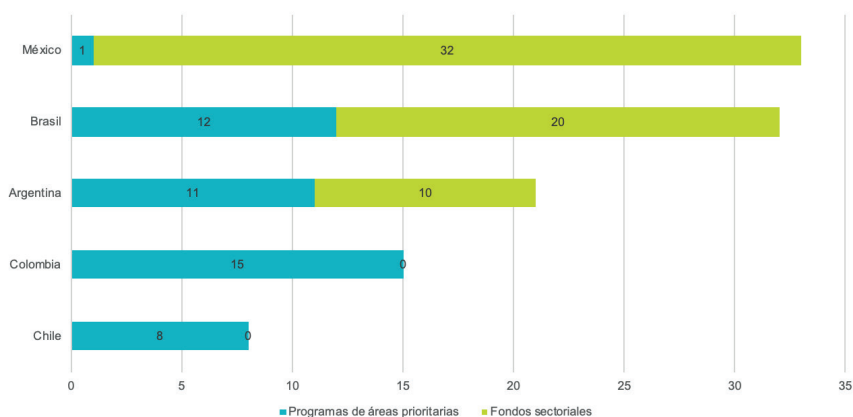
Este mismo fenómeno ocurre con las becas crédito ofrecidas en Colombia bajo los programas de la Fundación para el Futuro de Colombia (Colfuturo) y el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (ICETEX), donde se ha visto una expansión a nivel de maestría y doctorado (Lasso, 2020). En todos los países, el énfasis se ha puesto en ampliar la cobertura y el egreso en áreas clave como las STEM, así como en áreas estratégicas de la política científica (De la Fare & Rovelli, 2021), donde generalmente se encuentra más déficit, sobre todo en el egreso. Asimismo, se ha buscado generar políticas más inclusivas, tanto en cuestiones de género como étnicas.

213

## 9. Los instrumentos para fomentar áreas estratégicas

En el **Gráfico 11** se exponen los instrumentos desagregados para las dos categorías relevadas en el eje de áreas estratégicas. Como se describió en el apartado de las políticas públicas de ciencia y tecnología actuales para cada país, la definición de área estratégica es amplia, abarcando ámbitos de acción muy diversos donde la CTI pueda contribuir, como la reducción de la pobreza, la construcción de una educación inclusiva y de calidad, la promoción de áreas estratégicas para el desarrollo económico, entre otras.

En los marcos políticos de países como Argentina y Brasil, es posible ver áreas concretas como la bioeconomía, la biotecnológica, el sector aeronáutico y espacial, las TIC, la transformación digital o la transición energética, donde las trayectorias nacionales presentan marcos más favorables para el despliegue de este tipo de instrumentos.

**Gráfico 11. Número total de instrumentos por categoría en áreas estratégicas**

Fuente: elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI.  
Consulta: 9/10/2024.

Tal como se observa en el gráfico, México es el país que concentra la mayor cantidad de mecanismos dedicados a las áreas estratégicas, seguido de Brasil y Argentina. En estos tres países, los fondos sectoriales se han posicionado en las últimas décadas como instrumentos que movilizan a los actores participantes en las cadenas productivas, de los que se obtiene un financiamiento fijo para apoyar los sectores que cada país eligió como trascendentales para el desarrollo económico y científico y tecnológico.

En este sentido, se observa una clara relación entre lo mencionado en los actuales documentos de política sobre las áreas estratégicas y las que apuntan los fondos sectoriales. En Argentina, los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) son los instrumentos centrales de una nueva generación de políticas que buscan el fortalecimiento del vínculo entre el sector científico y tecnológico con el sector productivo, para contribuir a la resolución de problemáticas sociales y económicas (Cúneo, 2022). Así, se encuentran fondos destinados a la biotecnología, las TIC, la agroindustria, la energía, la salud, el desarrollo social, el medioambiente y el cambio climático (Agencia I+D+i, 2024).

En el caso brasileño, el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FNDCT) de la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) es el ente encargado de la gestión de los 15 fondos que actualmente están en vigencia, siendo 13 destinados a áreas como la salud, la biotecnología, la agroindustria, el petróleo, la energía, los minerales, la aeronáutica, el sector espacial, el transporte (terrestre y acuático), los recursos hídricos, las tecnologías de la información y uno enfocado a la Amazonía Legal (Bahía *et al.*, 2021). Desde el 2000, se ha sostenido este estándar de financiamiento, que ha permitido la implementación de miles de

nuevos proyectos de TIC, que apuntan no solo a la generación de conocimiento y la transferencia a empresas, ayudando a mejorar sus productos y procesos, y también equilibrando la relación entre las inversiones públicas y privadas en ciencia y tecnología (FINEP, 2024).

En México los fondos sectoriales son fideicomisos que tienen como objeto destinar recursos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. En total suman 32 fondos coordinados por CONAHCYT, en conjunto con otras instituciones gubernamentales, dependiendo del área estratégica a fomentar, entre las cuales se encuentran las actividades espaciales, el desarrollo aeroportuario y la navegación aérea, la energía, la pobreza, la educación, el agua, la vivienda y el crecimiento del sector habitacional, INMUJERES, entre otros (CONAHCYT, 2024).

## Consideraciones finales

A partir del análisis desarrollado en este artículo, es posible trazar algunas tendencias con respecto a la orientación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. En todos los casos la variedad en el diseño de herramientas e instrumentos resulta muy significativa; sin embargo, al examinar la implementación de estas políticas en los cinco países, se detecta una concentración significativa en cuatro ejes principales: innovación, recursos humanos, I+D y áreas estratégicas, que representan un total de 504 instrumentos, lo que constituye casi el 86% del total de estos países.

215

Se observa una cantidad muy significativa de instrumentos que buscan generar incentivos para fortalecer y mejorar la competitividad de distintos sectores productivos. Estas iniciativas buscan que las políticas ayuden a suplir la escasa capacidad que tiene buena parte del sector privado de los países de la región para conducir procesos de cambio tecnológico e innovación. Esto refleja la centralidad que adquiere la promoción de las políticas de CTI dedicadas a fomentar que los sistemas científicos tecnológicos abastezcan de conocimientos, productos, y tecnologías a los sectores productivos, con miras de promover su mayor competitividad. A esto se suman los esfuerzos de estos países para formar recursos humanos altamente calificados, dado que se detectan importantes déficits de formación en carreras con alta demanda en el mercado laboral, específicamente en tecnologías, ciencias e ingenierías (OEI, 2024). También se evidencian esfuerzos por implementar programas de inserción laboral de estos recursos humanos altamente calificados en las empresas que en su mayoría suelen presentar una baja demanda de este tipo de profesionales para conducir procesos de innovación o cambio tecnológico.

A pesar de esto, se evidencia que los países de la región comenzaron a desarrollar instrumentos múltiples que permitan dar cuenta de la complejidad que implica la promoción de sectores de alta tecnología, con suerte dispar.

Específicamente se evidencian determinados condicionantes para el despliegue de estas políticas, relacionados con características estructurales de las economías de la región que hacen que la vinculación entre las políticas estatales y el sector productivo no siempre den el resultado buscado. Existen excepciones en la región (como las presentadas precedentemente) de sectores de alta tecnología que tienen vinculaciones virtuosas con el resto de los actores del sistema. Sin embargo, los mismos resultan insuficientes (en alcance y volumen) como para traccionar procesos de desarrollo sistémicos que rompan la dependencia de la región a los sectores más primarizados de sus economías.

En la región se advierte una tendencia consolidada a implementar instrumentos sectoriales destinados a financiar áreas estratégicas como nanotecnología, biotecnología, inteligencia artificial, TIC e ingenierías, entre otras. Estas políticas en buena medida surgen como producto de los diversos planes estratégicos que los países desarrollaron, en los cuales definieron los sectores estratégicos o prioritarios que podrían contribuir a motorizar los procesos de desarrollo nacional. Muchos de estos sectores definidos por los planes no constituyen los que tienen mayor trayectoria en la región, por lo que en muchos casos parece observarse un grado de voluntarismo de los planes y estrategias nacionales, que no siempre toman en cuenta las capacidades e historia previa de cada sistema para promover sectores. En este sentido, este tipo de esfuerzos rememora los esquemas imitativos de las políticas en CTI que surgieron en la década de 1990, que se correspondían con conceptualizaciones, debates y contextos que estaban muy alejadas de las realidades locales o regionales.

216

Queda como interrogante verificar si la adopción de conceptualizaciones novedosas en políticas de CTI en la región —como las políticas “orientadas por misión” que aparecen como una visión superadora de las tradicionales áreas estratégicas— efectivamente genera efectos sustantivos en los sistemas científico-tecnológicos. Sobre todo, dada la fuerte dependencia de estos enfoques en capacidades estatales sofisticadas para gestionar proyectos científico-tecnológicos complejos, y por lo mencionado antes en relación con las capacidades de la región de romper la dependencia hacia sectores específicos de sus tramas productivas.

El contexto actual, donde la injerencia de los Estados en las economías está puesta en discusión, plantea un escenario de creciente dificultad para la estabilización y consolidación de políticas o estrategias institucionales que requieren marcos temporales extendidos. La falta de capacidad en la región para sostener políticas de largo plazo constituye una característica de la región que impide que estas “grandes misiones” puedan tener la estabilidad temporal necesaria para desplegarse. La institucionalidad débil de las políticas (y en particular de las políticas de CTI) sin duda constituye un elemento contextual muy importante para repensar las estrategias y la priorización de sectores específicos de las economías que efectivamente logren reunir los consensos suficientes para sostenerse y progresar a lo largo del tiempo.

## Declaración de uso de IA

El autor y la autora de este artículo declaran haber utilizado la herramienta ChatGPT para revisar la sintaxis y redacción de este texto.

## Bibliografía

Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación. (2024). Sitio web. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-ciencia-y-tecnologia/agencia>.

Aguiar, Diego, Aristimuño, Francisco, Bekerman, Fabiana & Magrini, Nicolas (2020). La influencia del Banco Interamericano de Desarrollo en la política de ciencia y tecnología de Argentina: una mirada de largo alcance (1979-1999). *Redes*, 25(49), 15-46. Recuperado de: <https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/article/view/48>.

Albornoz, Mario (2001). Política Científica y Tecnológica. Una visión desde América Latina. CTS+I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 1.

Albornoz, Mario & Barrere, Rodolfo (2022). Integración de la ciencia y la tecnología en el MERCOSUR. Integración y Conocimiento: Revista del Núcleo de Estudios e Investigaciones en Educación Superior de Mercosur, 11(2), 7-23.

217

Albornoz, Mario, Barrere, Rodolfo, Osorio, Laura, Sánchez Macchioli, Pablo & Turkenich, Magalí (2015). Políticas CTI en países emergentes. Análisis comparado de experiencias heterogéneas y su aplicabilidad en Argentina. Proyectos de investigación CIECTI. Convocatoria 2014. Recuperado de: <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2016/11/Proyectos-de-Investigaci%C3%B3n-Res%C3%BAmenes-ejecutivos.pdf>.

Bahia, Domitila Santos, Gonçalves, Eduardo & Betarelli Jr., Admir Antônio (2021). Efeitos macroeconômicos e setoriais das subvenções da Finep no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, 20.

Bell, Martin (1995). Enfoques sobre política de ciencia y tecnología en los años noventa: viejos modelos y nuevas experiencias. *Redes*, 5(2).

Borrás, Susana & Edquist, Charles (2013). The choice of innovation policy instruments. *Technological Forecasting & Social Change*, 80.

Brasil (2024). Plano Plurianual da União para o período de 2024 a 2027. Recuperado de: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Projetos/PLN/2023/msg428-agosto2023.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PLN/2023/msg428-agosto2023.htm).

Bressers, Hans & Klok, Pieter- Jan (1988). Fundamentals for a Theory of Policy Instruments. *International Journal of Social Economics*, 15(3), 22-41.

Calza, Elisa, Cimoli, Mario & Rovira, Sebastián (2010). Diseño, implementación e institucionalidad de las políticas de Ciencia, Tecnología e Investigación en América Latina y el Caribe. CEPAL. *Revista de Trabajo*, 6(8).

Cantner, Uwe & Pyka, Andreas (2001). Classifying technological policy from an evolutionary perspective. *Research Policy*, 30(5), 759-775.

Capano, Giliberto, Pritoni, Andrea & Vicentini, Giulia (2020). Do policy instruments matter? Governments' choice of policy mix and higher education performance in Western Europe. *Journal of Public Policy*, 40(3), 375-401. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0143814X19000047>.

Capano, Gilberto, Howlett, Michael & Ramesh, M. (2015). *Varieties of governance: Dynamics, strategies, capacities*. Londres: Palgrave Macmillan.

Casas, Rosalba, Corona, Juan Manuel M. & Rivera, Roxana (2014). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social. En Pablo Kreimer, Lea Velho, Hebe Vessuri & Antonio Arellano (Coords.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y el conocimiento* (264-352). México: Red Cyted, FCCyT & Siglo XXI.

218

Cassiolato, José Eduardo, Lastres, Helena Maria Martins & Soares, Maria Clara (2013). Sistema Nacional de Innovación de Brasil: Desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo incluyente. En Gabriela Dutrénit & Judith Sutz (Eds.), *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana* (65-95). México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/319109961\\_Sistemas\\_de\\_innovacion\\_para\\_un\\_desarrollo\\_Inclusivo\\_La\\_experiencia\\_latinoamericana](https://www.researchgate.net/publication/319109961_Sistemas_de_innovacion_para_un_desarrollo_Inclusivo_La_experiencia_latinoamericana).

CEPAL (2012). Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada para el desarrollo. Recuperado de: [http://www.cepal.org/pses34/noticias/documentosdetrabajo/4/47424/2012-ses-34-cambio\\_estructural.pdf](http://www.cepal.org/pses34/noticias/documentosdetrabajo/4/47424/2012-ses-34-cambio_estructural.pdf).

Chiang, Jong-Tsong (1991). From 'mission-oriented' to 'diffusion oriented' paradigm: the new trend of the U.S. industrial technology policy. *Technovation*, 11(6), 339-356.

Chiappa, Roxana & Muñoz García, Ana Luisa (2015). Equidad y capital humano avanzado: Análisis sobre las políticas de formación de doctorado en Chile. *Psicoperspectivas*, 14(3), 17-30.

Cimoli, Mario, Ferraz, Joao Carlos & Primi, Annalisa (2009). Science, technology and innovation policies in global open economies: The case of Latin America and the Caribbean. *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 102(3).

Cimoli, Mario, Porcile, Gabriel & Rovira, Sebastián (2010). Structural change and the BOP-constraint: why did Latin America fail to converge? *Cambridge Journal of Economics*, 34, 389-411.

Comotto, Sabrina (2020). Descifrando los vínculos entre compras públicas, aprendizaje e innovación: el caso del sector petrolero-gasífero y sus sectores relacionados (Argentina, 2012-2015). Buenos Aires: FLACSO. Recuperado de: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/items/288791e3-68b7-4fd6-bf09-84c8cc2eb27b>.

Consejo Nacional de Política Económica y Social (2022). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031 (CONPES 4567). Departamento Nacional de Planeación, República de Colombia. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/>.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2024). CONACYT fortalece políticas públicas mexicanas en humanidades, ciencias, tecnologías e innovación. Recuperado de: <https://conahcyt.mx/conahcyt-fortalece-politicas-publicas-mexicanas-en-humanidades-ciencias-tecnologias-e-innovacion/>.

Crespi, Gustavo & Dutrénit, Gabriela (2013). Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A. C. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/319109889\\_Politicas\\_de\\_ciencia\\_tecnologia\\_e\\_innovacion\\_para\\_el\\_desarrollo\\_La\\_experiencia\\_latinoamericana](https://www.researchgate.net/publication/319109889_Politicas_de_ciencia_tecnologia_e_innovacion_para_el_desarrollo_La_experiencia_latinoamericana).

219

Cúneo, Diego (2022). Un análisis sobre el carácter sistémico y selectivo de los instrumentos del Fondo Argentino Sectorial desde el enfoque de policy mix. *Ciencia, docencia y tecnología*, 33(66), 1-31. DOI: <https://doi.org/10.33255/3366/1302>.

De la Fare, Mónica & Rovelli, Laura (2021). Los doctorados en los posgrados de Argentina y Brasil. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(1), 343-372. DOI: <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v21i1.42596>.

Dutrénit, Gabriela (2015). Políticas de innovación para fortalecer las capacidades de manufactura avanzada en México. Santiago de Chile: Cienplan.

Dutrénit, Gabriela & Katz, Jorge. (2005). Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 7, 105-130. DOI: <https://doi.org/10.5172/impp.2005.7.2-3.105>.

Dutrénit, Gabriela & Puchet, Martín (2015). Tensions of STI policy in Mexico: analytical models, institutional evolution, national capabilities and governance. En Stefan Kuhlmann & Gonzalo Ordóñez-Matamoros (Eds), *International Research Handbook on Science, Technology and Innovation Policy in Developing Countries: Rationales and Relevance* (205-231). Cheltenham: Edward Elgar. Recuperado de: [https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/15643\\_7.html](https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/15643_7.html).

Erbes, Analía & Suárez, Diana (2016). Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Ergas, Henry (1987). Does technology policy matter? En Bruce. R. Guile & Harvey Brooks (Eds.), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy* (191-245). Washington DC: The National Academies Press. Recuperado de: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/1671/technology-and-global-industry-companies-and-nations-in-the-world>.

FINEP (2024). Agência Nacional de Inovação. Recuperado de: <http://www.finep.gov.br>.

Hood, Christopher & Margetts, Helen (2007). *Tools of Government in the Digital Age*. Serie Public Politics and Policy. Londres: MacMillan.

Howlett, Michael, Ramesh, M. & Capano, Giliberto (2020). Policymakers, Policy-Takers and Policy Tools: Dealing with Behavioural Issues in Policy Design. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, 22(6), 487-497. DOI: <https://doi.org/10.1080/13876988.2020.1774367>.

220

Howlett, Michael & Rayner, Jeremy (2013). Patching vs Packaging in Policy Formulation: Assessing Policy Portfolio Design. *Politics and Governance*, 1(2), 170-182. DOI: <https://doi.org/10.17645/pag.v1i2.95>.

Jefatura de Gabinete de Ministros (s/f). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/plan-nacional-cti/plan-cti>.

Klein Woolthuis, Rosalinde, Lankhuizen, Maureen & Gilsing, Victor (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*, 25(6), 609-619.

Lascoumes, Pierre & Le Galès, Patrick (2007). Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments? From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation. *Governance*, 20(1), 1-21.

Lasso Cardona, Luis A. (2020). Análisis de la formación posgradual a nivel de Maestría y Doctorado en Colombia entre 2010 y 2018. *Espacios*, 41, 161-176. DOI: <https://dx.doi.org/10.48082/espacios-a20v41n48p12>.

Lavarello, Pablo, Minervini, Mariana, Robert, Verónica & Vazquez, Darío (2020). Las políticas orientadas por misiones: el debate en los países centrales y su aplicación en el contexto de países en desarrollo. En Diana Suárez, Analía Erbes y Florencia Barletta (Eds.), *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos*. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje (511-544). Los Polvorines: Ediciones

Comlutense & Ediciones Universidad Nacional de General Sarmiento. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/195065/CONICET\\_Digital\\_Nro.f0576664-dca5-4fe0-a982-87090f9198d2\\_Z.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/195065/CONICET_Digital_Nro.f0576664-dca5-4fe0-a982-87090f9198d2_Z.pdf?sequence=5&isAllowed=y).

Le Galès, Patrick (2011). Policy instruments and governance. En Mark Bevir (Ed.), *The Sage Handbook of Governance* (142-159). Londres: Sage.

Lima, Antonio Carlos (2015). O papel da internacionalização na inovação das indústrias de alta tecnologia em países emergentes: o caso da Embraer. Recuperado de: <http://tede2.espm.br/handle/tede/31>.

Linder, Stephen & Peters, B. Guy (1993). Instrumentos de gobierno: percepciones y contextos. *Gestión y Política Pública*, II(1), 5-34.

Marin, Anabel, Navas-Alemán, Lizbeth & Perez, Carlota (2015). Natural Resource Industries As a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Royal Dutch Geographical Society KNAG, 106(2), 154-168. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/51443>.

Mazzucato, Mariana (2018). Mission-Oriented Innovation Policy. Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>.

221

Mazzucato, Mariana (2023). Cambio transformacional en América Latina y el Caribe: un enfoque de política orientada por misiones. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8d9bf156-5243-4d53-8379-94fbbef7416/content>.

Metcalf, John Stanley (1995). Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 25-46.

Milesi, Dario, Petelski, Natalia & Verre, Vladimiro (2016). Dinámica de la innovación y estrategia de apropiación en una gran firma bio-farmacéutica argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(32), 189-211. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-471>.

Muller Pierre (2000). L'analyse cognitive des politiques publiques: vers une sociologie politique de l'action publique. *Revue française de science politique*, 50(2), 189-208.

Naidorf, Judith & Perrotta, Daniela (2015). La ciencia social politizada y móvil de una nueva agenda latinoamericana orientada a prioridades. *Revista de la Educación Superior*, 44(174), 19-46.

OCDE (2016). National strategies for STI. *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*. París: OECD Publishing. DOI: [https://doi.org/10.1787/sti\\_in\\_outlook-2016-8-en](https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-8-en).

Organización de Estados Iberoamericanos (2023). Panorama de la Educación Superior en Iberoamérica a través de los indicadores de la Red Índices Relevamiento 2022. Papeles del Observatorio N° 26. Buenos Aires: OEI. Recuperado de: <https://oei.int/oficinas/argentina/publicaciones/papeles-del-observatorio-estadisticas-politicas-y-brechas-de-genero-las-mujeres-en-la-ciencia-y-la-educacion-superior-en-iberoamerica/>.

Organización de Estados Iberoamericanos (2024). Estadísticas, políticas y brechas de género. Las mujeres en la ciencia y educación superior en Iberoamérica. Papeles del Observatorio N° 27. Buenos Aires: OEI. Recuperado de: <https://oei.int/oficinas/argentina/publicaciones/panorama-de-la-educacion-superior-en-iberoamerica-a-traves-de-los-indicadores-de-la-red-indices/>.

Pérez, Carlota (2016). Teoría y políticas de innovación como blanco móvil. En Analia Erbes & Diana Suárez (Comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano: una discusión desde los sistemas de innovación* (293-317). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento. Recuperado de: [https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/pdfs\\_ediciones/Repensando\\_el\\_desarrollo\\_latinoamericano-completo.pdf](https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/pdfs_ediciones/Repensando_el_desarrollo_latinoamericano-completo.pdf).

222

Perez, Carlota. & Soete, Luc (1988). Catching Up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity. En Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson & Luc Soete (Eds.), *Technical Change and Economic Theory* (458-479). Londres: Francis Pinter. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/46431817\\_Catching\\_up\\_in\\_technology\\_entry\\_barriers\\_and\\_windows\\_of\\_opportunity](https://www.researchgate.net/publication/46431817_Catching_up_in_technology_entry_barriers_and_windows_of_opportunity).

Pires Ferreira, Sinésio. (2002). Personal en Ciencia y Tecnología: Cuestiones metodológicas y análisis de resultados. Recuperado de: [http://www.riicyt.org/manuales/doc\\_view/123-personal-en-ciencia-y-tecnologia-cuestiones-metodologicas-y-analisis-de-resultados](http://www.riicyt.org/manuales/doc_view/123-personal-en-ciencia-y-tecnologia-cuestiones-metodologicas-y-analisis-de-resultados).

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (2024). Comparativos. Recuperado de: <https://www.riicyt.org/category/indicadores/>.

Reinert, Erik (1996). The role of technology in the creation of rich and poor nations: underdevelopment in a Schumpeterian system. En Derek. H. Aldcroft & Ross. E. Catterall (Eds.), *Rich nations-poor nations*. Londres: Edward Elgar Publishing.

Rovelli, Laura (2017). Expansión reciente de la política de priorización en la investigación científica de las universidades públicas de la Argentina. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(22), 103-121. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/65025/CONICET\\_Digital\\_Nro.4a0935dc-233f-43af-9ea2-bd531d48277f\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/65025/CONICET_Digital_Nro.4a0935dc-233f-43af-9ea2-bd531d48277f_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

Sánchez Macchioli, Pablo & Osorio, Laura (2017). Instrumentos de Política Científica, Tecnológica y de Innovación en América Latina. Principales tendencias de Política

en Argentina, Brasil y México. El Estado de la Ciencia 2017. Buenos Aires: RICYT. Recuperado de: [https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/10/files\\_Estado-de-la-Ciencia-2017\\_E\\_2017\\_2\\_2\\_Instrumentos\\_de\\_Politica\\_cientifica.pdf](https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/10/files_Estado-de-la-Ciencia-2017_E_2017_2_2_Instrumentos_de_Politica_cientifica.pdf).

Sagasti, Francisco (2011). Ciencia, Tecnología e Innovación. Políticas para América Latina. Lima: Siglo XXI.

Sagasti, Francisco & Aráoz, Alberto (1976). Science and Technology Policy Implementation in Less Developed Countries: Methodological Guidelines for the STPI Project. Ottawa: International Development Research Centre.

Salamon, Lester M. (2002). The Tools of Government. A guide to the New Governance. Nueva York: Oxford University Press.

Salomon, Jean-Jacques (1977). Science Policy Studies and Development of Science Policy. En I. Spiegel-Rosing & D. Solla-Price (Comps.), Science Technology and Society: Across disciplinary perspective. Londres: Sage.

Sartori, Giovanni (1984). La política, lógica y método en las ciencias sociales. México: Fondo de Cultura Económico.

Schneider, Anne & Ingram, Helen (1990). The Behavioral Assumptions of Policy Tools. The Journal of Politics, 52, 510-529.

223

Sistema de Información Científica y Tecnológica (s/f). Lineamientos para la operación de los programas nacionales estratégicos. Recuperado de: <https://www.sicyt.gob.mx/index.php/normatividad/conahcyt-normatividad/programas-vigentes-normatividad/lineamientos/lineamientos-para-la-operacion-de-los-programas-nacionales-estrategicos/4963-lineamientos-para-la-operacion-de-los-programas-nacionales-estrategicos/file>.

Suárez, Diana & Erbes, Analía (2014). Desarrollo y subdesarrollo latinoamericano un análisis crítico del enfoque de los sistemas de innovación para el desarrollo. Redes, 20(38), 97-119. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/907/90745924003.pdf>.

Suárez, Diana, Erbes, Analía & Barletta, Florencia (2020). Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje. Los Polvorines: Ediciones Complutense & Ediciones Universidad Nacional de General Sarmiento. Recuperado de: <https://www.ucm.es/ediciones-complutense/teoria-de-la-innovacion>.

Valdés-Rodríguez, Ofelia Andrea, Palacios-Wassenaar, Olivia Margarita & Sanchez-Cruz, Elida (2018). Los postgrados y su contribución al desarrollo de la ciencia en México: una perspectiva de investigadoras veracruzanas. Recuperado de: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/23/30>.

Van der Meulen, Barend (1998). Science policies as principal-agent games: Institutionalization and path dependency in the relation between government and science. *Research Policy*, 27(4), 397-414. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00049-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00049-3).

Vedung, Evert (1998). Policy instruments: typologies and theories. En Marie Louise Bemelmans-Videc, Ray C. Rist & Evert Vedung (Eds.), *Carrots, sticks and sermons. Policy instruments and their evaluation* (21-58). New Brunswick: Transaction Publishers.

Vieira Filho, José Eustaquio R. & Fishlow, Albert (2017). *Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Yoguel, Gabriel, Lugones, Manuel & Sztulwark, Sebastián (2007). La política científica y tecnológica Argentina en las últimas décadas: algunas consideraciones desde la perspectiva del desarrollo de procesos de aprendizaje. *Manual de Políticas Públicas*. Santiago de Chile: CEPAL.

## Producción científica de Chile y Venezuela en el contexto de sus políticas públicas. La revisión de una década \*

## Produção científica do Chile e da Venezuela no contexto de suas políticas públicas. A revisão de uma década

## *Scientific Production of Chile and Venezuela in the Context of their Public Policies. A Review of a Decade*

Elsi Jiménez  y Juan Guillermo Llanos-Longoria  \*\*

Este artículo analiza la repercusión de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, así como su incidencia en la producción de conocimiento de Chile y Venezuela durante el período 2012-2022. Para ello se tomaron los datos recabados por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y los indicadores estadísticos extraídos de la plataforma SciVal-Scopus. Como *input* se consideró el porcentaje de inversión del producto interno bruto (PIB) de ambos países en investigación y desarrollo, la cantidad de investigadores por cada mil habitantes y el gasto por investigador. Como *outputs*, se tomó de la base de datos Scopus la cantidad de publicaciones indexadas en la base de datos, cantidad de citas por publicaciones y principales tópicos cubiertos en sus investigaciones, mientras que de la RICYT se tomaron los datos de la cantidad de patentes aprobadas en ambos países. Se discute cómo, en el caso de Chile, se observa un mejor desempeño en el incremento de la producción científica, derivado de un enfoque enmarcado en la vinculación estratégica con el sector privado y de una política de fomento a la investigación. Por su lado, Venezuela presenta un declive en la producción de conocimiento en el sector científico-tecnológico debido a una combinación de factores: la asignación discrecional de recursos para la investigación a las instituciones que tradicionalmente desarrollan investigación, la politización de los gestores gubernamentales de ciencia y tecnología, la merma en la libertad de investigación y la fuga de talentos.

225

**Palabras clave:** políticas públicas en ciencia y tecnología; inversión I+D; producción científica; indicadores bibliométricos; ideología en la ciencia

\* Recepción del artículo: 15/10/2024. Entrega del dictamen: 06/02/2025. Recepción del artículo final: 24/06/2025.

\*\* *Elsi Jiménez*: directora de biblioteca, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana. Correo electrónico: [elsi.jimenez@intec.edu.do](mailto:elsi.jimenez@intec.edu.do). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5616-861X>. *Juan Guillermo Llanos-Longoria*: asesor de recursos de aprendizaje, Instituto Profesional INACAP, Chile. Correo electrónico: [longoriaucv@gmail.com](mailto:longoriaucv@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2574-6867>.

Este artigo analisa o impacto das políticas públicas em ciência, tecnologia e inovação, bem como seu impacto na produção de conhecimento no Chile e na Venezuela durante o período de 2012 a 2022. Para isso, foram utilizados os dados coletados pela Rede Ibero-Americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (RICYT) e os indicadores cientométricos extraídos da plataforma SciVal-Scopus. Como entrada, foram considerados o percentual de investimento do produto interno bruto (PIB) em pesquisa e desenvolvimento em ambos os países, o número de pesquisadores por mil habitantes e o gasto por pesquisador. Como outputs, o número de publicações indexadas no banco de dados, o número de citações por publicação e os principais tópicos abordados em suas pesquisas foram extraídos do Scopus, enquanto o número de patentes aprovadas em ambos os países foi extraído do RICYT. Discute-se como, no caso do Chile, observa-se um melhor desempenho no aumento da produção científica, derivado de uma abordagem baseada em vínculos estratégicos com o setor privado e uma política de promoção da pesquisa. Por sua vez, a Venezuela mostra um declínio na produção de conhecimento no setor de ciência e tecnologia devido a uma combinação de fatores: a alocação discricionária de recursos de pesquisa para instituições de pesquisa tradicionais, a politização dos gerentes de ciência e tecnologia do governo, o declínio na liberdade de pesquisa e a fuga de cérebros.

**Palavras-chave:** políticas públicas em ciência e tecnologia; investimento em P&D; produção científica; indicadores bibliométricos; ideologia na ciência

226

*This article analyzes the impact of public policies in science, technology and innovation, as well as their impact on knowledge production in Chile and Venezuela between 2012 and 2022. The data collected by the Ibero-American Network of Science and Technology Indicators (RICYT, due to its initials in Spanish) and the statistical indicators extracted from the SciVal-Scopus platform were used for this purpose. As input, we considered the percentage of investment in research and development as a percentage of the gross domestic product (GDP) of both countries, the number of researchers per thousand inhabitants and the expenditure per researcher. As outputs, the number of publications indexed in the database, the number of citations per publication and the main topics covered in their research were taken from Scopus, while the number of patents approved in both countries was taken from RICYT. The article discusses how, in the case of Chile, a better performance in the increase of scientific production is observed, derived from an approach framed in the strategic linkage with the private sector and a policy to promote research. On the other hand, Venezuela shows a decline in the production of knowledge in the scientific and technological sector due to a combination of factors: the discretionary allocation of resources to institutions that traditionally develop research, the politicization of governmental science and technology management, the decline in the freedom of research and the brain-drain associated to it.*

**Keywords:** public policies in science and technology; R&D investment; scientific production; bibliometric indicators; ideology in science

## Introducción

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) son elementos fundamentales para el desarrollo de las naciones, ya que permiten hacer frente a los cambios y las transformaciones en todos los ámbitos de la sociedad. Los gobiernos han implementado en este sector políticas públicas que incluyen importantes inversiones presupuestarias, a través de diversos planes, programas e iniciativas, con el objetivo de fortalecer los sistemas científicos y tecnológicos existentes, abordar desafíos y promover el crecimiento económico en beneficio de sus ciudadanos. En este sentido, las políticas de CTI tienen un papel fundamental para impulsar la competitividad y la innovación; a su vez, contribuyen con el bienestar y desarrollo de los países en beneficio de la ciudadanía.

Las políticas de CTI son un conjunto de iniciativas diseñadas para apoyar la investigación básica, la innovación y la comercialización de invenciones que inciden en el incremento de la producción de conocimiento y que fortalecen el sector industrial y el crecimiento económico del país en todas sus áreas (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2020). Los países de Iberoamérica poseen el potencial para el desarrollo mediante estrategias que impulsan el quehacer científico y que repercutan en el crecimiento de estas naciones; de ahí la importancia de promover y sustentar este sector en los países de la región.

Ahora bien, la implementación de políticas CTI requiere de una medición de su impacto en la comunidad científica y en la sociedad para evaluar sus éxitos y desviaciones. Múltiples son los estudios que abarcan la medición de la efectividad de las políticas públicas; en esta ocasión, se aborda la dimensión cienciometría para la evaluación de la efectividad de estas políticas. Entendiendo la cienciometría como una disciplina que mide las ciencias de la información encargada de la medición de la actividad científica a través de su comportamiento (Araújo Ruiz & Arencibia Jorge, 2002).

227

En este artículo se han considerado dos sesgos importantes que podrían impactar en los resultados. En primer lugar, se ha tomado en cuenta la cobertura de publicaciones en determinados territorios, tal como señalan Turpo-Gebera *et al.* (2021). En segundo lugar, se han considerado las diferencias existentes en los niveles de desigualdad económica, políticas e inversiones en CTI, tal como lo indican Pérez *et al.* (2010).

## 1. Metodología

La estrategia metodológica empleada en esta investigación constó de dos fases. En la primera fase, se realizó un análisis documental para recuperar, clasificar y describir las políticas públicas más relevantes en ciencia, tecnología e innovación (CTI) en dos países: Venezuela y Chile. Se consultaron los portales oficiales de las instituciones

gubernamentales de ambos países, así como análisis especializados en la temática. En la segunda fase, se utilizó la estructura metodológica presentada por Turpo-Gebera *et al.* (2021) para llevar a cabo una evaluación cienciométrica, considerando dos dimensiones: el *input* del país (inversión en I+D por PIB) y los *outputs* (cantidad de publicaciones, citas y patentes registradas) como se observa en la **Tabla 1**. Por otra parte, para analizar los resultados se consideraron las publicaciones indexadas en la base de datos Scopus, que fueron procesadas mediante la herramienta SciVal donde se registra la cantidad de documentos arbitrados y publicados por país, las principales temáticas, el impacto por las citas promedio y temas; para analizar la cantidad de patentes aprobadas por residentes en cada país, se utilizaron datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

Para la dimensión *input* por país, se utilizaron datos oficiales publicados por la Red de Investigación en Ciencia y Tecnología; se incluyó el PIB de ambos países, la inversión en I+D, el gasto por investigador y la cantidad de investigadores por cada mil habitantes.

**Tabla 1. Descripción de las dimensiones analizadas**

| Dimensión     | Variable              | Descripción                                                                                     |
|---------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Input</i>  | Inversión en I+D      | % de inversión en ciencia, tecnología e innovación respecto al Producto Interno Bruto por país. |
| <i>Output</i> | Producción científica | Cantidad de artículos publicados por país en el período 2012 a 2022.                            |
| <i>Output</i> | Impacto               | Cantidad de citas promedio por artículo publicado.                                              |
| <i>Output</i> | Innovación            | Total de patentes de residentes registradas en el país.                                         |

Fuente: elaboración propia.

## 2. Dos realidades: políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación en Chile y Venezuela

### 2.1. Políticas de ciencia, tecnología e innovación en Chile

Entre 2012 y 2022, Chile ha sido uno de los países que logró posicionarse como un referente iberoamericano en cuanto a la producción de nuevos conocimientos en ciencia, tecnología e innovación a nivel mundial. Son muchos los factores a considerar en este crecimiento; sin embargo, Yutronic (2004) propone la clara relación del incremento en la producción de nuevos conocimientos en CTI con las necesidades de un mercado económico abierto, en el cual la exportación es un requisito para la supervivencia de la industria nacional y el conocimiento un insumo necesario para poder competir en los mercados internacionales.

Para el correcto funcionamiento de este ecosistema económico, el gobierno de Chile históricamente implementó una estrategia firme de apoyo a la ciencia a través de políticas públicas que lograran impactar en la creación y divulgación de nuevo conocimiento y la formación de nobeles profesionales en las áreas de mayor demanda. Balbontín *et al.* (2018) resumen estas políticas, programas e instrumentos a través de tres modelos de desarrollo, un primer modelo en el cual Chile comienza con la sustitución de importaciones entre 1930 y 1973. En este período se crea la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en 1939, con el fin de incentivar la creación de empresas estatales. En 1967 se presenta uno de los grandes hitos en la historia moderna de Chile, con la creación de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), la cual tendría la función de asesorar a la presidencia de la república en temas de ciencia y tecnología.

El segundo modelo abarca desde 1973 a 1989, reflejando nuevas políticas que obedecen a los fenómenos sociopolíticos durante la dictadura en Chile. En este período, las políticas públicas y programas estatales más relevantes en el área corresponden a la creación del programa de Becas Presidente de la República en 1981, dirigidas a la formación en los niveles de maestría y doctorados; seguidamente ocurrió la creación del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) en 1984 y el programa de becas del CONICYT.

El último modelo, y uno de los más relevantes para este estudio, corresponde al retorno a la democracia, que abarca desde 1990 a la actualidad. En este período se implementó la creación del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), se estableció el Consejo Nacional de Innovación para la Competencia, se promulgó la Ley de Incentivo Tributario a la I+D. En 2018 se estableció el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación como órgano asesor de la presidencia de la república en el diseño de políticas, planes y programas orientados a fomentar el desarrollo de las CTI.

229

Entre las políticas más relevantes en ciencia, tecnología e innovación en Chile, destacamos las siguientes:

- a. Ley N° 20.570 de Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación y Desarrollo (LITIPID), aprobada el 24 de septiembre de 2012. En una economía de libre mercado, la innovación es uno de los factores fundamentales para lograr el posicionamiento y la competitividad en los mercados internacionales. Por ello Chile en 2008 implementa su primera ley de incentivo tributario para apoyar el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación en el país. Según el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2013), el objetivo principal de esta primera ley fue minimizar la brecha del gasto privado en I+D entre Chile y el promedio de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Sin embargo, a pesar del avance en materia de ciencia, tecnología e innovación en el ámbito nacional con la promulgación de esta ley, los resultados no fueron los esperados, debido a que no se impulsaron significativamente nuevos proyectos. Muchos fueron los estudios que justifican el fracaso; Olivares

y Polanco (2014) mencionan que algunas de las causas fueron el estrecho marco normativo, el cual únicamente autorizó la creación de proyectos con capacidades externas a las empresas, y los plazos, que no se adecuaban a la agilidad que requiere la competitividad del mercado internacional. Por ello, en 2012 se presenta la Ley de Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación y Desarrollo, que busca el acceso al beneficio tributario a través de un contrato, la ampliación del tope del beneficio, una mayor flexibilización del tipo de gasto y la simplificación de los trámites para la certificación de los proyectos (Ministerio de Economía, 2013). Es de destacar que los sectores de tecnología de la información y comunicación (TIC) como las empresas de *software* y desarrollo tecnológico han aprovechado los incentivos para innovar y mejorar sus productos; en biotecnología se observa un impulso significativo, especialmente en investigación y desarrollo de nuevos medicamentos y tratamientos; en el campo de las energías renovables, las empresas en el ámbito de energías limpias han utilizado los incentivos para desarrollar proyectos de investigación; en agricultura y agroindustria la innovación en técnicas agrícolas y procesos de producción ha sido favorecida por los beneficios tributarios, y las empresas manufactureras han invertido en investigación para mejorar la eficiencia y la calidad de sus productos (Espinosa Bascur & Ponce Cuadra, 2014).

- b. Ley N° 21.105 de Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (LCMCTCI). En 2018 se crea este ministerio como órgano encargado de asesorar a la presidencia de la república en la formulación, implementación y evaluación de las políticas, los planes y los programas destinados a fomentar y fortalecer la innovación de base científico-tecnológica en el país (Congreso Nacional, 2018). A la par, la nueva ley da origen a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, la cual tiene la responsabilidad de descentralizar el desarrollo de la CTI a nivel regional. Otro punto de igual importancia fue la implementación de una estrategia nacional de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación y la derogación de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), establecida en la Ley N° 16.746. De La Fuente y Hamuy (2018) indican, en el informe del proyecto de la Ley N° 21.105, que esta ley pretende superar el desafío de no solo crecer económica y sustentablemente, sino también construir una sociedad capaz de desarrollar nuevo conocimiento al servicio del país, traduciéndose en una mejor calidad de vida para los ciudadanos.
- c. Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) - Plan de Acción 2020-2022. Con la promulgación de la Ley N° 21.105 y la implementación de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, se crea el primer Plan de Acción en CTCI para el período 2020-2022. El plan tiene como objetivo organizar las iniciativas y proyectos, determinar "las acciones y medidas específicas para el cumplimiento de estas iniciativas, los plazos de ejecución, las metas a alcanzar, los indicadores para su evaluación" (Ministerio de Ciencia, 2020). Este plan consta de tres categorías, tomando en cuenta su factibilidad: i) iniciativas nuevas: programas, planes o

instrumentos nuevos en la institucionalidad pública del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; ii) iniciativas que se modifican: programas, planes o instrumentos que tendrán que ser modificados con el fin de fortalecer el Sistema Nacional de CTCI; y iii) iniciativas de continuidad: programas, planes o instrumentos que mantendrán sus alcances, su institucionalidad y su funcionamiento (Ministerio de Ciencia, 2020).

## 2.2. Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación en Venezuela

La actividad científica en Venezuela cuenta con una amplia cantidad de investigaciones en el campo de las políticas públicas en ciencia y la tecnología; estas van desde el análisis de sus políticas (García Sucre, 2006; Finol Romero, 2016) hasta su producción (De la Vega, 2010; Ramírez & Salcedo, 2016; Requena, 2005, 2007, 2016, 2022; Vargas *et al.*, 2016).

Es importante destacar un antecedente de 1969: la creación por ley del Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnología (CONICIT). Esta ley se promulgó con el fin de consolidar el desarrollo de la investigación y el fortalecimiento del sector de la ciencia y tecnología en el país. El CONICIT cumplió su labor, como expresan Bifano *et al.* (2011), al generar programas que vinculaban los sectores académicos y productivos, así como la creación de posgrados integrados, entre otras acciones, además de generar en 1990 un sistema de acreditación para científicos denominado Programa de Promoción de Investigador (PPI).

231

A partir de 1999, CONICIT se vio afectado con la llegada de un nuevo gobierno a Venezuela, presidido por Hugo Chávez Frías. Uno de los primeros cambios realizados en el sector de la ciencia y tecnología fue reconocer a este sector como bien público para el desarrollo del país (Art. 110, CRBV, 2000). Asimismo, promulgada la nueva Constitución Nacional en 2000, se creó el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCyT) (Asamblea Nacional, 2001), partiendo de la estructura administrativa del CONICIT. Este último cambió su denominación a Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) como una unidad dependiente del recién creado MCyT.

El ministerio centralizó los institutos de investigación, avanzó en el desarrollo del gobierno electrónico con la Ley de Infogobierno (2013) y el uso de internet a través de los infocentros. En paralelo a estos cambios, se fomentó la verticalidad de los programas y llamados a la participación de actores sociales que comulgaban con la idea de reconocer la ciencia y tecnología como un bien público supeditado al Estado socialista, impulsado por el nuevo presidente y en apoyo a la revolución bolivariana. Este énfasis afianzó las raíces de la ideología socialista en sustento a los objetivos del gobierno, debilitando los logros alcanzados por el CONICIT. Entre las acciones estuvo desestimar las publicaciones científicas indexadas en índices internacionales y las patentes de invención; es decir, dos de los principales *outputs* de la ciencia. En cuanto al financiamiento a los proyectos de investigación, el factor político influyó en

la asignación de recursos favoreciendo proyectos de investigadores e instituciones estrechamente vinculados con las ideas del gobierno (Ramírez & Salcedo, 2016).

La ideología socialista puso a prueba la integridad y la validez de la ciencia, tal como sucedió en el caso de los científicos nazis que practicaron la eugenesia utilizada como herramienta de propaganda para justificar las políticas raciales, aunque Ball (2017) afirma que este fenómeno también se observa en países con fundamentos democráticos. En ambos casos, bajo regímenes autoritarios o gobiernos democráticos, los científicos y los gestores de la ciencia sufren presiones a fin de obtener financiamiento para la investigación. Sin embargo, en el caso de Venezuela, la ideología influyó negativamente en la producción de científica, como se observa en las cifras decrecientes que se observan en la cantidad de publicaciones que se presentan en el **Gráfico 4**.

Tres de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela con mayor influencia en el ecosistema científico-tecnológico del país son:

- a. *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI)*. Desde 2000 a la actualidad, esta ley se convirtió en un elemento importante dentro del ecosistema de la ciencia, tecnología e innovación en Venezuela. Promulgada por la Asamblea Nacional en el año 2001, modela al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) al establecer un conjunto de condiciones para viabilizar el financiamiento de la investigación a través de aportes del sector privado, que oscilan entre 0,5% y 2% de sus ingresos brutos, dependiendo del tipo de actividad económica de la empresa. En su análisis acerca de la promulgación de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación y sus dos reformas (2005 y 2010), Moreno Freites y Espósito de Díaz (2013) destacan que en la primera reforma se establece la discrecionalidad de las empresas de entregar los recursos a cualquier ente del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). En la segunda reforma se produce la centralización de los recursos, las empresas entregan los porcentajes correspondientes a FONDOCIT y este organismo distribuye los recursos entre las instituciones del SNCTI a través de una planificación centralizada. La Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela (Bifano *et al.*, 2011) critica la planificación centralizada en la segunda reforma de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación de 2010, que se convierte en una limitante de los mecanismos de participación de los investigadores, porque el ente coordinador del SNCTI efectúa un uso discrecional de los recursos al asignar financiamientos de acuerdo con el apoyo de los investigadores e instituciones a las políticas del gobierno. Otro cambio importante en la LOCTI (2010) son los nuevos actores en el SNCTI; por ejemplo, la integración de las comunas o personas naturales capaces de generar conocimiento fuera de los cánones tradicionales de la ciencia para la formulación y el desarrollo de investigaciones y su publicación en los registros científicos nacionales e internacionales. Por su parte, Culshaw (2011) caracteriza estas dos reformas a la LOCTI: la primera como un incentivo de producir conocimiento (2005)

y la segunda, en 2010, como un refuerzo al modelo del socialismo del siglo XXI. En 2022, la LOCTI es reformada nuevamente y la crítica se dirige nuevamente a lo remitido de la ONG Espacio Público (2022) sobre la excesiva centralización de la ciencia. Se exige derogar la LOCTI por vulnerar la libertad de expresión y académica, lo que se suma a las consecuencias de la escasez de científicos y productos científicos que tiene Venezuela por la migración de venezolanos que salen del país, las deficitarias condiciones de vida y los escasos presupuestos a las universidades para mantener laboratorios y bibliotecas, así como los pulverizados sueldos de la población. En 2022 también se crea la Vicepresidencia de Ciencia, Tecnología, Educación y Salud con el objetivo de incrementar las capacidades productivas nacionales y la resolución de problemas en la sociedad venezolana.

- b. *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2030 (PNCTI)*. Este plan fue presentado en 2005 desde el Ministerio del Poder Popular de Ciencia, Tecnología e Innovación (MPPCTI) —anteriormente Ministerio de Ciencia y Tecnología— con la finalidad de fortalecer el desarrollo endógeno (recursos propios, inversión con impactos positivos y bajos costos). Incluye la participación de comunidades, sectores populares, niños, adolescentes, adultos mayores e indígenas. (UNESCO, 2010). Actualmente, se siguen realizando convocatorias para la asignación de fondos a proyectos que se registren en el marco del PNCTI.
- c. *Misión Ciencia*. Creada en 2006, incorpora a actores de toda la sociedad a través de convocatorias masivas; se crea un censo de innovadores, creadores, investigadores, tecnólogos, académicos; se articulan redes de cooperación económicas, sociales, académicas y políticas nacionales en el ámbito nacional y con otros países de Iberoamérica. Entre sus objetivos está la identificación de problemas y proyectos tecnológicos y la conformación de una red de laboratorios o centros de innovación. Su ámbito de actuación se estableció en las áreas de: salud, hábitat y desarrollo endógeno, energías, soberanía y seguridad alimentaria y defensa. La Misión Ciencia ofrece becas para formar científicos y tecnólogos dentro y fuera de Venezuela (García Sucre, 2006). La Misión Ciencia recibió el 70% del presupuesto del Ministerio de Ciencia y Tecnología en su primer año de ejecución (Bifano & Bonalde, 2017), proveniente de la empresa estatal Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima (PDVSA), el Ministerio de Finanzas y de la Economía Popular, además de fondos regionales e internacionales para lograr el apoyo de la ciencia y tecnología de Venezuela (ONCTI, 2021). Sin embargo, en 2023 el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia la Tecnología destaca en una nota de prensa entre los logros de los programas de la Misión Ciencia: la creación del Ejército Innovador, la Alianza Científico-Campesina y el Centro Nacional de Medicina Regenerativa, así como la reparación de 836 equipos de computación, la conformación de 36 núcleos semilleros, la activación de dos bancos comunitarios de semillas soberanas, las terapias con células madre y el seguimiento clínico mensual de manera gratuita a 53 pacientes, además de los 700 consejos comunales que recuperaron la infraestructura física y tecnológica de 200 infocentros (Depablos, 2023).

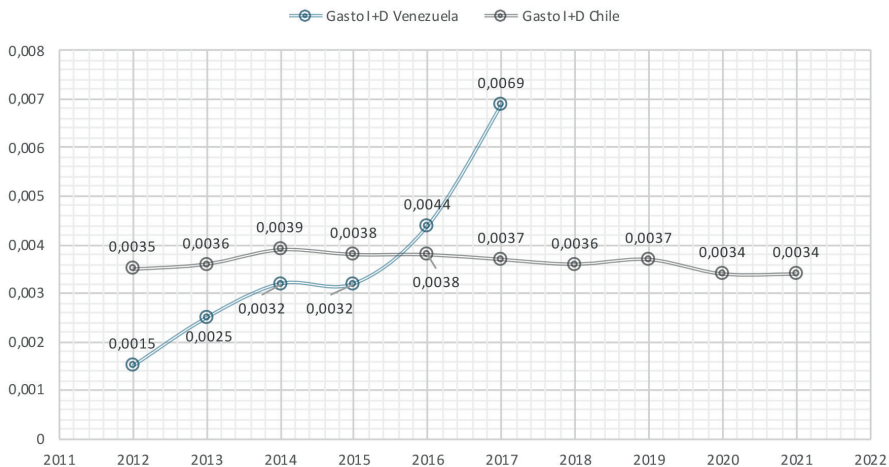
### 3. Análisis de los datos

A continuación, presentamos datos comparados para el análisis del desempeño científico de Chile y Venezuela.

#### 3.1. Inversión del PIB en I+D

La inversión del PBI en investigación y desarrollo en ambos países posee comportamientos completamente distintos. En el **Gráfico 1** se puede observar cómo Venezuela declara importantes aportes al desarrollo de investigación y desarrollo con un crecimiento exponencial, sin embargo, la trazabilidad de su inversión solo está disponible hasta 2017 con su más alta inversión; luego de este año, el país no brinda cifras oficiales en este aspecto; por otra parte, Chile posee una inversión más conservadora en investigación y desarrollo, con una variación mínima entre los años estudiados y con una tendencia de descenso entre 2019 y 2021.

**Gráfico 1. Inversión del PIB en I+D en Chile y Venezuela**



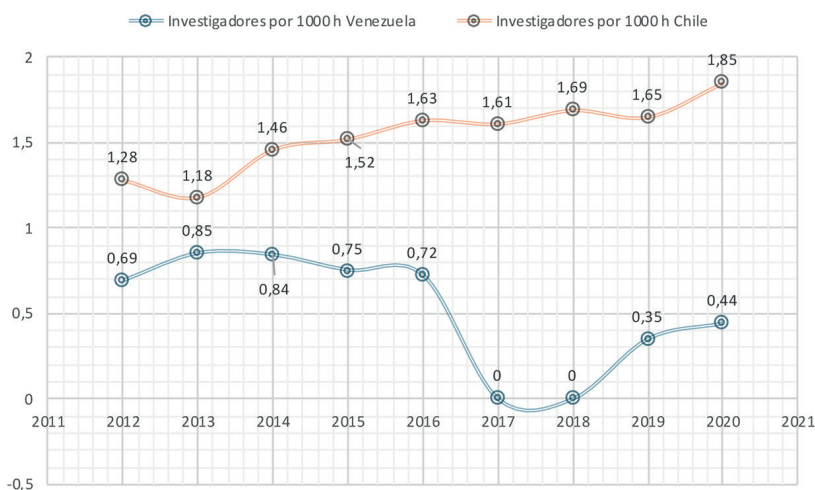
Fuente: datos tomados de RICYT (2024).

En el marco de las políticas públicas de ambos países, puede evidenciarse que la inversión en investigación y desarrollo en Chile busca centrarse en la vinculación directa con la captación de capitales desde el sector privado dentro de una economía de libre mercado, mientras que Venezuela logra financiar de forma centralizada desde el Estado, los costos inherentes a la investigación. No obstante, los complejos procesos burocráticos involucrados logran que los costos aumenten de forma significativa y los tiempos de respuesta disminuyen el impacto en cuanto a *outputs* relacionados a publicaciones y presentación de patentes.

### 3.2. Cantidad de investigadores por cada 1000 habitantes

Este indicador mide el número de investigadores que hay en un país en relación con su población y se expresa como la cantidad de investigadores por cada 1000 habitantes. Este indicador es utilizado para evaluar los ciudadanos dedicados a la I+D en un país, así como para comparar la capacidad de investigación entre países con diferentes poblaciones. El **Gráfico 2** muestra que, entre 2012 y 2020, Chile tuvo una tasa de investigadores de aumento sostenido, salvo el descenso en 2019. Por otro lado, los datos de Venezuela muestran que el número de investigadores desciende desde 0,69 en 2012 hasta 0,44 en 2020, con una ausencia de datos en 2017 y 2018; en 2019 se presenta el dato de 0,35 y en 2020 se observa un ligero incremento al llegar a 0,44. En el periodo en estudio, Venezuela no llega a tener un investigador por cada 1000 habitantes.

**Gráfico 2. Cantidad de investigadores por 1000 habitantes**



235

Fuente: datos tomados de RICYT (2024).

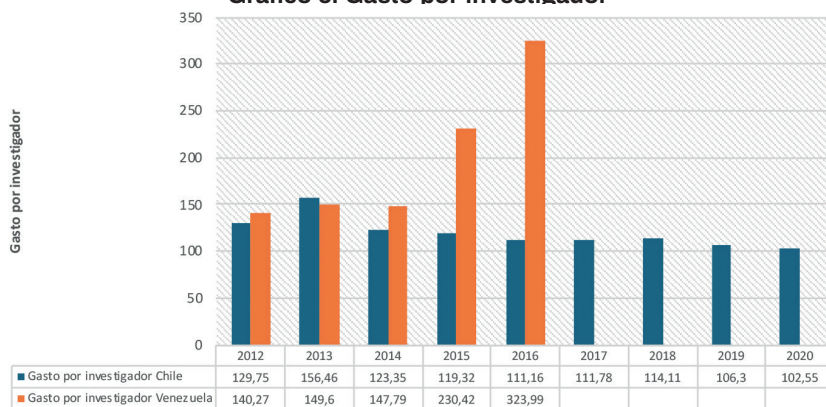
En el caso de Chile, la segunda encuesta de inserción de investigadores científicos 2018, aplicada a investigadores que trabajan mayoritariamente en universidades (79%), destaca, entre otras variables, que la situación contractual de los investigadores chilenos, donde solo 25,1% tiene contrato indefinido y por tanto una cuarta parte de los investigadores del país goza de mayor estabilidad laboral (González Isla, 2018); este dato puede asociarse con el descenso en la cantidad de investigadores y sube 20 décimas en 2020.

### 3.3. Gasto por investigador

La RICYT es una red que produce indicadores estadísticos y promueve su uso para el análisis y la evaluación de la ciencia y la tecnología en la región. Esta red presenta el indicador de gasto por investigador proveniente del gasto total en investigación y desarrollo, dividido por el número total de investigadores en un país o región determinada. A partir de este indicador, que incluye la inversión en infraestructura, se puede interpretar que, a mayor inversión en I+D, potencialmente se genera una mayor capacidad para producir resultados científicos y tecnológicos. Se puede observar en el **Gráfico 3** que, en el caso de Chile, observamos que 2013 fue el año de mayor inversión por investigador, con un descenso en el periodo 2014-2016; los siguientes dos años (2017 y 2018) presentan un ligero incremento para descender siete puntos en 2019 y seguir disminuyendo en 2020. En el caso de Venezuela, con datos de hace cinco años, se presenta una inversión en aumento, salvo en 2014 que disminuye 0,8 en relación con el año anterior. La inversión de Venezuela en investigación y desarrollo fue mayor que la inversión de Chile entre 2012 y 2016.

En 2012, Chile invirtió 129,75 mil dólares por investigador, mientras que Venezuela gastó 140,27 mil dólares; sin embargo, Chile publicó 6893 publicaciones más que Venezuela en ese año. En 2013, Chile aumentó su gasto a 156,46 mil dólares y registra 9403 publicaciones, mientras que Venezuela disminuyó su gasto a 149,60 mil dólares y registra 1996 publicaciones. En 2014 y 2015, Chile y Venezuela disminuyeron su inversión por investigador; sin embargo, se observa que en Venezuela decreció la cantidad de publicaciones, mientras que Chile incrementó sus publicaciones. En los años siguientes, Chile continuó disminuyendo su gasto en investigación. Por otra parte, se observa que Venezuela experimentó un aumento significativo en la inversión por investigador en 2016, casi triplicando la inversión de Chile en ese año; sin embargo, la cantidad de publicaciones de Venezuela continuó disminuyendo y Chile mantuvo el incremento en la cantidad de publicaciones.

**Gráfico 3. Gasto por investigador**

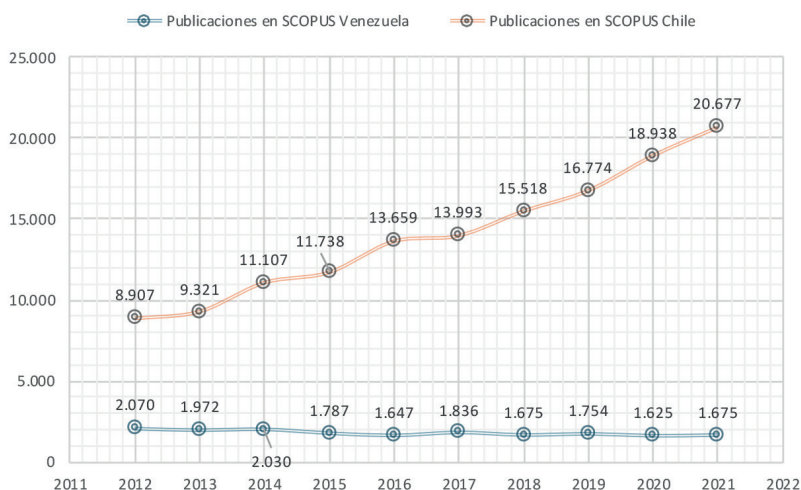


Fuente: datos tomados de RICYT (2024).

### 3.4. Publicaciones académicas en Scopus

En el comportamiento de las publicaciones académicas entre ambos países, también se observan diferencias. El **Gráfico 4** presenta la evolución de la producción científica y tecnológica de Chile con un crecimiento constante y con un promedio de 13.950 publicaciones en el lapso estudiado y una clara tendencia de crecimiento, pasando de 8974 publicaciones en 2012 a 20.303 en 2021. Venezuela, en contraste, muestra una disminución en el indicador desde 2012 hasta 2017, seguido de un ligero aumento en los años posteriores, con un promedio de 1394 publicaciones. La producción va disminuyendo de 2081 publicaciones en 2012 a 1611 en 2021. Estas cifras presentan una tendencia al decrecimiento durante la mayor parte del período analizado. La brecha entre los dos países se ha ampliado en los últimos años, con Chile mostrando un crecimiento significativo en la cantidad de publicaciones científicas.

**Gráfico 4. Publicaciones en Scopus**



Fuentes: datos tomados de RICYT (2024) y Scopus (2023).

### 3.5. Porcentaje de publicaciones en Scopus por disciplina

En las **Tablas 3 y 4**, se observa que los porcentajes de publicaciones en la base de datos Scopus por disciplina en cada país. En Chile (**Tabla 2**) se destaca la cantidad de publicaciones resultados de investigaciones en la disciplina de las ciencias físicas, con un porcentaje del 39,89% de sus publicaciones en 2020, lo que refleja su fuerte enfoque en esta área. Por otra parte, en ciencias de la vida y de la salud, Chile presenta un menor porcentaje de publicaciones en comparación con Venezuela, que tiene un énfasis más significativo en ciencias de la salud (31,55% en 2021) y de la vida (24,54% en 2021).

En cuanto a Venezuela (**Tabla 3**), se muestra un menor porcentaje de publicaciones en ciencias sociales (10,85% en 2021) en comparación con Chile, que ha incrementado sus publicaciones en este campo (17,94% en 2020).

**Tabla 2. Porcentaje de publicaciones en Scopus por disciplina en Chile**

| Publicaciones Chile  | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ciencias de la salud | 21,75% | 21,95% | 21,83% | 21,77% | 20,26% | 21,98% | 20,52% | 20,65% | 22,85% |
| Ciencias de la vida  | 21,30% | 21,29% | 21,34% | 20,40% | 20,27% | 20,41% | 20,16% | 20,27% | 19,88% |
| Ciencias físicas     | 42,91% | 41,50% | 40,67% | 39,89% | 41,60% | 38,45% | 39,49% | 39,02% | 37,97% |
| Ciencias sociales    | 14,04% | 15,27% | 16,17% | 17,94% | 17,88% | 19,16% | 19,82% | 20,06% | 19,30% |

Fuentes: datos tomados de RICYT (2024) y Scopus (2023).

**Tabla 3. Porcentaje de publicaciones en Scopus por disciplina en Chile**

| Publicaciones Venezuela | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ciencias de la salud    | 28,45% | 29,56% | 26,85% | 30,05% | 31,45% | 29,60% | 29,46% | 27,43% | 31,55% |
| Ciencias de la vida     | 25,40% | 25,36% | 26,85% | 23,62% | 22,22% | 26,11% | 23,97% | 24,37% | 24,54% |
| Ciencias físicas        | 35,66% | 35,47% | 35,91% | 34,57% | 35,36% | 33,31% | 34,40% | 33,62% | 33,07% |
| Ciencias sociales       | 10,48% | 9,61%  | 10,40% | 11,76% | 10,97% | 10,98% | 12,17% | 14,58% | 10,85% |

Fuentes: datos tomados de RICYT (2024) y Scopus (2023).

Estos datos resaltan las diferencias en las áreas de investigación predominantes entre Chile y Venezuela, influenciadas por factores como la infraestructura científica, necesidades nacionales y prioridades de investigación. Chile se consolida como un país con énfasis en las investigaciones vinculadas con la astronomía por su ubicación geográfica preferencial, condiciones climáticas favorables y una sólida infraestructura con la instalación de numerosos observatorios internacionales, la inversión en infraestructura y la colaboración internacional en estas investigaciones. Venezuela, por su parte, se encuentra en una región tropical, lo que propicia la prevalencia de

enfermedades tropicales, haciendo necesario investigar estas enfermedades para ayudar a reducir su impacto en la población.

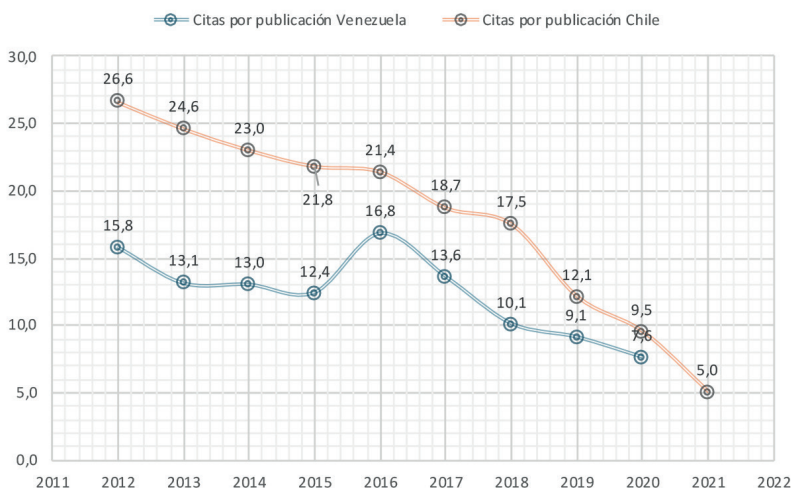
### 3.6. Promedio de citas por publicaciones

El análisis del impacto de las publicaciones científicas se suele medir a través del promedio de citas que reciben, lo que refleja la relevancia y visibilidad de los trabajos en la comunidad académica internacional. En este contexto, es fundamental observar cómo las tendencias en Chile y Venezuela han evolucionado a lo largo de los años, especialmente considerando las diferencias en sus ecosistemas de investigación.

El **Gráfico 5** muestra el promedio de citas por publicaciones en Chile y Venezuela entre 2012 y 2021. En Chile, el promedio de citas por publicación ha disminuido gradualmente de 26,6 en 2012 a cinco en 2021. Por otro lado, en Venezuela, esta métrica ha mostrado fluctuaciones, alcanzando un máximo de 16,8 en 2016 y un mínimo de 3,5 en 2021. Este descenso en las citas por publicación en Chile contrasta con el incremento en el número de publicaciones, lo que sugiere que, aunque se está publicando más, los temas abordados no son percibidos como prioritarios o novedosos, o bien que la competencia en esos campos es tan alta que dificulta la obtención de citas.

239

**Gráfico 5. Promedio de citas por publicación**



Fuente: datos tomados de SciVal (2024).

### 3.7. Principales tópicos en las publicaciones

Considerando los tópicos centrales que cubren las publicaciones ubicadas en los más altos percentiles (100-99), en la **Tabla 4** se observa que entre los temas coincidentes están las investigaciones relacionadas con el virus SARS-CoV-2 y las características del coronavirus, así como la utilización de la energía solar para diversas aplicaciones. Tanto Chile como Venezuela han investigado en el campo de los algoritmos, la visión y los modelos por computadora; también coinciden sus investigaciones en los temas de materiales avanzados y nanotecnología; tanto Chile como Venezuela han investigado acerca del cáncer y las terapias inmunológicas; además, se observa la coincidencia en estudios de los materiales avanzados, el sector energético y su impacto económico, así como aplicaciones relacionadas con la producción de hidrógeno.

Entre los cinco primeros lugares de tópicos que aparecen en las publicaciones de ambos países, hay coincidencia en el tópico de astronomía (Chile, 13.648 publicaciones; Venezuela, 299) y en el tópico de plantas y animales (Chile, 1737 publicaciones; Venezuela, 286).

**Tabla 4. Principales tópicos en publicaciones científicas en Chile y Venezuela**

| Chile/Tópicos       | Nº de publicaciones | Venezuela/Tópicos       | Nº de publicaciones |
|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| Astronomía          | 13.648              | Enfermedades tropicales | 642                 |
| Ejercicio y salud   | 2391                | Astronomía              | 299                 |
| Electricidad        | 1351                | Plantas y animales      | 286                 |
| Plantas y animales  | 1737                | Química                 | 182                 |
| Leyes, neurociencia | 835                 | COVID-19                | 180                 |

Fuente: datos tomados de SciVal (2023).

Por otra parte, si observamos las cifras de publicaciones por temas, la cantidad de publicaciones venezolanas en su primer puesto (642 publicaciones sobre enfermedades tropicales) es inferior a la cantidad de publicaciones chilenas en su quinto puesto (835 publicaciones sobre leyes y neurociencia).

### 3.8. Patentes

La **Tabla 5** muestra la cantidad de patentes solicitadas en Chile y en Venezuela durante los años 2012-2020. En general, Chile presenta un mayor número de patentes solicitadas en comparación con Venezuela durante este período. Sin embargo, ambos países experimentaron una disminución en la cantidad de patentes solicitadas a

partir de 2017. En Chile, el número de patentes aumentó gradualmente desde 2012, alcanzando un máximo tres años después (2015) y siguiendo con una disminución en los años posteriores. En Venezuela, la cantidad de solicitudes de patentes disminuyó significativamente desde 2013 hasta 2017, con un mínimo en 2018 al que siguió un leve repunte en 2019, antes de volver a disminuir en 2020.

La desaceleración en las solicitudes de patentes entre 2019 y 2020 en ambos países estuvo influenciada por la pandemia de COVID-19, que afectó tanto la actividad económica como los procesos de innovación. No obstante, durante 2022, Chile mostró una recuperación en la cantidad de patentes solicitadas, con 3184 solicitudes de patentes de invención, lo que representó un aumento del 3,3% en comparación con 2021 y un 13% respecto de 2020, según datos del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Chile (INAPI, 2023).

**Tabla 5. Descripción de las dimensiones analizadas**

| Solicitud de patentes | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Venezuela             | 1762 | 1720 | 1602 | 1087 | 663  | 499  | 62   | 574  | 252  | 290  |
| Chile                 | 3019 | 3072 | 3105 | 3274 | 2907 | 2891 | 3098 | 3239 | 2812 | 3082 |

241

Fuentes: datos tomados del Instituto Nacional de Propiedad Industrial de Chile (2023) y RICYT (2024).

## Conclusiones

Al observar la ruta seguida por estos dos países iberoamericanos en cuanto a la creación de organismos para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación, las similitudes saltan a la vista, llevando Venezuela la delantera en la creación e implantación de políticas públicas en este sector. En cuanto al porcentaje del PBI destinado a fortalecer la ciencia, tecnología e innovación, ambos países están por debajo de la media de la región en el lapso 2012-2020 (0,54%), salvo Venezuela en 2016, cuando asignó el 0,69%.

Las similitudes desaparecen cuando observamos los resultados de la producción científica en ambos países. Chile, una década después presenta 11.329 publicaciones más que en 2012, con un crecimiento sostenido, frente a una disminución en la inversión por investigador. Venezuela, en contraste, va disminuyendo su producción en 22,5% al comparar la cantidad de publicaciones en 2012 y 2021.

Varios factores están presentes en los resultados que presenta Venezuela. De ellos destacamos dos: la falta de inversión en infraestructura científica y los recursos humanos especializados en investigación, los cuales son importantes factores de peso, más allá de la inversión gubernamental de acuerdo con los datos presentados. Por otra parte,

la inestabilidad política y económica en Venezuela afecta la capacidad del país para llevar a cabo investigaciones de calidad y publicar sus resultados. Por su lado, Chile ha invertido en la creación de centros de investigación y en la formación de investigadores altamente capacitados, lo que podría explicar porque publica más artículos científicos, aunque recibe menos citas.

En cuanto a los temas más recurrentes investigados, ambos países muestran intereses comunes, siendo los temas fuertes de cada país influidos por su posición geográfica que le da ventajas competitivas. Otro importante *output* destacado en este artículo está relacionado con la solicitud de patentes que se considera una variable de innovación de los residentes de un país, además de la calidad y el impacto que la investigación tiene en la economía y en la sociedad. En sus datos de 2019 y 2020, Chile presenta un descenso en la cantidad de patentes como un aspecto circunstancial producto de la pandemia. En 2022 el país austral fue líder entre los países de la región en el Ranking de Competitividad (CENTRUM PUCP, 2022). De 63 países evaluados por este ranking, Chile estuvo en el puesto 45, mientras que Venezuela ocupó el último lugar. El número de patentes aprobadas en Chile y Venezuela se asocia con sus respectivas posiciones en el índice de competitividad.

242

Las políticas públicas del gobierno chileno han impulsado la generación de más proyectos de investigación y, en consecuencia, más publicaciones científicas en un marco de economía abierta. El desarrollo de infraestructura científica de Chile, con la creación de nuevos laboratorios, centros de investigación y el fortalecimiento en las universidades de sus capacidades de investigación, ha permitido a los científicos chilenos llevar a cabo investigaciones de mayor envergadura que conllevan a publicaciones científicas en colaboración con colegas e instituciones internacionales. También las políticas de fortalecimiento de la formación de investigadores, incluyendo programas de posgrado y becas de investigación, han contribuido a formar a más científicos chilenos, aunque se deberá buscar cómo retener a sus investigadores en el país.

Venezuela, con igual andamiaje institucional y políticas públicas de más larga data que Chile, ve disminuida su producción científica por múltiples factores, como la capacidad de las instituciones de investigación para acceder a recursos financieros y técnicos necesarios para llevar a cabo investigaciones. La emigración de científicos y académicos altamente capacitados es un factor de importancia debido a las limitaciones en infraestructura y equipamiento, así como también los sueldos reducidos por la hiperinflación. Asimismo, hay que considerar además la asignación discrecional de fondos por parte del gobierno venezolano para proyectos de investigación o iniciativas que no conducen a la generación de conocimiento, tal como describe Rangel-Aldao (2008), quien compara la cartera de proyectos aprobados en el área de biotecnología y las metas propuestas en el PNCTI, demostrando que los proyectos en esta área presentaban debilidades en los temas que cubrían, generando inconsistencias entre la estrategia y la acción política.

Por otra parte, las políticas públicas en CTI han tenido un efecto positivo en Chile y, se espera, continuará creciendo como se observa en el Ranking de Competitividad (CENTRUM PUCP, 2022). En el caso de Venezuela, las políticas públicas en CTI

aguas abajo afectaron la calidad y relevancia de las investigaciones, su visibilidad y la colaboración internacional en la investigación científica del país.

Venezuela, país petrolero actualmente con serias dificultades en esa industria, experimenta un déficit fiscal y una disminución en las reservas internacionales, una alta deuda externa, la devaluación de la moneda, la reducción de subsidios y el aumento de los impuestos. Medidas todas estas medidas no han conseguido estabilizar la economía, que sigue con hiperinflación, disminución en su producción e incremento de la pobreza y la desigualdad (Fernández, 2018). Estos factores inciden en la producción científica del país, sumado a que en 2019 y 2020 tuvo lugar la pandemia de COVID-19, que azotó al mundo entero y afectó las investigaciones de campo y el acceso a laboratorios, y en este contexto se vieron afectadas las investigaciones de ambos países en estudio.

Si bien la creación de legislaciones es fundamental para la generación de ciencia, su aplicación se ve afectada por el contexto de los gobiernos nacionales y sus políticas, siendo la democracia necesaria para impulsar la investigación en beneficio de toda la sociedad.

### **Declaración de uso de IA**

Este trabajo incorpora apoyo de la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT (versión GPT-5) exclusivamente para tareas de revisión lingüística. No se utilizó para el análisis, ni la interpretación de resultados, ni la toma de decisiones metodológicas. Todo el contenido final fue verificado, validado y ajustado por los autores.

243

### **Bibliografía**

Araújo Ruiz, Juan A. & Arencibia Jorge, Ricardo (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. ACIMED, 10(4). Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352002000400004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352002000400004).

Asamblea Nacional (2001). Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e innovación. Caracas: Asamblea Nacional. Recuperado de: [https://www.icnl.org/wp-content/uploads/Venezuela\\_LeyOrganicaCiencia.pdf](https://www.icnl.org/wp-content/uploads/Venezuela_LeyOrganicaCiencia.pdf).

Asamblea Nacional (2013). Ley de Infogobierno. Gaceta Oficial 40.274. Caracas: Asamblea Nacional. Recuperado de: <https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/ley-de-infogobierno-20211108160540.pdf>.

Balbontín, Rodrigo, Roeschmann, Juan Andrés & Zahler, Andrés (2018). Ciencia, tecnología e innovación en Chile: Un análisis presupuestario. Santiago: Dipres. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.dipres.gob.cl/handle/11626/16472>.

Ball, Philip (2017). Science and ideology. The case of physics in Nazi Germany. *Mètode Science Studies Journal*, 7, 69-77. Recuperado de: <https://ojs.uv.es/index.php/Metode/article/view/7665/9758>.

Bifano, Claudio & Bonalde, Isnardo (2017). Planteamientos para una nueva visión de Ciencia, Tecnología y Educación Superior en Venezuela. Caracas: Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/19353>.

Bifano, Claudio, Requena, Jaime, De la Vega, Iván & Machado-Allison, Carlos, Freitas, Yajaira, Scharifker, Benjamín, Machado-Allison, Antonio, Paz, José Luis & Mostany, Jorge (2011). Pertinencia de la ciencia en el desarrollo de Venezuela: Propuestas a la Nación. Caracas: Academias Nacionales de Venezuela. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/262730405>.

Centrum PUCP (2022). Resultados del ranking de competitividad mundial 2022. Lima: CENTRUM PUCP - Escuela de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <https://repositorio.pucp.edu.pe/handle/123456789/185975>.

Culshaw, Fabiana (2011). La LOCTI bajo control. *Debates IESA*, 16(4), 72–76. Recuperado de: <https://www.virtual.iesa.edu.ve/servicios/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/oct-dic-2011-8-reportaje.pdf>.

244

De la Fuente, Gabriel & Hamuy Wackenhut, Mario (2018). Informe del proyecto de la Ley 21.105. Recuperado de: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=122685&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>.

De la Vega, Iván (2010). Editorial. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 73(4), 1-2. Recuperado de: <https://www.svpediatrica.org/repositorio/publicaciones/2010/AVPP%20-%20Vol.%2073%20-%20No.%204%20-%20Oct.%20Dic.%202010.pdf>.

Depablos, Karina (2023). Así fue la ciencia en Venezuela en 2022. *Noticias CNTI*, 11 de enero. Recuperado de: <https://www.cnti.gob.ve/noticias/actualidad/cnti/6563-asi-fue-la-ciencia-en-venezuela-en-2022>.

Díaz Pérez, Maidelyn, Rivero Amador, Soleidy & De Moya-Anegón, Félix (2010). Producción tecnológica latinoamericana con mayor visibilidad internacional: 1996–2007. Un estudio de caso: Brasil. *Revista Española de Documentación Científica*, 33(1), 34-62. DOI: <https://doi.org/10.3989/redc.2010.1.708>.

Espinosa Bascur, Madeline & Ponce Cuadra, León (2014). Análisis de los efectos tributarios de la aplicación y funcionamiento de la Ley 20.570 de incentivo tributario a la inversión en investigación y desarrollo [Tesis de licenciatura]. Valparaíso: Universidad de Valparaíso. Recuperado de: <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/6786f5f8-7ba7-481e-94fb-bb7868eba6b6/content>.

Espacio Público (2022). Análisis comparativo: Publicación en gaceta de la reforma y proyecto de Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Caracas: Espacio Público. Recuperado de: <https://espaciopublico.org/analisis-comparativo-publicacion-en-gaceta-de-la-reforma-y-proyecto-de-ley-organica-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>.

Finol Romero, Lorayne (2016). El financiamiento de la política pública de ciencia y tecnología en Venezuela: Avances y desafíos. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(74), 332-347. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29046685010.pdf>.

García Sucre, Máximo (2006). La misión ciencia. *Interciencia*, 31(9), 628-631. Recuperado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000900004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000900004).

Congreso Nacional (2018). Ley 21.105. Santiago: Congreso Nacional. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1121682>.

González Isla, Carlos (2018). Más de dos mil doctorados en Chile están sin trabajo. *La Tercera*, 15 de abril. Recuperado de: <https://www.latercera.com/tendencias/noticia/mas-dos-mil-doctorados-chile-estan-sin-trabajo/133791/>.

Instituto Nacional de Propiedad Industrial (2023). Por segundo año consecutivo crecen las solicitudes de patentes en Chile. Santiago: INPI-Chile. Recuperado de: <https://www.inapi.cl/sala-de-prensa/detalle-noticia/por-segundo-ano-consecutivo-crecen-las-solicitudes-de-patentes-en-chile>.

245

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2013). Ley sobre incentivo tributario a la I+D: principales resultados. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Recuperado de: [https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2013/07/Bolet%C3%ADn-Incentivo-Tributario-a-la-I%2BD\\_junio.pdf](https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2013/07/Bolet%C3%ADn-Incentivo-Tributario-a-la-I%2BD_junio.pdf).

Moreno, Zahira & Espósito, Concetta (2013). Gestión tecnológica y ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación (LOCTI): Un análisis desde la perspectiva del sector empresarial venezolano. *Trilogía Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(6). Recuperado de: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3528716](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3528716).

Olivares Vicentelo, Lucy & Polanco Zamora, Gonzalo (2014). Análisis del incentivo tributario a la investigación y desarrollo. Recuperado de: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=122685&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>.

ONCTI (2021). Indicadores venezolanos de Ciencia, Tecnología e Innovación. Recuperado de: <https://www.oncti.gob.ve/wp-content/uploads/2022/04/boletin2021.pdf>.

Ramírez, Tulio & Salcedo, Audi (2016). Inversión y producción científica en Venezuela: ¿Una relación inversamente proporcional? *Revista de Pedagogía*, 37(1), 47-174. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/659/65950543008.pdf>.

Rangel-Aldao, Rafael (2008). La política científica y tecnológica de Venezuela (1999–2008). Bitácora-e. Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/27903/articulo2.pdf>.

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (2024). Indicadores de Ciencia y Tecnología. Recuperado de: <https://www.ricyt.org/category/indicadores/>.

Requena, Jaime (2005). Perfil de la comunidad de investigación de Venezuela a las puertas del siglo XXI. Bitácora-e. Revista Electrónica Latinoamericana de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología, 1. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/18351>.

Requena, Jaime (2007). Más allá de opinar. *Interciencia*, 32(4), 217-219. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=33932401>.

Requena, Jaime (2016). Pérdida de talento en Venezuela: migración de sus investigadores. *Interciencia*, 41(7), 444–453. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33946267002.pdf>.

Requena, Jaime (2022). Biólogo venezolano: fuga de científicos e investigadores provoca 70 años de retroceso. *El Pitazo*, 22 de junio. Recuperado de: <https://elpitazo.net/migracion/biologo-venezolano-fuga-de-cientificos-e-investigadores-provoca-70-anos-de-retroceso/>.

Turpo-Gebera, Osbaldo, Limaymanta, César H. & Sanz-Casado, Elías (2021). The scientific and technological production of Peru in the South American context: A scientometric analysis. *Profesional de la Información*, 30(5). DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2021.sep.15>.

UNESCO (2010). Venezuela. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005–2030. Recuperado de: <https://siteal.iiep.unesco.org/bdnp/891/plan-nacional-ciencia-tecnologia-innovacion-2005-2030>.

Vargas, Domingo, Requena, Jaime & Caputo, Carlos. (2016). Género en la ciencia venezolana: desvanecimiento de la brecha. *Interciencia*, 41(3). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33944256004.pdf>.

Yutronic, Jorge (2004). Ciencia, tecnología e innovación en Chile a las puertas del siglo XXI. En *Globalización, Ciencia y Tecnología: Vol. 2*. Santiago: Grupo CuatroUno.

**Una propuesta analítica de comparación  
entre el evolucionismo de Dosi y el constructivismo  
de Pinch y Bijker como teorías del cambio tecnológico \***

**Uma proposta analítica de comparação  
entre o evolucionismo de Dosi e o construtivismo  
de Pinch e Bijker como teorias do câmbio tecnológico**

***An Analytical Proposal for Comparison  
between Dosi's Evolutionism and Pinch and Bijker's  
Constructivism as Theories of Technological Change***

**Marcelo José García Farjat  \*\***

Este artículo tiene como objetivo realizar una lectura comparativa entre dos teorizaciones sobre el cambio tecnológico que parten de modelos de evolución tecnológica: el evolucionismo económico de Giovanni Dosi y el constructivismo social de Trevor Pinch y Wiebe Bijker. Con sus diferencias y particularidades, estas variantes describen y abordan el cambio tecnológico desde procesos de variación y selección. En este sentido, y a los fines de este artículo, se presentarán las características principales de cada modelo para luego establecer aspectos conceptuales y teóricos en común y aquellos en los que difieren para el análisis del cambio tecnológico.

247

**Palabras clave:** cambio tecnológico; evolucionismo económico; constructivismo social; variación y selección

O objetivo principal deste artigo é realizar uma leitura comparativa entre duas teorizações sobre mudança tecnológica que se baseiam em modelos de evolução tecnológica: o evolucionismo econômico de Giovanni Dosi e o construtivismo social de Trevor Pinch e Wiebe Bijker. Com suas diferenças e particularidades, essas variantes descrevem e analisam a mudança tecnológica a partir de processos de variação e

---

\* Recepción del artículo: 02/08/2024. Entrega del dictamen: 10/10/2024. Recepción del artículo final: 17/03/2025.

\*\* Magíster en tecnología, políticas y culturas, Centro de Estudios Avanzados, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Correo electrónico: Garciaf\_marcelo@live.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5281-6018>.

seleção. Nesse sentido, e para os fins deste artigo, serão apresentadas as principais características de cada modelo para então estabelecer aspectos conceituais e teóricos comuns e aqueles em que diferem para a abordagem da mudança tecnológica.

**Palavras-chave:** mudança tecnológica; evolucionismo econômico; construtivismo social; variação e seleção

*This article aims to carry out a comparative reading between two theorizations about technological change that are based on models of technological evolution: Giovanni Dosi's economic evolutionism and Trevor Pinch and Wiebe Bijker's social constructivism. With differences and particularities, these variants describe and address technological change from variation and selection processes. In this sense, and for the purposes of this article, the main characteristics of each model will be presented to establish common conceptual and theoretical aspects and those in which they differ to address technological change.*

**Keywords:** technological change; economic evolutionism; social constructivism; variation and selection

## Introducción

Este artículo tiene como objetivo principal establecer una lectura comparativa entre dos variantes teóricas sobre el cambio tecnológico que parten de modelos de evolución tecnológica: el evolucionismo económico de Giovanni Dosi y el constructivismo social de la tecnología (SCOT) de Trevor Pinch y Wiebe Bijker. No resultan casuales ni fortuitos el empleo y la aplicación de modelos selectivos en ámbitos no biológicos.

A lo largo del siglo XIX, como bien apunta Luján (2007), buena parte de las ciencias sociales (la psicología, la historia, la filosofía, etc.) se caracterizó por el uso de modelos e ideas evolucionistas. Esta tendencia, no obstante, decayó considerablemente en las primeras décadas del siglo XX. Sin embargo, desde mediados de los años 70, se asiste a un revival de su aplicación en las ciencias sociales.<sup>1</sup> Según Nelson (2007), en ese tiempo se vuelve a considerar seriamente la plausibilidad de la teoría de la evolución biológica para el análisis de la evolución de la cultura humana. Y los estudios sobre el cambio tecnológico no escapan a dicha tendencia.

Con sus diferencias y especificidades, el constructivismo social de la tecnología y el evolucionismo económico forman parte de un número considerable de teorías que describe y aborda al cambio tecnológico desde procesos de variación y selección.<sup>1</sup> No obstante, sus compromisos con una epistemología evolucionista difieren significativamente: si la propuesta de Dosi puede ser considerada como una teoría evolucionista heterodoxa<sup>2</sup> que busca aplicar los principios darwinistas a la organización del mercado y a la expansión de la tecnología (Fisher, 2023), el uso del concepto de evolución en el constructivismo, de acuerdo con Carvajal Villaplana (2006), se trata tan sólo de una sinonimia con un proceso de desarrollo tecnológico. En este sentido, y a los fines de este artículo, se presentarán las características centrales de cada modelo para luego establecer aspectos conceptuales y teóricos en común y aquellos en los que se diferencian para el abordaje del cambio tecnológico. Una propuesta de esta índole, ausente en la bibliografía en castellano sobre la materia temática, justifica este ejercicio comparativo.

249

<sup>1</sup> A modo de ejemplo, se puede mencionar la propuesta historicista de Basalla, la propuesta evolucionista de Nelson y Winter, desde la economía de la innovación y los variados aportes de Marx, quien hace uso directo del aparato teórico de Darwin para explicar la diversidad de artefactos.

<sup>2</sup> Siguiendo la propuesta de Maserà (2013), a Dosi lo podríamos ubicar como uno de los representantes del "programa débil", al negar la universalidad de la teoría de Darwin promovida por Dawkins (1983). Considerando esto, Dosi (1991, p. 354) se muestra cauto ante la atracción, muchas veces precipitada e inusitada, que despierta el uso de analogías darwinistas para su aplicación en economía. Un enfoque evolucionista, dirá Dosi, no debe basarse en una simple equiparación con metáforas de este cuño, dado que, en el ámbito social, la evolución se encuentra bastante más próxima a la concepción de evolución defendida por Lamarck.

## 1. El evolucionismo económico de Dosi: paradigmas y trayectorias tecnológicos

Apoyado principalmente en los aportes<sup>3</sup> de Simon, Schumpeter, Kuhn y Nelson y Winter, la propuesta evolucionista de Dosi es una de las tantas teorías, desde la economía de la innovación, que buscan renovar y revigorizar los estudios sobre el cambio tecnológico y económico, ante el predominio de las teorías neoclásicas y los modelos lineales de innovación. Será a partir de la publicación de la colección de artículos coordinada por Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg y Soete, *Technical change and economic theory* (1988), que la tradición evolucionista logra consolidarse como una variante teórica y metodológica válida que ambiciona volver endógeno el cambio tecnológico y proponer una interpretación evolucionista de las dinámicas del desarrollo tecnológico y económico. En tal sentido, para Dosi, las innovaciones y el cambio tecnológico deben ser estudiados desde un enfoque dinámico, sistémico y multicausal.

Al igual que Nelson y Winter (1982), el economista italiano despliega una fuerte crítica a la economía neoclásica de la época (teoría de la firma y del crecimiento endógeno). Para los neoclásicos, el cambio tecnológico,<sup>4</sup> fundamentado desde la teoría de la elección racional (TER), es resultado de una acción consciente, dirigida y deliberada hacia una meta por parte del agente económico, cuyo comportamiento se halla motivado por la búsqueda de ganancias individuales y la maximización de utilidades. El evolucionismo de Dosi, ante las deficiencias que presenta la TER, adopta la noción simoniana de “racionalidad limitada” como uno de sus microfundamentos principales: las empresas toman decisiones en un contexto marcado por la incertidumbre, la racionalidad acotada (y de información incompleta) y el desequilibrio. La función de satisfacción no maximizadora, elemento central en el pensamiento de Dosi, supone que las limitaciones vienen dadas por el conjunto de rutinas y procesos que constituyen el quehacer de las empresas y que son difíciles de modificar (García Farjat & Salguero, 2020).

Con la intención explicar las fuerzas que motorizan al desarrollo tecnológico –ausente en las teorías neoclásicas–, Dosi introduce el concepto de “paradigma tecnológico”, propuesto en semejanza con el “paradigma científico” de Kuhn. Para el autor, estas modalidades de desarrollo comparten una amplia variedad de características, especialmente, sobre su naturaleza y sus procedimientos (Dosi, 1982, 1984, 1992):

“[...] ambos incorporan una perspectiva, una definición de los problemas relevantes, un esquema de indagación. Un ‘paradigma tecnológico’ define contextualmente las necesidades que se han de satisfacer, los principios científicos utilizados para la tarea, el material

<sup>3</sup> Tampoco se debe olvidar la importancia de los aportes de la psicología conductual de Cyert y March (1963) en el estudio de las conductas de las firmas y los ofrecidos por Polanyi (1967) con su noción de “conocimiento tácito”.

<sup>4</sup> Desde la ortodoxia económica, la tecnología es considerada como una variable exógena, accesible e igual para todas las empresas (García Farjat & Salguero, 2020; Moreira Machado, 1998; Rikap, 2011; Schot, 1992). Si bien este no es el espacio apropiado para su discusión, es importante decir que una concepción de este tipo soslaya el carácter esencialmente acumulativo, incierto, localmente definido y específico de cualquier proceso de innovación.

tecnológico a utilizar [...] se puede definir como un 'esquema' de solución de determinados problemas tecnoeconómicos basados en principios muy selectos derivados de las ciencias naturales, juntamente con reglas específicas orientadas a la adquisición de nuevos conocimientos" (Dosi, 1992, p. 277).<sup>5</sup>

En efecto, algo que distingue a un paradigma es su carácter restrictivo y prescriptivo en términos de desarrollo tecnológico al excluir modos de acción y de pensamiento diferentes al marco general de referencia imperante. El desarrollo tecnológico de una firma, lejos de las reglas del azar y de la aleatoriedad, se halla circunscrito a zonas específicas de acción:

"Los paradigmas tecnológicos tienen un fuerte efecto de exclusión: los esfuerzos y la imaginación tecnológica de los ingenieros y las organizaciones en las que se encuentran se enfocan en precisas direcciones mientras son, por así decirlos, 'ciegos' con respecto a otras posibilidades tecnológicas" (Dosi, 1982, p. 153).<sup>6</sup>

De esta manera, un paradigma representa el modo de orientar la resolución de problemas al tiempo que guía los tipos de aprendizaje y criterios para la toma de decisiones bajo el amparo de sus supuestos, técnicas, procedimientos y valores. Dicho de otro modo, entraña una heurística específica, es decir, indica "cómo hacer las cosas y cómo mejorarlas" (Dosi, 1982, 1992; Dosi, Orsenigo & Sylos-Labini, 2002; Dosi & Sylos-Labini, 2007; Dosi & Grazzi, 2010; Dosi & Nelson, 2013, 2016), en agudo contraste con modos de "algoritmización" de las prácticas tecnológicas (Cimoli & Dosi, 1994).

251

La teoría evolucionista de Dosi concibe al desarrollo tecnológico por medio de continuidades y discontinuidades; es decir, por periodos de relativa estabilidad (etapa de "innovación normal") y por períodos revolucionarios (etapa de "innovación radical"). En otras palabras, en lugar de asumir posiciones estrictamente gradualistas y continuistas del cambio tecnológico, el evolucionismo supone también cambios disruptivos y revoluciones (Dosi, 1991). Desde esta lógica de desarrollo tecnológico, la evolución tecnológica presenta regularidades y una de ellas es que normalmente pueden definirse sendas (pautas) de cambio en cuanto a algunas características

<sup>5</sup> Cabe agregar que un paradigma comprende y define modelos básicos de ejemplares o artefactos, los cuales son modificados y mejorados progresivamente (Dosi & Sylos-Labini, 2007). Ejemplos de paradigma tecnológico abarcan al motor de combustión interna, la química sintética basada en el petróleo y la microelectrónica de los semiconductores, entre muchos otros (Castaldi & Dosi, 2009, p. 83).

<sup>6</sup> Estas aserciones se aplican de igual modo a las oportunidades tecnológicas, las cuales también se encuentran limitadas por las características del paradigma, por su grado de madurez y proceden, en parte, de los avances científicos exógenos y del conocimiento acumulado por las firmas (Dosi, 1992).

económicas y tecnológicas de los productos y procesos (Vence Deza, 1995). El paradigma tecnológico “presupone su evolución mediante el perfeccionamiento y refinamiento de modelos y procedimientos específicos” (Dosi, 1992, p. 277), así como la búsqueda, el aprendizaje y la exploración de nuevas tecnologías bajo el tutelaje de una determinada “trayectoria tecnológica”.

Si bien no elimina en su totalidad la persistente generación de variación (Dosi & Nelson, 2013), una trayectoria se encarga de marcar los senderos y caminos posibles que asume el desarrollo tecnológico en los confines del paradigma. Alude a las modalidades constantes y estables de conocimiento y a las capacidades y recursos de diversa índole que forman parte de los procesos innovadores y de maduración que estructuran y articulan al quehacer tecnológico de una firma: “la realización progresiva de oportunidades de innovación de productos y procesos, asociada con cada paradigma, tiende a avanzar a lo largo de trayectorias tecnológicas relativamente ordenadas” (Castaldi & Dosi, 2009, p. 83).

252

Cada firma desarrolla y transita una trayectoria específica de innovación que depende del aprendizaje local, específico y acumulativo de desarrollo y exploración de sus competencias tecnológicas. Aun cuando existan ciertos patrones y regularidades en todo proceso de cambio tecnológico, Dosi (1991) dirá que su ritmo y dirección y los procedimientos y capacidades difieren entre firmas y sectores. Como consecuencia de su carácter diferenciado y singular, el cambio tecnológico es considerado por Dosi (1984) y por Silverberg, Dosi y Orsenigo (1988) como un proceso asimétrico en el que las innovaciones tienden a agruparse en torno a un conjunto restringido de problemas y soluciones (Bruun & Hukkinen, 2008, p. 190).

Estas apreciaciones resultan útiles para reafirmar el carácter gradual, dinámico y situado del desarrollo tecnológico vindicado por Dosi: los conocimientos, las rutinas, los aprendizajes, las prácticas y las habilidades tienden a ser locales y acumulativos. Lo que la empresa puede esperar conseguir tecnológicamente en el futuro está fuertemente restringido por lo que ha sido capaz de hacer en el pasado (Dosi, 1992, p. 281). Sus actividades se nutren de innovaciones y experiencias pretéritas y de modos de resolver problemas que conforman y dan entidad a los productos, siempre bajo el esquema básico de interpretación y de acción provisto por el paradigma tecnológico. Por lo tanto, el reconocimiento de la naturaleza específica y acumulativa de los procesos de innovación, sumado al carácter local (la exploración y desarrollo de nuevas tecnologías se instituye a partir de la vecindad de las técnicas y artefactos en uso) de los tipos de aprendizaje, permite concebir a su desarrollo orientado a zonas de tecnología y economía íntimamente relacionadas con las actividades de búsqueda de cada firma.

Si bien es justamente en las firmas donde se producen fundamentalmente las innovaciones, todo análisis que se precie de ser evolucionista no puede dejar de reconocer a agentes de diverso orden que participan de todo proceso innovador y que interactúan constantemente con las firmas. Cabe mencionar a las universidades, los institutos técnicos y científicos y los laboratorios de investigación —esto es, el sistema

científico-tecnológico y las interacciones y retroalimentaciones con el sistema productivo y las exigencias y condicionantes del mercado—. <sup>7</sup> Para Cimoli y Dosi (1992), las tecnologías no pueden ser consideradas ni valoradas sin tener en cuenta al Estado y a otras instituciones y empresas del sector productivo con sus respectivas normas, comportamientos e intereses: estas pautas de interrelaciones y de retroalimentación tienen marcada incidencia en los niveles de acumulación de tecnologías y de capital de cada firma: “el cambio técnico y el cambio organizacional están sumamente entrelazados: tecnologías, estructuras organizacionales y comportamientos tienden a coevolucionar” (Castaldi & Dosi, 2009, p. 84). El curso de las innovaciones se halla marcado por las características microeconómicas de una firma en un contexto de competencia que reconoce la presencia de un entorno institucional que estimula, al mismo tiempo que valida, la generación y apropiación de conocimiento tecnológico juntamente con la difusión y comercialización de una innovación considerada exitosa y rentable.

## 2. El constructivismo social de la tecnología: entre artefactos, grupos relevantes y marcos tecnológicos

La sociología constructivista de Pinch y Bijker representa uno de los tantos esfuerzos teóricos, dentro de los estudios sociales de la tecnología, que desafían la imagen tradicional de la tecnología preconizada por varios historiadores, sociólogos y economistas con diferentes niveles de adhesión a un determinismo tecnológico o social.<sup>8</sup> Deudor del programa empírico relativista (PER) de Collins,<sup>9</sup> algo que distingue a su agenda de investigación es su propósito epistémico y metodológico de redefinir y subvertir las relaciones que los determinismos trazaron entre tecnología y sociedad. A fin de escapar de los debates entre perspectivas internistas y contextualistas, el constructivismo describe el desarrollo tecnológico moderno mediante la metáfora del “tejido sin costuras” (*seamless web*). Su postulación se basa en la exigencia de un tratamiento simétrico entre tecnología y sociedad, rechazando cualquier distinción analítica que separe, *a priori*, lo técnico de lo social: “los límites entre tecnología y ciencia, sociedad y política son contingentes y variables” (Bijker, 2005, p. 21).

253

En este marco, el reconocimiento de los “grupos relevantes”, cuyos miembros comparten un conjunto de significados referidos a un artefacto específico, supone el punto de partida de todo análisis constructivista. Cada grupo determina su evolución y su dirección en un espacio de interacciones signado por intereses, tramas de poder, preferencias,

<sup>7</sup> Dosi (1982) no solo se centra en explicar el grado de independencia del cambio técnico frente a mecanismos endógenos del mercado, sino que también pretende determinar el papel y la influencia de factores institucionales en el desarrollo innovador. Por ello, busca entrever si existen regularidades en la relación funcional que se tienden entre factores científicos, tecnológicos, económicos e institucionales que puedan incidir en los procesos de innovación.

<sup>8</sup> El volumen editado por Bijker, Pinch y Hughes (1987) registra y despliega las bases y objetivos fundamentales de los estudios sociales de la tecnología, a saber: a) el distanciamiento crítico del determinismo tecnológico; b) el rechazo de la idea del inventor individual; y c) el abandono de las distinciones entre factores técnicos, políticos, sociales y económicos en el análisis de las dinámicas de desarrollo tecnológico.

<sup>9</sup> Un antecedente de relevancia, aunque no siempre reconocido como tal, es el trabajo de Bijker, Bonig y van Oost (1984), tema que profundiza Boczkowski (1996).

conocimientos de diverso orden, estrategias y esquemas de solución-problema propios de cada grupo. Según Pinch y Bijker, los grupos relevantes “son instituciones y organizaciones [...] así como grupos de individuos organizados o desorganizados, son aquellos ‘pro’ como los ‘anti’ que deben ser considerados” (2008, p. 41).

El desarrollo de un artefacto es concebido como una alternancia entre variación y selección (Pinch & Bijker, 2008, p. 36). En tal sentido, y en respuesta a los modelos lineales de innovación, los autores adoptan un modelo multidireccional, fundamental para describir a la tecnología en un lenguaje constructivista. Su relevancia viene dada por su capacidad para explicar cómo es que algunas variantes logran “sobrevivir” y cómo otras “perecen”. En lugar de abordar su significado únicamente en términos de su materialidad o de algún criterio de eficiencia interna, al constructivismo le interesa explicar cómo las tecnologías se configuran “socialmente” y adquieren significado en el marco de un amplio y diverso abanico de interacciones sociales bajo circunstancias específicas y contextuales (Bijker, 1995).

El concepto introducido por Pinch y Bijker para captar esas variaciones en el significado atribuido por los grupos relevantes es el de “flexibilidad interpretativa”. Su tesis sostiene que el éxito o fracaso de un artefacto es fruto de complejos procesos de construcción social y cultural: su desarrollo no puede ser visto simplemente como un logro técnico, ya que en él se encuentran inmersas consideraciones políticas, sociales y económicas (Pinch, 1997). En tal sentido, y retomando el “principio de simetría” desarrollado por la sociología del conocimiento científico, el constructivismo argumenta que el funcionamiento de una tecnología, en lugar de ser una propiedad intrínseca del artefacto, está sujeto a variables sociales (Bijker, 1995, 2005).

La metodología SCOT contempla procesos de estabilización de los artefactos en los cuales la flexibilidad interpretativa disminuye progresivamente; en los procesos de construcción de un artefacto, algunos significados irán dominando mientras otros irán cediendo y perdiendo fuerza hasta que finalmente queda establecido un artefacto en términos constructivistas: “el grado de estabilización se introdujo como medida de la aceptación de un artefacto por parte de un grupo social relevante. Cuanto más homogéneos sean los significados atribuidos al artefacto, mayor será el grado de estabilización” (Bijker, 1993, p. 121). No obstante, aun cuando los mecanismos de clausura sean casi irreversibles (Bijker, 2003), la conformación de una tecnología no es definitiva, nunca llega a adoptar una forma final y concluyente (Pinch & Bijker, 2008). Así, se puede afirmar que la tecnología no es, parafraseando a Feenberg (2001), una “cosa terminada”, sino que, por el contrario, es un proceso fluido. O bien, para decirlo en un lenguaje constructivista, un artefacto no alcanza una estabilidad absoluta (Aibar Puentes, 1996). En suma, para los constructivistas estos conceptos permiten mostrar cómo evoluciona una tecnología y cuáles son los procesos y factores que reducen su variabilidad en una relación interactiva entre continuidad y cambio.

Por último, es de notar que este modelo no limita esta discusión a los artefactos, sino que su metodología apela al “marco tecnológico” como nueva unidad de análisis

y nivel de agregación. En concreto, este concepto busca dar cuenta del ambiente sociocultural y político en el que deben interpretarse los mecanismos de “estabilización” de una tecnología. Similar en cierta medida al concepto kuhniano de “paradigma”, un marco tecnológico es caracterizado por Bijker (1993) de la siguiente manera:

- a. No se circunscribe a un dominio social o cognitivo. Artefactos, valores culturales, modalidades tácitas de conocimiento, teorías científicas, metas y estrategias de resolución de problemas son incluidos en su definición. Este concepto ofrece, en otras palabras, un modo de prácticas y un ejemplo para la nueva tecnología (Pinch, 2008, p. 86).
- b. En lugar de considerarlo como una entidad fija y predefinida, su constitución dinámica es fundamental en los procesos de estabilización de un artefacto. No reside ni de forma interna en los individuos ni de forma externa en sistemas o instituciones.
- c. Estructura las interacciones entre los miembros de un grupo relevante. Les da forma a sus pensamientos y acciones (Bijker, 2005). De todos modos, no lo puede hacer de manera completa por dos razones: i) los actores tienen diferentes grados de compromiso e inclusión en un marco tecnológico; y ii) un actor puede formar parte en más de un marco (Bijker, 2008).

### **3. El evolucionismo económico y el constructivismo social de la tecnología: dos lecturas posibles sobre el cambio tecnológico**

255

El evolucionismo económico y el constructivismo social de la tecnología son dos teorías que, de acuerdo con lo expresado más arriba, forman parte de un intento de renovación conceptual y analítica sobre el cambio tecnológico ante el predominio de los modelos lineales de innovación (Luján & Moreno, 1996) y de enfoques y descripciones deterministas e instrumentalistas. Siguiendo a Thomas (2008), este intento se ve reflejado en la postulación de modelos dinámicos, multicausales e interactivos que vienen a desafiar y romper con este tipo de enfoques. Para Weber (2007), ambas perspectivas muestran su inconformismo con el tratamiento determinista y simplista que reciben los conceptos de ciencia, innovación y cambio tecnológico por parte de los modelos tradicionales. De lo anterior se desprende el rechazo compartido por estas perspectivas a los estudios enfocados exclusivamente en los efectos e impactos de la tecnología para concentrarse en exponer y tratar los diversos factores que configuran y moldean su desarrollo (Aibar Puentes, 1996).

Expuestos los principales intereses que aúnan sus esfuerzos en materia de cambio tecnológico, estas conceptualizaciones presentan, sin embargo, diferencias metodológicas y epistemológicas significativas al momento de explicar sus fuerzas y determinantes. Común a ambas perspectivas es la incorporación de elementos usualmente considerados como “sociales”, los cuales son decisivos en la aparición, el desarrollo y la consolidación de las tecnologías (Luján & Moreno, 1996, p. 145).

Con todo, ese énfasis —y sus presupuestos de base— varía en cada modelo. Los constructivistas, como bien sugiere la metáfora “del tejido sin costuras”, le atribuyen un rol central a lo “social” en los procesos de concepción, definición, ejecución y difusión de un artefacto. Dosi (1982), por su parte, reconoce que el empleo y la selección de nuevas tecnologías no dependen únicamente de factores económicos e institucionales,<sup>10</sup> sino también de su interacción con factores de orden social. Sin embargo, estos últimos no reciben el mismo grado de atención en sus trabajos teóricos: *“an argument against TTP is that it does not take sufficiently into consideration the social, cultural, and political environment and forces from which all technologies emerge”* (Olsen & Engen, 2007, p. 6). En un tono similar, para Rammert (1997), el evolucionismo económico tiende a subestimar el papel de la creación reflexiva de alternativas técnicas y el carácter social y artificial de los ambientes de selección.

Si bien la interacción entre individuo y entorno es una idea fundamental del evolucionismo biológico recuperada por el evolucionismo económico (Barletta, Robert & Yoguel, 2014) y por el constructivismo, los procesos de evolución tecnológica difieren de manera significativa en cada modelo. De acuerdo con Luján y Moreno (1996), si en Pinch y Bijker se desvanece la distinción entre los procesos de variación y selección, el evolucionismo de Dosi es proclive a diferenciarlos. O bien, como sostiene Luján (2007), en el constructivismo prevalece una relación de acoplamiento entre estos factores en la que la distinción entre propiedades técnicas y propiedades sociales se difumina (Lawler, 2003). Por el contrario, en la propuesta dosiana se sostiene una relación de independencia entre ambos procesos. De parte del constructivismo esto obedece a que la dirección y conformación de un artefacto se circunscribe, en el marco de su modelo multidireccional, a la variedad de interpretaciones y significados atribuidos por cada grupo relevante: la acción de los actores constituye el elemento definitorio del cambio tecnológico (Katz, 1998, p. 47). Como consecuencia de ello, la tecnología pierde su materialidad y deja de tener sentido la distinción entre factores tecnológicos y factores contextuales (Luján & Moreno, 1996). En cambio, la independencia entre los procesos de variación y selección asumida por el evolucionismo económico de Dosi se constata de manera clara en el elevado grado de autonomía concedido al desarrollo tecnológico, tal como rezuman los conceptos de trayectoria y paradigma tecnológicos.

Esta última cuestión resulta especialmente importante en el presente ejercicio comparativo, ya que nos introduce al debate sobre la necesidad compartida de explicar el cambio tecnológico en términos no deterministas. Existe un marcado consenso acerca de los problemas que trae consigo el monocausalismo vindicado por las tesis deterministas. En una mirada de este cuño, causas y efectos se presentan y se abordan de manera aislada y no contextual, y la tecnología es considerada como una fuerza exógena. Entre otras dificultades, estas posiciones obstaculizan la comprensión de la complejidad, la incertidumbre y el dinamismo inherentes a todo proceso de cambio

<sup>10</sup> La búsqueda de nuevas oportunidades de negocios, las tendencias al ahorro y la automatización impulsadas por el mercado, así como las estructuras y los intereses de las firmas y el papel de las agencias gubernamentales, son solo algunos de los factores mencionados por Dosi.

tecnológico. Ante esto, los modelos evolucionistas y constructivistas sostienen que su explicación no puede librarse al azar ni a la simple voluntad, ni es un fenómeno que se desenvuelva de forma “natural”: todo proceso de cambio tecnológico, por el contrario, debe ser entendido en clave contextual y situacional. El constructivismo, como vimos, toma distancia crítica al respecto a partir de la metáfora del “tejido sin costuras”. El evolucionismo, por su parte, se suma con sus objeciones a los modelos neoclásicos y lineales de la innovación y, específicamente, al carácter monocausal de la tecnología que impregna a las teorías del “empuje tecnológico”.

No obstante, este rechazo de parte de Dosi no parece ser suficiente para despojar a su aparato teórico de toda carga determinista. Un buen número de teóricos de diferente inspiración coincide en señalar un posible acercamiento e inclinación de su propuesta paradigmática a estas tesis, visible en su concepto de trayectoria tecnológica (Aguiar, 2002; Aibar Puentes, 1996; Antonelli, 2006; Dagnino, 2008; Gianetti, 1994; Mackenzie, 1992; Thomas, 2008; van der Belt & Rip, 1987; Olsen & Engen, 2007; Oltra & Sola, 2009). Para Aguilar (2002), este concepto, en su intención de explicar los patrones y regularidades que envuelven a toda dinámica de cambio tecnológico, se acerca considerablemente a la tesis de la tecnología autónoma: “se presta a confusión, ya que, con facilidad, puede interpretarse que una vez que el cambio tecnológico se inicia a lo largo de un sendero dado, su desarrollo posterior estará sólo determinado por fuerzas técnicas” (Aguilar, 2002; Mackenzie, 1992). En la misma línea, Aibar Puentes (1996) sostiene que, una vez establecidas ciertas innovaciones, su desarrollo futuro estaría marcado por fuerzas internas; adquiere *momentum*, una inercia o impulso. Antonelli, por su parte, considera que el uso de la metáfora de la trayectoria posee una fuerte carga determinista: “parece revivir la vieja tentación de emplear determinismo tecnológico *ad hoc* para explicar cambios sociales y económicos como un proceso de alineamiento secuencial establecido por la tecnología” (2006, p. 85).

257

Estas afirmaciones encuentran razón en el hecho de que las trayectorias tecnológicas se hallan circunscritas y determinadas por el paradigma imperante: los esquemas de innovación tienden a seguir trayectorias bastante irreversibles, definidas por conjuntos específicos de experiencia y aprendizaje (Dosi, 1992, p. 299). Dicho de otro modo, esta constricción impuesta por los paradigmas limita los procesos de cambio a unas trayectorias predefinidas que se refuerzan a sí mismas (Oltra & Sola, 2009). Las trayectorias se desarrollan dentro de los límites de un paradigma, explorando en una determinada dirección las posibilidades técnicas contenidas en él (Vence Deza, 1995).

A pesar de cierta inclinación determinista en los planteamientos de Dosi, el economista italiano, al igual que el constructivismo social de la tecnología, reconoce que el desarrollo tecnológico está lejos de ser fruto de un acto puntual e individual. Para ser más precisos, cabe decir que los inventos no pueden comprenderse como meros productos de la realización y esfuerzos individuales, vistos a la luz de una mera sucesión cronológica sin atender a la historia (García Farjat & Salguero, 2021). Entre otras dificultades, una mirada de este cuño olvida un ingrediente consustancial a todo

análisis sobre el cambio tecnológico: su carácter procesual. En este sentido, la adopción de una perspectiva sistémica y multidireccional ofrece una valiosa oportunidad para superar enfoques propios de un individualismo metodológico congruente, en materia de desarrollo tecnológico, con el mito del inventor individual. Desde esta perspectiva, se tiende a personificar las invenciones sin tener en cuenta el proceso involucrado en su planeamiento, diseño y posterior consecución y difusión en el mercado bajo arreglos particulares: “si bien es cierto que a veces se requiere la existencia de un personaje, pues la historia está hecha por ellos, el personaje no puede ocultar el proceso histórico” (Carvajal Villaplana, 2006, p. 132). En consecuencia, la continuidad histórica de las innovaciones aparece circunscrita a hechos concretos y singulares; a una serie de eventos sucesivos de carácter lineal y teleológico que olvida parte (esencial) de su pasado (García Farjat & Salguero, 2021).

Parafraseando a Latour, las propuestas evolucionistas y constructivistas se muestran críticas con aquellos enfoques que estudian a la tecnología “hecha”; es decir, como un producto ya concluido, en favor de una mirada analítica que se ocupe de la tecnología “mientras se hace”. Las escogencias tecnológicas, lejos de valoraciones internalistas y artefactuales, ya no responden exclusivamente a criterios de verdad y de eficiencia técnica, sino más bien a una configuración social específica (Dagnino, 2008). Así, en lugar de pensar a la evolución tecnológica como una secuencia determinística de desarrollos guiada por el progreso (Parente, 2010), domina la intención de dilucidar el contenido de la tecnología y convertirlo en objeto legítimo de análisis sociológico (Thomas, Fressoli & Lalouf, 2008) y económico. En el núcleo conceptual de estos modelos yace la necesidad fundamental de abrir la “caja negra” de la tecnología, condición *sine qua non* para su comprensión desde su interior; como cuerpo de conocimiento incrustado en un sistema de valores y prácticas específicas en un contexto determinado.

Un último tema de comparación de esta sección se deriva directamente de lo versado hasta ahora: no existe una necesidad inherente de evolución tecnológica, la tecnología evoluciona, como en el caso de lo biológico, sin que ello implique linealidad (Carvajal Villaplana, 2006, p. 134) ni finalismo. La convergencia sobre este punto es considerable en ambos modelos. Esto se hace especialmente visible en sus pronunciamientos desfavorables sobre el carácter predestinado y prefigurado de una tecnología que vindica el determinismo tecnológico de acuerdo con su lectura lineal, teleológica y evolutiva del cambio tecnológico.

De lo anterior se puede observar cómo estos modelos logran apropiarse de una de las características centrales del darwinismo: la negación de un fin ulterior en la evolución de los seres vivos. En ese sentido, la tesis de la flexibilidad interpretativa introducida por el constructivismo pretende dejar en claro esa indeterminación para dar cuenta del éxito o fracaso de un artefacto (Vega Encabo, 2012), especialmente, en las etapas iniciales de su desarrollo. Por su parte, en el evolucionismo, la incertidumbre que domina el desarrollo tecnológico, sobre todo en etapa preparadigmática, también tensiona ese finalismo recién aludido. Para Dosi no existe certeza *a priori* de comparar

y evaluar la superioridad de un sendero tecnológico. *Ex ante* resulta sumamente difícil sopesar distintos paradigmas tecnológicos: no existen principios evolutivos que determinen, de manera anticipada, el rumbo que asume el proceso innovador (Novaes de Andrade, 2006). Solo *ex post* las firmas estarían en condiciones de ejercer alguna valoración al disponer de indicadores objetivos para efectuar dicha comparación y evaluación (Dosi, 1982, 1984). Sin embargo, la intención manifiesta del autor de distanciarse de toda connotación teleológica se diluye considerablemente una vez puesto en marcha un paradigma: las trayectorias, como se expresó, adquieren un carácter predefinido. Hay un resultado final que está implícito en la selección realizada en el momento inicial (Vence Deza, 1995). Por consiguiente, y fundamentalmente en etapa de innovación normal, el desarrollo tecnológico aparece marcado por un finalismo hasta tanto no se produzca un posible agotamiento y una posible sustitución del paradigma vigente.

### **3.1. Entre grupos relevantes, marcos tecnológicos y paradigmas tecnológicos: algunas indicaciones sobre sus alcances y diferencias**

Al momento de analizar los conceptos estructurantes de cada modelo, se pone rápidamente en evidencia cierta ventaja descriptiva de la noción de grupo relevante por sobre una firma como *locus* de referencia. Esto radica en buena medida en que la propuesta constructivista, a diferencia del evolucionismo, pone énfasis en la identificación de los protagonistas del cambio tecnológico (Gianetti, 1994). A la luz de la noción de “grupo relevante”, el papel que Dosi asigna –desde su concepto de “paradigma”– a los distintos actores como los ingenieros, tecnólogos y organizaciones resulta insuficiente para dar cuenta de la vasta heterogeneidad de actores posibles de cambio. En específico, el constructivismo se distancia del evolucionismo al contemplar:

*“[...] a broader range of actors and their influence on technological choices, ranging from individual end-users of innovations to the wide spectrum of policy actors shaping the framework conditions for innovations. It looks deeply into the specific motivational structures of actors and their interactions at the micro level”* (Weber, 2007, pp. 112-113).

De todas formas, es importante destacar que la perspectiva constructivista deja de lado ciertos aspectos claves que, para autores como Olsen y Engen (2007), sí logran ser cubiertos en una interpretación evolucionista tales como estructuras organizacionales, recursos financieros y competencia interorganizacional, por mencionar solo algunos. Asimismo, estos modelos deberían extender su mirada para explorar cómo las instancias de mercadeo y uso de los artefactos afectan su evolución (Mackay & Gillespie, 1992, citado en Boczkowski, 1996, p. 216).

Más allá de sus especificidades y diferencias, es de notar que estos modelos aciertan al proclamar la existencia de formas paradigmáticas de pensamiento y acción, tanto en las empresas como en los grupos relevantes (Brunn & Hukkinen, 2008). En relación con esto, los conceptos de paradigma y marco tecnológico sobresalen por dos motivos centrales: a) la identificación de propiedades o atributos comunes en los procesos de cambio tecnológico y sus variados procedimientos; y b) por su carácter situado y contingente. En el núcleo de estos conceptos se identifica una serie de elementos compartidos tales como teorías en curso, metas, conocimientos tácitos, conceptos y técnicas, procedimientos y estrategias, así como esquemas de resolución de problemas. Sin embargo, a diferencia de un paradigma que se ciñe únicamente al ámbito de los ingenieros, el marco tecnológico es aplicable a todos los grupos sociales (Bijker, 2008).

Entre las características distintivas de estos conceptos contenedores, interesa hacer foco en su doble carácter potenciador y constrictor. Un paradigma representa, tal como se mencionó, un sistema de valores que moldea los comportamientos privados dentro de un esquema social, determinando comportamientos rutinarios (Pittaluga, 2000, p. 5) y prescribiendo y orientando el quehacer de los diversos profesionales que actúan en su interior. Por su parte, un marco tecnológico ofrece un conjunto de significados compartidos entre los grupos relevantes (Pinch, 1997). Las diferencias, no obstante, se hacen notorias al revisar el grado de constricción que implica cada noción. La lógica paradigmática de Dosi indica que sus participantes actúan y responden a un conjunto único de reglas y patrones vigentes, hasta tanto no se produzca un eventual cambio de paradigma. Por el contrario, aun cuando un marco tecnológico limite la libertad de quienes conforman un grupo relevante (Bijker, 1993), los agentes pueden participar en distintos marcos tecnológicos a la vez. Estas afirmaciones muestran que el concepto constructivista de marco tecnológico posee una naturaleza más dinámica e interactiva que la de un paradigma. Así, algo que se infiere de la propia conformación semiótica de un marco tecnológico es que no todos los grupos experimentarán las mismas restricciones perceptivas durante los procesos de configuración social de una tecnología. Esto refleja, en última instancia, el carácter variable y contingente de los límites que este concepto forja como marco estructurante.

Por último, para el constructivismo la noción de paradigma tecnológico enfrenta algunas dificultades de relevancia para el estudio del cambio tecnológico y las innovaciones. A juicio de Pinch y Bijker (2008), no resulta sencillo identificar el papel de los artefactos ni cómo analizarlos cuando la discusión se sitúa en el nivel de generalización propuesto por Dosi. En particular, para los autores no existe en su propuesta evolucionista una orientación analítica y metodológica que permita tratar de manera análoga a los artefactos exitosos y a los que, por diversos motivos, no lo son: "al localizar la discusión en los *paradigmas tecnológicos* no estamos seguros acerca de cómo se deben analizar los artefactos en sí mismos" (Pinch & Bijker, 2008, p. 31). Este cuestionamiento no resulta indiferente a la luz de una mirada crítica de cariz sociológico, porque reafirma una tendencia dominante en los estudios sobre tecnología denunciada oportunamente por el constructivismo: son las tecnologías

exitosas las que parecen ocupar un lugar prioritario en estos análisis en detrimento de tecnologías que, por diferentes circunstancias, no han prosperado o han desaparecido a lo largo de la historia.

## Conclusiones

Estas teorías, a su manera, ofrecen dispositivos heurísticos que buscan captar el comportamiento incierto, dinámico, complejo y no lineal que acusa todo proceso de cambio tecnológico. Cargadas de implicaciones para su comprensión, algo que queda claro es que el constructivismo social de Pinch y Bijker y el evolucionismo económico de Dosi, con una marcada vocación empírica, han efectuado importantes aportes sobre su comprensión. Si se sostiene un enfoque netamente determinista y artefactual, se estaría frente a una mirada parcial, finalista y esencialista del cambio tecnológico, proclive a anular la presencia de valores y elementos de diversa índole que lo constituyen y que forman parte del entorno de selección. En línea con lo señalado por Dagnino (2008), el rechazo de toda concepción lineal del progreso técnico y la adopción de un modelo multidireccional y sistémico sitúa a estos modelos en nítida ventaja en relación con otros abordajes de inspiración económica y sociológica.

Considerando el énfasis diferenciado que recibe el cambio tecnológico en las perspectivas evolucionistas y constructivistas, la ocasión se presenta oportuna para asimilar sus diferencias en favor de la construcción de un potencial espacio de diálogo que permita desarrollar un abordaje más integral y acabado del cambio tecnológico. Este llamado cobra especial valor en un contexto en el que los diálogos entre la economía de la innovación y el constructivismo social de la tecnología todavía se encuentran en un llamativo estado embrionario, circunscrito a áreas limitadas y específicas. Tal como sostienen Luján y Moreno (1996), se advierte un buen número de argumentos solapados y la posibilidad de una considerable complementariedad entre ambas aproximaciones generales. Y si bien en este artículo lo único que se ha hecho es identificar y poner en discusión algunos aspectos teóricos en los que estos modelos de evolución tecnológica difieren y coinciden, se espera que la propuesta ofrecida sirva particularmente, en vista de futuras investigaciones, como insumo para aproximarse a ese objetivo de complementación mencionado.

261

## Financiamiento

Este trabajo se realizó en el marco de la beca de maestría otorgada por la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina.

## Declaración de uso de IA

Este artículo ha sido elaborado sin recurrir al uso de herramientas de inteligencia artificial.

## Bibliografía

Aguiar, Diego (2002). Determinismo tecnológico versus determinismo social: Aportes metodológicos y teóricos de la filosofía, la historia, la economía y la sociología de la tecnología. [Trabajo final de grado]. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.619/te.619.pdf>.

Aibar Puentes, Eduard (1996). La vida social de las máquinas: Orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, (76), 141-172. Recuperado de: [https://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS\\_076\\_09.pdf](https://reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_076_09.pdf).

Antonelli, Cristiano (2006). La economía de la innovación: del legado de los clásicos a la economía de la complejidad. *Apuntes*, 58-59, 51-105. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=684077007003>.

262 Barletta, Florencia, Robert, Verónica & Yoguel, Gabriel (2014). Introducción Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico. En F. Barletta, V. Robert & G. Yoguel (Comps.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, 2 (11-32). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Bijker, Wiebe (1993). Do not despair: there is life after constructivism. *Science, Technology, & Human Values*, 18(1), 113-138. DOI: <https://doi.org/10.1177/016224399301800107>.

Bijker, Wiebe (1995). *Of bicycles, bakelites, and bulbs. Towards a theory of sociotechnical change*. Londres: The MIT Press.

Bijker, Wiebe (2005). ¿Cómo y por qué es importante la tecnología? *Redes*, 11(21), 19-53. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90702101>.

Bijker, Wiebe (2008). La construcción social de la baquelita. Hacia una teoría de la invención. En Hernán Thomas & Alfonso Buch (Coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (63-100). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Bijker, Wiebe, Pinch, Trevor & Hughes, Thomas (1987). *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge: The MIT Press.

Boczkowski, Pablo (1996). Acerca de las relaciones entre la(s) sociología(s) de la ciencia y de la tecnología: pasos hacia una dinámica de mutuo beneficio. *REDES*, 3(8), 199-227. Recuperado de: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1106>.

Bruun, Henrik & Hukinnen, Janne (2008). Cruzando Fronteras: Un diálogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico. En Hernán Thomas & Alfonso Buch (Coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (140-168). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Carvajal Villaplana, Álvaro (2006). El enfoque evolucionista del cambio tecnológico. *Revista Filosofía Universitaria de Costa Rica*, XLIV (111-112), 129-141.

Castaldi, Carolina & Dosi, Giovanni (2009). Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC. *Economía: Teoría y práctica*, (1), 81-129. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281122888004>.

Cimoli, Mario & Dosi, Giovanni (1992). Tecnología y desarrollo. Algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación. En M. Gómez Uranga, Miguel Sánchez Padrón & Enrique de la Puerta (Eds.), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y teorías* (21-64). Barcelona: Icaria.

Cimoli, Mario & Dosi, Giovanni (1994). De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación. *Revista de Comercio Exterior*, 44(8), 669-682.

263

Cyert, Richard & March, James (1963). *A behavioral theory of the firm*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Dagnino, Renato (2008). Um debate sobre a tecnociência: neutralidade da ciência e determinismo tecnológico. Campinas: UNICAMP.

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

Dosi, Giovanni (1984). *Technical change and industrial transformation*. Londres: Macmillan.

Dosi, Giovanni (1991). Perspectives on evolutionary theory. *Science and Public Policy*, 18(6), 353-361. DOI: <https://doi.org/10.1093/spp/18.6.353>.

Dosi, Giovanni (1992). Fuente, Métodos y Efectos Microeconómicos de la Innovación. *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, 22, 269-331. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=273987>.

Dosi, Giovanni, Freeman, Christopher, Nelson, Richard, Silverberg, Gerald & Soete, Luc. (1988). *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers.

Dosi, Giovanni & Grazzi, Marco (2010). On the nature of technologies: knowledge, procedures, artifacts and production inputs. *Cambridge Journal of Economics*, 34, 173-184. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bep041>.

Dosi, Giovanni & Nelson, Richard (2013). The evolution of technologies: An assessment of the state of the art. *Eurasian Business Review*, 3(1), 3-46. Recuperado de: [https://delong.typepad.com/ebr-31\\_dosi-and-nelson.pdf](https://delong.typepad.com/ebr-31_dosi-and-nelson.pdf).

Dosi, Giovanni, Orsenigo, Luigi & Sylos-Labini, Mauro (2002). *Technology and the economy*. Papers Series 2002/18. Pisa: Laboratory of Economics and Management (LEM)/Sant'Anna School of Advanced Studies.

Dosi, Giovanni & Sylos-Labini, Mauro (2007). Technological paradigms and trajectories. En Horst Hanusch & Andreas Pyka (Eds.), *Elgar companion to neo-schumpeterian economics* (331-343). Recuperado de: <http://digamo.free.fr/elgarneoschump.pdf#page=174>.

Feenberg, Andrew (2001). La enseñanza online y las opciones de la modernidad. En Andoni Alonso Puelles & José Pablo Blanco Carrasco (Coords.), *Pensamiento digital, Humanidades y Tecnologías de la Información* (115-133). Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/260983598\\_La\\_ensenanza\\_online\\_y\\_las\\_opciones\\_de\\_Modernidad](https://www.researchgate.net/publication/260983598_La_ensenanza_online_y_las_opciones_de_Modernidad).

Fisher, Jaime (2023). Evolución en la técnica. *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía*, 28(3), 25-44. DOI: <https://doi.org/10.24310/Contrastescontrastes.v28i3.15374>.

Katz, Claudio (1998). Determinismo tecnológico y determinismo histórico-social. *Redes*, 5(11), 37-52. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/907/90711314002.pdf>.

García Farjat, Marcelo & Salguero, Sergio (2020). Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(43), 91-108. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/145>.

García Farjat, Marcelo & Salguero, Sergio (2021). Cambio tecnológico y disputas sociotécnicas en el caso del automóvil Tucker 48. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 89, 142-154. Recuperado de: <http://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/garciafarjat.pdf>.

Gianetti, Renato (1994). Las representaciones de la innovación tecnológica en perspectiva histórica. *Revista de Historia Industrial*, (6), 31-45. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/62518>.

Lawler, Diego (2003). Las funciones técnicas de los artefactos y su encuentro con el constructivismo social en tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1(1), 27-71. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-1086>.

López, Andrés (1996). Las ideas evolucionistas en su conjunto. Una visión de conjunto. *Revista Buenos Aires, Pensamiento Económico*, 1-28. Recuperado de: <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/dp1422.pdf>.

Luján, José (2000). Variación y selección. El darwinismo y la evolución de los artefactos. En Lucrecia Burges (Ed.), *Del ADN a la humanidad. Homenaje a Francisco Ayala* (93-108). Universidad de las Islas Baleares & Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano. Recuperado de: <http://www.emc.ufsc.br/nepet/>.

Lujan, José (2007). Alcances y límites de los modelos evolucionistas del cambio científico. *Ludus Vitalis*, 15(28), 3-20. Recuperado de: [https://ludus-vitalis.org/html/textos/28/28-01\\_lujan.pdf](https://ludus-vitalis.org/html/textos/28/28-01_lujan.pdf).

Luján, José & Moreno Fernández, Luis (1996). El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, (74), 127-162. Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/175949>.

Mackay, Hughie & Gillespie, Gareth (1992). Extending the social shaping of technology approach: Ideology and appropriation. *Social Studies of Science*, 22, 685-716. DOI: <https://doi.org/10.1177/03063129202200400>.

265

MacKenzie, Donald (1992). Economic and sociological explanation of technical change. In Rod Coombs, Paolo Saviotti & Vivien Walsh (Eds.), *Technical change and company strategies: Economic and sociological perspectives* (25-48). Londres: Academic Press.

Masera, Gustavo (2013). El enfoque evolucionista en el debate económico contemporáneo. *Filosofía de la Economía*, 1(2). Recuperado de: <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/CIECE/article/view/548>.

Nelson, Richard (2007). Universal Darwinism and evolutionary social science. *Biology and philosophy*, 22, 73-94. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10539-005-9005>.

Novaes de Andrade, Thales (2006). Aspectos sociais e tecnológicos das atividades de inovação. *Lua Nova*, 66, 139-166. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-64452006000100007>.

Olsen, Odd & Engen, Ole (2007). Technological change as a trade-off between social construction and technological paradigms. *Technology in Society*, 29(4), 456-468. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.08.006>.

Oltra, Christian & Solá, Rosario (2009). El estudio de los factores en la innovación. Revisión de la literatura. Informes Técnicos CIEMAT, Departamento de Medio Ambiente. Recuperado de: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21222163>.

Parente, Diego (2010). Del órgano al artefacto: acerca de la dimensión biocultural de la técnica. Buenos Aires: EDULP. Recuperado de: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.1081/pm.1081.pdf>.

Pinch, Trevor (1997). La construcción social de la tecnología. Una revisión. En María Josefa Santos-Corral & Rodrigo Díaz Cruz (Comps.), *Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas* (20-37). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/360749334\\_Innovacion\\_Tecnologica\\_y\\_Procesos\\_Culturales\\_Nuevas\\_Perspectivas\\_Teoricas](https://www.researchgate.net/publication/360749334_Innovacion_Tecnologica_y_Procesos_Culturales_Nuevas_Perspectivas_Teoricas).

Pinch, Trevor (2008). La tecnología como institución: ¿qué nos pueden enseñar los estudios sociales de la tecnología? *Redes*, 14(27), 77-96. Recuperado de: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/488>.

Pinch, Trevor & Bijker, Wiebe (2008). La construcción social de los hechos y los artefactos. O acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. En Hernán Thomas & Alfonso Buch (Coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (19-62). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Pittaluga, Lucia (2000). Cambios tecnológicos recientes: Nuevos enfoques y hechos estilizados. Montevideo: Udelar. Recuperado de: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/4234/5/dt-10-00.pdf>.

Polanyi, Michael (1967). *The tacit dimension*. Chicago: University of Chicago Press.

Rammert, Werner (1997). New Rules of Sociological Method: Rethinking Technology Studies. *The British Journal of Sociology*, 48(2), 171-191. DOI: <https://doi.org/10.2307/591747>.

Rikap, Cecilia (2011). La innovación: del azar a la transferencia tecnológica. *Revista Estudiantil Latinoamericana de Ciencias Sociales*, (1), 1-18. Recuperado de: <https://relacso.flacso.edu.mx/sites/default/files/docs/01/la-innovacion-del-azar-a-la-transferencia-tecnologica.pdf>.

Schot, Johan (1992). Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics: The Case of Clean Technologies. *Science Technology & Human Values*, 17(1), 36-56. DOI: <https://doi.org/10.1177/016224399201700103>.

Silverberg, Gerald, Giovanni, Dosi & Orsenigo, Luigi (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. *The Economic Journal*, 98(393), 1032-1054. DOI: <https://doi.org/10.2307/2233718>.

Thomas, Hernán (2008). Estructuras cerradas vs. Procesos dinámicos: Trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. En Hernán Thomas & Alfonso Buch (Coords.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (217-263). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Thomas, Hernán (2010). Los estudios sociales de la tecnología en América Latina. Íconos. *Revista de Ciencias Sociales*, 37, 35-53. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/188340/CONICET\\_Digital\\_Nro.9d632715-9303-4586-b42b-0195f646a0fd\\_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/188340/CONICET_Digital_Nro.9d632715-9303-4586-b42b-0195f646a0fd_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

Thomas, Hernán, Fressoli, Mariano & Lalouf, Alberto (2008). Presentación. Estudios sociales de la tecnología: ¿hay vida después del constructivismo? *Redes*, 14(27), 59-76. Recuperado de: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/487>.

Thomas, Hernán & Santos, Guillermo (2016). *Tecnologías para incluir. Ocho análisis socio-técnicos orientados al diseño estratégico de artefactos y normativas*. Buenos Aires: Lenguaje Claro.

Van den Belt, Henk & Rip, Arie (1987). The Nelson- Winter- Dosi model and synthetic dye chemistry. En Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes & Trevor Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology* (135-158). Cambridge: The MIT Press.

267

Vega Encabo, Jesús (2012). Estudios sociales de la tecnología. En Eduard Aibar & Miguel Ángel Quintanilla (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad* (45-78). Recuperado de: <https://cursosupla.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/09/32-ciencia-tecnologc3ada-y-sociedad-eduard-aibar-y-miguel-c3a1ngel-quintanilla-eds.pdf>.

Vence Deza, Xavier (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico: una revisión crítica*. Madrid: Siglo XXI.

Weber, Matthias (2007). The neo-schumpeterian element in the sociological analysis of innovation. En Horst Hanusch and Andreas Pyka (Eds.), *Elgar companion to neo-schumpeterian economics* (107-129). Recuperado de: <http://digamo.free.fr/elgarneoschump.pdf>.



RESEÑAS *CS*





## ***Los efectos de la Inteligencia Artificial en la vida laboral de las mujeres***

**Clementine Collett, Gina Neff  
y Livia Gouvea Gomes**  
UNESCO, BID y OCDE  
París, 2022, 89 págs.

Por **Brian Ezequiel Riboldi**  \*

Durante los últimos años la inteligencia artificial (IA) ha tomado un papel preponderante en la automatización de tareas que ha conllevado a una transformación de manera gradual sobre el mercado laboral que conocemos en la actualidad. A partir de este contexto, tres organismos internacionales han publicado este informe con el objetivo de analizar los efectos de la IA sobre la vida laboral de las mujeres, y un enfoque global: analiza tendencias a nivel mundial y, al mismo tiempo, dedica apartados específicos a la realidad latinoamericana.

271

El informe ofrece un recorrido por las principales problemáticas actuales en torno al género, la tecnología y el trabajo, e invita a reflexionar sobre las políticas públicas necesarias para construir un futuro más equitativo. Comienza presentando una visión general del impacto de la IA en la vida laboral de las mujeres, poniendo como eje principal las desigualdades de género que persisten en el mundo del trabajo y en cómo la automatización puede ampliarlas si no se adoptan medidas concretas. Desde esta perspectiva, la IA no solo modifica las tareas o los procesos productivos, sino que también reconfigura las condiciones para insertarse en el mercado laboral y permanecer en él, profundizando —o corrigiendo— desigualdades ya existentes, según cómo se implemente.

---

\* Departamento de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de la Matanza (UNLaM), Argentina. Correo electrónico: [riboldi@alumno.unlam.edu.ar](mailto:riboldi@alumno.unlam.edu.ar). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4392-4112>.

El texto identifica varios desafíos que afrontar, entre ellos la brecha en la conectividad digital —que varía según las regiones geográficas— y la falta de información desagregada por género, lo que impide observar con claridad las diferencias entre hombres y mujeres dentro del mercado laboral afectado por la IA. Esta carencia dificulta el diseño de políticas públicas integrales que logren abordar de manera articulada los distintos ámbitos involucrados —como la educación, el empleo y los derechos laborales—. Se profundiza en cómo la introducción de tecnologías de IA en los entornos laborales está transformando las habilidades requeridas para desempeñarse en el trabajo. A partir de evidencia estadística y estudios internacionales, se subraya la necesidad de que las mujeres actualicen sus competencias mediante procesos de *reskilling* o reconversión profesional, a fin de no quedar excluidas de un mercado laboral que demanda una adaptación constante frente a los avances tecnológicos.

No obstante, esta idea de “actualización permanente” plantea tensiones. Por un lado, el texto la presenta como una oportunidad para la inclusión laboral femenina; pero, por otro, corre el riesgo de trasladar la responsabilidad de la capacitación al plano individual. En este punto, el informe pasa por alto una dimensión clave: la función del Estado y de los derechos laborales frente a los efectos de la automatización. Si bien las empresas suelen implementar la IA con el objetivo de optimizar procesos y reducir costos, esto muchas veces se traduce en mayor precarización laboral o en una competencia más intensa por los puestos disponibles. En un escenario donde la demanda de empleo supera ampliamente la oferta, que pueden desencadenar en largas filas por un puesto de trabajo, y reflejar así la creciente desigualdad estructural.

El informe incluye también referencias explícitas a la situación de América Latina. Por ejemplo, se menciona la herramienta digital Espacios Laborales Sin Acoso (ELSA), financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que se está utilizando en Bolivia, Colombia y Perú para prevenir el acoso sexual en el ámbito laboral a través del análisis de *big data*. Este tipo de iniciativas, sin embargo, no alcanza a todas las mujeres en la región, ya que muchas trabajan en condiciones de informalidad, fuera del alcance de estas soluciones tecnológicas. En consecuencia, el trabajo no registrado y la brecha digital siguen siendo retos estructurales que limitan el acceso a estas herramientas, dejando a numerosas mujeres sin la posibilidad de beneficiarse de este tipo de protección digital. Desde una perspectiva iberoamericana, el estudio resalta la necesidad de encarar la automatización como una oportunidad para promover la igualdad de género y el desarrollo sostenible.

La necesidad lleva a muchas personas a aceptar condiciones más desfavorables, mientras las empresas aprovechan esta situación para reducir sus costos. De ahí la importancia de que el Estado asuma un rol activo, regulando el uso de la IA y garantizando políticas que protejan a los trabajadores y promuevan la equidad en la transición tecnológica. Un aporte destacable del texto es su distinción entre las habilidades técnicas que pueden ser automatizadas y aquellas habilidades humanas que la IA no puede sustituir, como la empatía, la calidez o la calidad en la comunicación

interpersonal, las cuales son fundamentales, pero continúan siendo poco reconocidas y escasamente remuneradas. Analizar este punto habría permitido conectar la discusión sobre la inteligencia artificial con las desigualdades históricas del mercado laboral.

El texto profundiza en el impacto de la IA en los procesos de búsqueda, anuncios y postulaciones laborales, planteando un debate ético sobre los criterios con los que los algoritmos seleccionan y clasifican a las personas. La automatización de las ofertas de empleo puede reproducir —tanto en sus resultados visibles como en sus lógicas internas— los mismos sesgos de género que persisten en la sociedad e incluso reforzarlos si los datos de entrenamiento ya contienen desigualdades estructurales (Dalenberg, 2018). Este enfoque permite cuestionar la falsa neutralidad de la IA en los procesos de contratación: aunque los sistemas parezcan objetivos, detrás de cada decisión algorítmica hay valores, intereses y sesgos humanos. Además, el acceso digital desigual —especialmente entre hombres y mujeres— genera nuevas formas de exclusión, ya que quienes tienen menor conectividad o formación tecnológica quedan excluidos de las oportunidades laborales que se generan y difunden en los entornos digitales.

Por eso, el informe plantea la necesidad de seguir investigando cómo los sistemas de contratación basados en IA afectan no solo a las mujeres, sino también a otros grupos vulnerables. En este punto, el desafío no es solo técnico, sino social y político: diseñar políticas públicas que garanticen transparencia, auditorías éticas y rendición de cuentas en el uso de algoritmos, junto con un control ciudadano que promueva la responsabilidad colectiva sobre cómo se desarrolla y aplica la inteligencia artificial, evitando que la tecnología se convierta en un nuevo filtro de desigualdad.

273

El informe concluye analizando los impactos generales del uso de la IA en el ámbito laboral. Si bien no todos los efectos son negativos, la automatización reestructura no solo las tareas, sino también las formas de control y supervisión dentro del trabajo. Algunas herramientas de monitoreo basadas en IA pueden tener un uso positivo, como identificar momentos en los que conviene reducir las cargas de trabajo, lo que podría contribuir a prevenir situaciones de estrés excesivo y el síndrome de *burnout*, un trastorno emocional producto del estrés crónico en entornos laborales.

Sin embargo, el informe advierte que el uso excesivo de estas tecnologías puede generar efectos adversos sobre la autonomía y la salud mental de los trabajadores: ansiedad, disminución de la autoestima, inhibición de la creatividad y una creciente sensación de vigilancia constante que erosiona la confianza. De este modo, la IA difumina los límites entre el cuidado y la vigilancia, transformando el bienestar en una nueva forma de control laboral. Esta tensión revela la dificultad de conciliar la eficiencia tecnológica con el respeto por la autonomía y la dignidad del trabajo humano.

Respecto al impacto específico sobre la vida laboral de las mujeres, las autoras señalan que este campo aún está poco explorado. Como apuntan Stark *et al.* (2020, citados en UNESCO, BID & OCDE, 2022), los efectos de la vigilancia y el

monitoreo con IA varían según el género, el tipo de ocupación, el sector y el país. En ese sentido, se vuelve fundamental continuar investigando cómo la vigilancia tecnológica puede profundizar desigualdades preexistentes y afectar de manera distinta a mujeres y colectivos vulnerables. La cuestión no es solo técnica, sino profundamente política: qué tipo de relaciones laborales queremos construir en la era de la inteligencia artificial.

A grandes rasgos, considero que el informe bajo estudio ofrece un aporte valioso para dimensionar el impacto de la IA en la vida laboral de las mujeres, especialmente en contextos atravesados por desigualdades estructurales de género. Presenta un análisis detallado, respaldado en estudios de caso y con propuestas concretas para la intervención estatal a través de políticas públicas, educación y desarrollo tecnológico con enfoque inclusivo.

No obstante, el trabajo podría haberse enriquecido al incorporar una mirada más amplia sobre los efectos de la IA en el conjunto de las personas trabajadoras. La automatización de tareas tiende a transformar funciones y relaciones laborales sin distinción de género, por lo que un enfoque integral permitiría comprender mejor cómo la tecnología reconfigura la experiencia humana del trabajo.

Aun así, el documento resulta sumamente recomendable, ya que invita a reflexionar sobre los modos en que se diseñan e implementan los sistemas de IA y sobre su capacidad para ampliar o reducir las desigualdades existentes. La cuestión central no es detener el avance tecnológico, sino orientarlo hacia principios éticos, de equidad y responsabilidad social que garanticen una transición digital justa e inclusiva (ONU, 2024).

274

## **Bibliografía**

Dalenberg, D. J. (2018). Preventing discrimination in the automated targeting of job advertisements. *Computer Law and Security Review*, 34(3), 615–627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.11.009>.

Organización de las Naciones Unidas (2024). La regulación mundial de la IA es necesaria. Noticias ONU, 23 de septiembre. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2024/09/1532941>.

UNESCO, BID & OCDE. (2022). Los efectos de la inteligencia artificial en la vida laboral de las mujeres. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380871>.



## ***Mundofiltro. Cómo los algoritmos han aplanado la cultura***

**Kyle Chayka**

Gatopardo

Barcelona, 2024, 329 págs.

Por **Fernando Tula Molina**  \*

Kyle Chayka es un periodista milenial que escribe para *The New Yorker* sobre temas de tecnología. Su escritura cobró notoriedad a partir de su reportaje sobre el turismo de Islandia, el cual fue seleccionado dentro de los mejores textos de viaje de Estados Unidos en 2020. En una visión amplia define su propia generación como abrumada física y psicológicamente por una civilización excesiva. Con el fin de contextualizar esta afirmación, hay que decir que se trata de la conclusión de su libro anterior, *Desear Menos: vivir con el minimalismo*. Chayka explora allí esta sensación que, curiosamente, conduce a que “el mundo material deje de tener sentido, por lo que acumular más resulta menos atractivo” (p. 29).

275

En esa primera obra, Chayka no hace una defensa del “menos es más”, sino que desnuda este eslogan como un producto más que consiguió mercantilizarse en tutoriales sobre cómo organizar el armario y en frases para tazas de café. Se trata en ese caso, de una lucha contra la trivialización y masificación de la búsqueda de prácticas individuales y colectivas más conscientes y responsables. De nada sirven los 13 millones de publicaciones en Instagram sobre minimalismo —ni las diez imágenes que se agregan por segundo— si perdemos de vista la vasta red de *consecuencias* de tener un iPhone en nuestras manos: “las granjas de servidores que consumen enormes cantidades de electricidad, fábricas chinas donde los trabajadores se suicidan, devastadoras minas cenagosas a cielo abierto donde se extrae el estaño. Es fácil sentirse minimalista cuando puedes pedir comidas a domicilio” (p. 65).

En *Mundofiltro. Cómo los algoritmos han aplanado la cultura*, publicado en 2024, Chayka también llama la atención sobre un estado psicológico generalizado: la asombrosa

---

\* Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)-CONICET, Argentina. Correo electrónico: ftulamolina@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2150-3424>.

ansiedad experimentada por millones de usuarios a partir de la homogeneidad a la que conducen los flujos de recomendación, los cuales —en pos del rédito— se encaminan hacia la masificación: “El algoritmo *siempre gana*... las recomendaciones automatizadas son filtros que, por una parte, hacen unas cribas entre lo que recibe atención y lo que no, y —por otra— deforman sutilmente la apariencia de esas cosas, igual que un filtro de imagen de Instagram” (p. 15). Lo que desapareció fue la *calidad*. La IA no puede distinguir un artículo bien escrito de otro mal escrito si utilizan los mismos términos. Pero esto no representa ningún problema para los dueños y gestores de Mundofiltro, cuyas ganancias provienen principalmente de la cantidad.

En su opinión, esta ansiedad es producto de una asimetría fundamental donde uno de los jugadores sabe todo sobre el otro, y este nada —o muy poco— sobre el primero: “tratar de predecir o controlar el resultado del algoritmo es como intentar controlar las mareas” (p. 56). Y si no podemos controlarlos, parece que debemos resignarnos a las limitaciones de la cultura algorítmica y considerarla inevitable. El problema, observa Chayka, es que tal actitud alimenta tanto el fatalismo, como el cinismo y el nihilismo. Dado que las recomendaciones algorítmicas se refuerzan a sí mismas, el sistema tiende a ofrecer recomendaciones menos diversas, independientemente del gusto personal, y de ahí “la homogenización que hoy experimentamos” (p. 93).

276

Por otra parte, en el mundo virtual ya no podemos —como añoraba Walter Benjamin— ser “responsables por nuestras colecciones” (p. 97). De hecho, es muy difícil gestionar la cultura y tener un sentimiento de posesión respecto a lo que coleccionamos en Internet, ya que no podemos garantizar que seamos capaces de acceder a ella del mismo modo cada vez. Lo que se promueve no es el gusto, sino un *engagement* de baja implicación como registro que sirve de insumo para el marketing (p. 109).

En sintonía con las tesis de Eric Sadin, para Chayka el mayor problema de Mundofiltro es el de la amplificación: es decir, cuando “un formato se ve amplificado por encima de todo lo demás” (p. 248). ¿Podemos regular tal proceso de amplificación y buscar un mayor equilibrio en el ecosistema? La respuesta es que sí; de hecho, en abril de 2016, la Unión Europea aprobó el Reglamento General de Protección de Datos: el RGPD. Este reglamento parte de admitir que hoy en día “somos nuestros datos” (p. 255); estos documentan nuestros trayectos de vida virtual y permiten predecir qué es lo más probable que hagamos en el futuro. A este hecho se asocian nuevos derechos, como el derecho a la transparencia, a la supresión de datos innecesarios y a la rectificación de datos existentes. También, en el caso de la publicidad, el “derecho a la oposición”: “Cuando el interesado se oponga al tratamiento con fines mercantiles directos, los datos personales dejarán de tratarse para esos fines” (p. 255). En otras palabras, el usuario no tiene que pasar por ninguna acción algorítmica a menos que dé su consentimiento.

El RGPD representó un cambio radical por considerar a las páginas web responsables de la acumulación gratuita de datos personales y de sus consecuencias. Las multas establecidas por el RMD pueden llegar al 10% de los ingresos anuales de la empresa, y hasta el 20% en caso de reincidencia. Esto lleva a que cumplir las normas

sea un elemento relevante. Chayka observa cómo, en 2022, Facebook tuvo que hacer frente a una multa de 275 millones de dólares por quebrantar el RGPD, después de que una filtración de datos —difundida por un foro de *hackers*— dejase al descubierto la información personal de más de quinientos millones de usuarios.

Sin embargo, Chayka también considera la observación de Daphne Keller, directora del Programa de Regulación de Plataformas de la Universidad de Stanford: “No existen puntos de referencia para saber qué contenido se debería mostrar al público” (p. 248). Y también la de Paddy Leerssen, estudioso de las plataformas digitales de la Universidad de Ámsterdam: “De todos modos, la mayoría de la gente los acepta... los mecanismos que crea el RGPD, basados en la responsabilidad individual, no son realmente eficaces” (p. 257).

¿Qué hacer frente a esta situación? La respuesta varía según seamos consumidores pasivos o críticos. En el segundo caso se abre la posibilidad, y por ella apuesta Chayka, de que la decisión más sencilla sea también la más potente: sin renunciar al mundo digital, restringirnos “a seguir webs y empresas que traten mejor a sus usuarios” (p. 263). Si bien las regulaciones pueden brindar un mínimo de control sobre los flujos algorítmicos:

“Reconstruir la cultura es un proceso distinto, se parece más a plantar y cultivar un jardín. Requiere tiempo. Primero, tenemos que averiguar cuáles son las estructuras digitales adecuadas y luego hemos de realizar la labor cotidiana de crear una nueva forma de habitar la red” (p. 264).

277

Con este fin, Chayka llevó a cabo sobre sí mismo un experimento de “limpieza algorítmica”; un acto de resistencia y reflexión sobre cómo la dependencia respecto de los algoritmos lo había privado de otro ámbito de experiencias durante una década. Buscó volver a enfrentar la escasez en lugar de la infinitud; satisfacer su curiosidad y fomentar relaciones valiosas más allá de los flujos de recomendación. Este proceso, que duró más de dos meses —a partir de agosto de 2022—, le permitió volver a reflexionar sobre cómo hacer más valiosa nuestra vida digital sin abandonarla. La ventaja de esta aproximación, más lenta y autónoma, es que conduce a un proceso de “curaduría humana” que permite sintonizar los contenidos con nuestros valores, e incluso mostrar los recorridos realizados, a otras personas que los compartan. Este tipo de recomendaciones culturales —que transmiten aprobación— son acciones tanto sociales como morales: es el gusto y la acción compartida lo que verdaderamente nos une.

Ahora bien, si el sentido crítico es la primera condición para encaminar el consumo tecnológico hacia la calidad —antes que a la cantidad—, la segunda es la responsabilidad como punto del que parte el desarrollo del gusto personal. En este sentido, requiere un involucramiento diferente, el cual busca superar el carácter insatisfactorio de las

recomendaciones instantáneas y descontextualizadas. No se trata de privarnos de las ventajas de la comunicación y difusión digital, pero sí de resistirnos a los patrones de consumo que se nos imponen. Y en tanto el proceso de curaduría supone una evolución paulatina, también se trata de resistir a la velocidad y fugacidad de los procesos aceleratorios de Internet.

Chayka entrevistó a la arquitecta Paola Antonelli, curadora en el MoMa de Manhattan desde 1994, con el fin de definir “el papel de los curadores en el atasco algorítmico” (p. 289) y coincidieron en el diagnóstico: “Las redes sociales son ruido de fondo, espacio muerto” (p. 292). Darle verdadera vida supone combatir lo genérico y destacar lo específico de lo que nos atrae. En este sentido —observa Chayka— ni es necesario tener credenciales profesionales, “ni es necesario monetizar nuestra opinión como *influencer* para que esta valga algo” (p. 316). Se trata de la difícil tarea de implicarnos subjetivamente —reflexión, intención y cuidado— tanto para desarrollar nuestro gusto, como para ser responsables por lo que consumimos. ¿Qué ganamos con este esfuerzo? La posibilidad de tomar decisiones más independientes y más humanas; o, en otros términos, tomar el control frente al carácter “insidiosamente psíquico” (p. 319) de los algoritmos.

278

Aun cuando en muchos casos las recomendaciones de la IA han reemplazado a editores, profesores, *disc-jockeys* y vendedores, el mundo analógico sigue allí, así como las personas con las que podemos compartir gustos e intereses. Para este fin, ni la mayor velocidad ni la mayor cantidad son en sí mismas buenas ideas. En esta dirección, Chayka concluirá volviendo a poner en el centro de la escena al movimiento *Slow Food*, nacido en la década de 1990 para enfrentar el predominio de la agricultura industrial. Justamente, lo que se proponía era involucrarnos conscientemente no solo en qué alimentos consumíamos, sino en toda la trama sociotécnica previa al producto final.

Se abre por este camino la posibilidad de, sin renunciar a la red, habitarla de un modo diferente. El aumento de la mentalidad crítica debe funcionar como antídoto frente al consumo pasivo y al dogma de la inevitabilidad. Por el contrario, Chayka es optimista en cuanto a que podemos construir “ecosistemas digitales posalgorítmicos [...] y dejar que los modos virtuales osificados resulten una fase pasajera de la cultura, precisamente porque se quedarán sin combustible, encallados en su propio solipsismo” (p. 331).

Ahora bien, a pesar de su optimismo, las cosas no parecen tan sencillas. Hay que mencionar que salta a la vista la tensión entre la complejidad del diagnóstico realizado y la simplicidad de la solución ofrecida: una versión sofisticada de voluntarismo. Por un lado, Chayka nos muestra cómo la mayoría de los usuarios acepta las normas impuestas, por lo que los llamados a la responsabilidad individual resultan ineficaces. Por el otro, se desentiende de la centralización del poder detrás de Internet, con la esperanza de que nuestro cambio de mirada —o de hábitos digitales— resuelva nuestra situación de dependencia digital. El tono del libro se mantiene en el terreno descriptivo, sin profundizar en las tensiones filosóficas y políticas que lo constituyen. Esto se vuelve explícito cuando apela a una estrategia de resistencia, como la del movimiento *Slow Food*, previa por varias décadas a los desafíos que nos impone hoy la IA.



***Movilidades desbordadas.  
Límites y futuros de las nuevas  
movilidades urbanas***

**Roger Sansi Roca  
y Manuel Delgado Ruiz (Eds.)**  
Bellaterra Ediciones  
Barcelona, 2025, 289 págs.

Por **Manuel García Domínguez**  \*

Toda lectura es un diálogo, diremos, pero no siempre entre el texto y el lector. La lectura del libro que hoy nos atañe, *Movilidades desbordadas. Límites y futuros de las nuevas movilidades urbanas*, no se ha producido al calor de una biblioteca, sino en el espacio desbordado (y desbordante) del transporte público madrileño. En concreto, en los largos vagones de Renfe que circulan por la línea C4 en dirección «Parla». La lectura encarnada en esos asientos pone a dialogar las letras del presente volumen con las imágenes que se suceden cuando uno levanta la vista del papel o con las conversaciones que se entrecruzan con mensajes de megafonía. Nos presentamos así, ante este libro, como meros espectadores de una conversación precaria, intermitente y profundamente enriquecedora.

En nuestro caso, la elección del transporte público es una decisión ecológica, pero también monetaria: dos motivos con diferentes horizontes. Por un lado, nuestra movilidad urbana se sabe parte de una transición ecológica que avanza y se repliega a base de reformas y pactos. En este caso, los trenes son escenarios donde se reflejan las disputas por una transición cuyos pasos, ya sean en cierto o en falso, solo acaban de empezar (por ejemplo, con la Ley de Movilidad Sostenible aprobada en España el pasado 8 de octubre, recién publicado este libro). Por otro lado, la precariedad

---

\* Investigador predoctoral FPU en la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España. Correo electrónico: mangar21@ucm.es. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7192-1560>.

económica no se sabe parte de ninguna transición, sino más bien el presente final de un futuro cancelado. En el encuentro entre ambas hipótesis, una transición que se sabe en curso y una condición económica que se cree estancada, se produce una lectura provechosa y coherente del texto.

El libro se divide en dos partes más o menos diferenciadas: el análisis de la movilidad en Barcelona (caps. 1-5) y más-allá-de-Barcelona (caps. 6-11). En ese más allá, como veremos, cabe Lisboa, pero también Ziguinchor, Maputo, Cuenca (Perú) y Cisjordania. En el primer capítulo, Sansi y Cerceda presentan uno de los primeros hijos indeseados de la transición ecológica en la ciudad condal: las plataformas de *delivery*, que, acompañadas de una regulación ineficaz, han transformado los apacibles y pacificadores carriles bicis en autopistas precarias de tránsito comercial. Otro hijo indeseado, por su parte, se presenta en el segundo capítulo, el único, por cierto, que no estudia la movilidad urbana a través de vehículos, sino de personas (junto a sus enseres) en situación de calle. En él, Uribe nos recuerda que la precariedad no sólo condiciona el tipo de transporte que tomas, sino la misma posibilidad de alejarte de allá donde sueles dormir. En definitiva, la situación de calle define uno de los márgenes de la transición ecológica: aquellos cuyo acceso al transporte público es vetado, y es que, en última instancia, toda transición urbana justa no debe solo reverdecer las calles para que se pueda pasear, sino también transformar las estructuras de propiedad para poder vivir en los edificios que las arropan y moverse en los buses que las vertebran.

280

Estos capítulos riman muy bien con los capítulos tercero, cuarto y quinto. En ellos, se recuerda que los nuevos espacios pacificados no desechan, sino más bien renuevan, los conflictos de convivencia. En concreto, hay un tipo de convivencia que tensa especialmente cualquier proyecto de transición ecológica: la convivencia forzada entre la voluntad política de la administración pública y las entidades prioritarias en la ordenación urbanística —o sea, las empresas privadas—. Pero decir que la planificación urbana de la ciudad capitalista está ligada a dinámicas de poder que favorecen los intereses de grupos privilegiados, como señala Harvey (p. 157), no sitúa su transformación en un mero juego de voluntad política. Así lo expresa Ramírez-Orsorio en el capítulo tercero: “el juego de las entidades de mercado, y en cierto sentido de las infraestructuras que se movilizan en él, es mucho más largo, múltiple y complicado que los deseos o la voluntad de un gobierno” (p. 93). Estas tensiones se verán en la práctica en los procesos de gentrificación que acompañan a la pacificación de algunos espacios, haciendo calles habitables para una ciudad inhabitada. Ahora bien, por muy acentuada que esté la gentrificación, el territorio se sigue habitando y, en esa misma medida, hay procesos de reapropiación: una reapropiación compleja y diversa. En el capítulo cuarto, Granero narra la relación de asociaciones de ciclistas con el carril bici de Vía Augusta, una relación conflictiva con el gobierno municipal, que transita de una etapa de avance al exigir a Comuns una mayor participación social y un ancho adecuado para la vía, a una etapa de repliegue al defender la vía de su desmantelación por parte del nuevo gobierno del PSC. Las conquistas sociales en esta transición son, por tanto, precarias y enfrentan una fuerte oposición vehiculada tanto por gobiernos conservadores como por asociaciones

empresariales. La inestable composición de fuerzas obliga a las luchas sociales a formar movimientos amplios que aprovechen tanto el marco normativo vigente como los momentos históricos extraordinarios. Así lo expone Del Pozo en el capítulo quinto al hablar de la emergencia del Biciúb en Barcelona, una práctica disruptiva frente a los vehículos motorizados que aprovechó las infraestructuras y asociaciones generadas a la luz de la pandemia, como las coronapistas.

Esta práctica, por lo demás, ha sido empleada continuamente por las grandes compañías inmobiliarias y de la construcción, aunque en su caso aquellos momentos históricos extraordinarios podían provocarse con algo más de voluntad política. En Barcelona, se recuerdan los Juegos Olímpicos de 1992 como un evento que transformó “para siempre” la ordenación urbanística local. No es, claro, una cuestión circunscrita al ámbito condal. En el capítulo sexto (pp. 145-172), Ramos, Malet y Horta señalan la Exposición Internacional de 1998 (conocida como Expo 98) y la Eurocopa de 2004 como puntos de inflexión en la política urbana lisboeta. Otros eventos, más o menos previsibles como la crisis de 2008, también sirvieron para instalar regulaciones en favor de los grandes capitales de la industria del turismo, fondos de inversión y diversos especuladores, a costa de la población que habitaba en sus barrios. Desde los años 80, con la construcción de una densa red de autovías y la promoción del vehículo privado, no solo se empeoró radicalmente la calidad ambiental, sino también se degradó la calidad de vida: crisis de congestión de vías urbanas y suburbanas, priorización del sector turístico sobre los nativos, aumento sin precedentes de la deuda pública... Y cuando se hicieron esfuerzos por pacificar la ciudad, “las narrativas de la movilidad sostenible se plantearon como un recurso retórico para justificar decisiones que, en última instancia, beneficiaron ante todo a los sectores inmobiliario y turístico” (p. 158).

281

Parece que la transición ecológica se va a realizar en ciudades en expansión, ya sea por la gentrificación que mencionábamos o, como en otros casos, por un fuerte éxodo rural. Este es el caso de Ziguinchor, que describen en el capítulo séptimo Martínez-Algueró y Delgado-Ruiz, y el de Maputo, desarrollado por Bavo en el capítulo octavo y por Peix, Idalina y Márquez en el noveno. En estos capítulos no hay referencias a la transición ecológica, y en realidad no tiene por qué haberlas: la cuestión ecológica se interseca con la movilidad en territorios caracterizados por décadas de promoción del automóvil privado y problemas graves de extralimitación. He de reconocer (y en cierta forma advertir) que me he reconocido profundamente occidental en estos tres capítulos, y es que uno no sabe si las prácticas que se describen, como los buses que no siguen horarios, sino que salen cuando están llenos, o los oficios informales de transporte semicompartido, pueden ser importadas como prácticas ecológicas o deben ser limitadas como ejemplo de precariedad. Sea como fuere, señalan la pluralidad de escenarios que define a las ciudades medias, donde un Estado que no garantiza necesariamente la movilidad de la población se ve complementado, e incluso sustituido, por negocios informales de transporte organizados en asociaciones o federaciones. En estos casos, los debates no se orientan tanto a la contaminación o no de esta forma de movilidad, sino a su seguridad, comodidad, asequibilidad, dependencia y tiempo. Sin embargo, no deja de ser interesante cómo la falta de

alternativas para un transporte digno catapultan la aspiración al vehículo privado, entrando en un modelo urbano del que las ciudades del norte se empeñan por salir.

Como hemos visto, hasta el noveno capítulo habíamos encontrado dos enfoques bien diferenciados: el de una movilidad preocupada por las cuestiones ambientales y el de una movilidad preocupada por otras cuestiones. Ambas posturas estarían distribuidas geográficamente hasta el punto en que el lector pensaría que la sostenibilidad es una cuestión meramente norteña. Rumé, en el capítulo décimo, trata de romper esa lectura trayendo al primer plano los planes de movilidad en la ciudad ecuatoriana de Cuenca, donde se han implementado ciclovías, un sistema de bicis públicas y una línea de tranvía. En este capítulo, explica un modelo alternativo al separatismo automovilístico que abarca el análisis del coche como algo permeable y permeado, tanto por la relación del conductor con el entorno como por la capacidad del vehículo para llegar a distintos espacios de la ciudad. Esta propuesta matiza los saltos de escala de cualquier transición ecológica: con el uso del tranvía, no hay una distinción radical respecto al uso del coche, sino un desplazamiento progresivo de barreras y nuevas formas de permear la ciudad. Del coche al tranvía, digamos metafóricamente, se puede llegar andando.

282

El último capítulo, escrito por Malé con una investigación heredada de Rofes, nos devuelve sobre un presente crudo en las zonas desbordadas, esta vez, del pueblo palestino. El texto narra las complejas formas de resistencia ante las limitaciones de la movilidad resultantes del régimen de *apartheid* israelí antes del comienzo del genocidio que hemos presenciado, y seguimos haciéndolo, durante los últimos dos años. El texto, que se presenta como reconstrucción arqueológica de una realidad que, tras dos años de masacre, casi no existe, nos recuerda que las discontinuidades territoriales de los palestinos tienen una continuidad histórica que se remonta, al menos, hasta la ocupación ilegal e ilegítima israelí hace más de cincuenta años. Pero la principal lección de este texto no surge solo del texto y las resistencias que comparte, sino de la experiencia de leer algo que se sabe destruido. La lucha por una movilidad justa interseca, como toda lucha, con la lucha por el derecho a la vida: un derecho recurrentemente infringido en Palestina con unos vehículos de combate financiados por los mismos países que buscaban pacificar sus calles con menos vehículos, a secas.

Al margen de la situación palestina, cuyo estado de *apartheid* presenta un escenario inefable que difícilmente puede ponerse en diálogo con el resto, el libro parece plantear un debate de calado: ¿hemos de promover una movilidad urbana que, en un sistema orientado a la valorización del valor, sirve para reproducir las mismas prácticas de explotación por nuevas vías informales? Es decir, ¿queremos políticas de urbanismo que, aunque positivas, se implanten sin un compromiso real con un cambio estructural de las dinámicas de movilidad? (p. 166). Por un lado, no queda claro que, bajo las actuales condiciones, estas medidas estén mejorando radicalmente la vida de nadie ni reduciendo, en general, las emisiones asociadas. Por otro lado, la profunda urgencia de las crisis que presenciamos parece obligarnos a celebrar

estas infraestructuras bajo la esperanza de que en un futuro podamos reapropiarlas en favor de un sistema justo con los habitantes de esos territorios y, entre tanto, de los otros. Esta pregunta por la reapropiación, en todo caso, no tiene una respuesta única en todos los territorios, pero sí cabe concluir con una mínima reflexión común, y es que el uso de una infraestructura forma parte de su materialidad y, por tanto, de las implicaciones que esta tenga. Animo a quienes lean estas líneas a continuar este debate: yo, por mi parte, ya he llegado a mi estación y deberé dejarlo aquí.



SOBRE ESTE NÚMERO *C/S*



## Evaluadores y evaluadoras del número

Las siguientes son algunas de las personas que evaluaron los artículos publicados en el presente número de la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

**Rodolfo Barrere:** doctor en ciencias sociales (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina) y licenciado en comunicación social. Especializado en temas relacionados con la producción, la gestión y el análisis de información científica, tecnológica y de innovación. Actualmente se desempeña como coordinador de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

287

**Júlia Bouzon:** professora substituta no Departamento de Química Geral e Inorgânica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e professora do ensino básico técnico e tecnológico no Colégio Pedro II, ambos no Rio de Janeiro, Brasil. Doutora em ciência, tecnologia e educação pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), mestre em ensino de ciências pela Universidade Federal Fluminense (UFF) y licenciada em química pela UERJ.

**Javier Gómez González:** profesor del Departamento de Sociología y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, España. Doctor en sociología, licenciado en filosofía y letras y en sociología. Autor de diversas publicaciones en el campo de los estudios de impacto social de la tecnología y promoción de la interdisciplinariedad. Ha desarrollado su tarea académica a partir de una fuerte vinculación con el enfoque CTS.

**Sebastián Gómez Lende:** investigador independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Profesor y licenciado en geografía por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Doctor en geografía por la Universidad Nacional del Sur, Argentina. Trabaja en el Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (CONICET-Universidad

Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires). Es autor de más de un centenar de publicaciones editadas como libros, capítulos de libro y revistas con referato en Argentina, Brasil, Chile, Perú, Colombia, Venezuela, Costa Rica, México, España, Portugal, Francia y Croacia. Sus principales líneas de investigación se enfocan en las implicancias sociales, económicas, ambientales, políticas y territoriales de la acumulación por desposesión, el extractivismo y los circuitos productivos regionales en Argentina durante distintos períodos históricos.

**Manuel Made:** licenciado en educación por la Universidad Dominicana O&M. Tiene un doctorado en lógica y filosofía de la ciencia y un máster en estudios sociales de la ciencia y la tecnología, ambos obtenidos en la Universidad de Salamanca (USAL), España. Actualmente es profesor investigador y coordinador de publicaciones y divulgación científica en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), República Dominicana, e imparte docencia como profesor invitado en otras universidades. Es presidente fundador de OS Caribbean. Además, trabajó como encargado de innovación de los Centros Tecnológicos Comunitarios (CTC) de la Vicepresidencia de la República Dominicana. Es miembro del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (ECYT) de USAL. Actualmente sus temas de investigación están relacionados con la cienciometría, la divulgación científica, la filosofía de la ciencia y la tecnología, la transformación digital, la ciencia abierta y la divulgación del *software* libre.

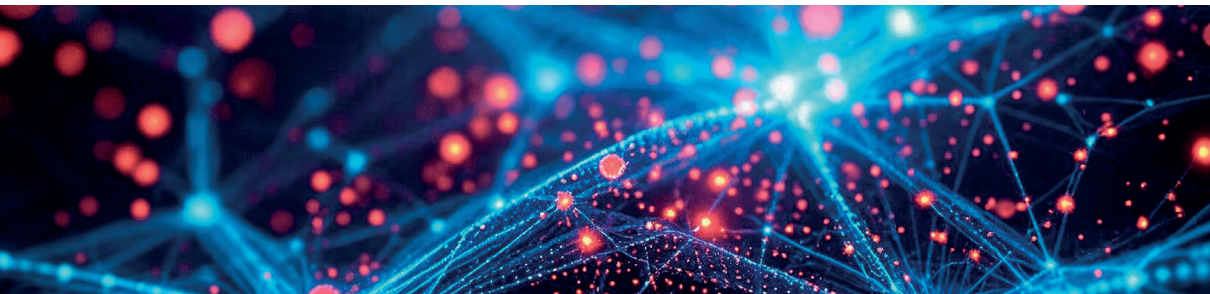
288

**Oliver Todt:** doctor por la Universidad de Valencia, España, y actualmente profesor titular de filosofía de la ciencia en el Departamento de Filosofía de la Universidad de las Islas Baleares (UIB), España. Anteriormente trabajó como investigador en el Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid. Sus principales líneas de investigación incluyen el análisis de la función del conocimiento científico en la regulación del cambio científico-tecnológico y de los procesos de toma de decisiones en innovación y regulación de la tecnología.

**Anahí Soria:** científica en investigación y desarrollo (I+D) con un enfoque principal en nanomedicinas, biotecnología y radiofarmacia. Obtuvo su doctorado en ciencia y tecnología en la Universidad Nacional de Quilmes y es licenciada en biotecnología por la Universidad Nacional de Tucumán, ambas instituciones de Argentina. Actualmente, estoy cursando una especialización en radioquímica y aplicaciones nucleares en el Instituto Dan Beninson de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Se ha desempeñado como científica especialista en desarrollo de formulación y ha trabajado en el Programa de Evaluación Preclínica de Radiofármacos en la CNEA, Argentina. Adicionalmente, cuenta con una sólida trayectoria en gestión de ciencia, tecnología e innovación (CTI), incluyendo la coordinación de actividades de CTI y la evaluación de proyectos de base tecnológica.

**Ana María Vara:** investigadora en temas de ciencia y sociedad, con énfasis en comunicación de la ciencia. Es licenciada en letras por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina; *master of arts in media ecology-studies in communication*

por la New York University (NYU), Estados Unidos; y *PhD in hispanic studies* por la University of California Riverside (UCR), también de este último país. Es profesora titular regular y directora de las licenciaturas en comunicación audiovisual y en estudios de la comunicación de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Integra el Centro Babini en el Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas (LICH), unidad de doble dependencia CONICET-UNSAM. También es profesora de grado en la Universidad Nacional de Moreno (UNM), y de posgrado en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), la UBA y la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Ha publicado capítulos en libros colectivos y artículos en revistas como *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences (HSPS)*; *Science, Technology and Society*; *Journal of Science Communication*; *Química Viva*; *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*; *Redes*; *Perspectivas Bioéticas*; *Perspectivas Metodológicas*; *Evidencia*; *Política & Sociedade*; *Ambiente & Sociedade*; *Revista Iberoamericana América Latina-España-Portugal*; *Technology in Society*; *Global Dialogue*; y *Current Sociology*, entre otras. Es autora del libro *Sangre que se nos va. Naturaleza, literatura y protesta social en América Latina* (CSIC, 2013) y coeditora del libro *Riesgo, política y alternativas tecnológicas* (Prometeo, 2013).



## ARTÍCULOS

**Nuevas formas de institucionalidad pública para la creación de comunidades de innovación ciudadana**  
David Gómez Abad y Juan Freire Botana

**Controversias científico-tecnológicas públicas en América Latina (2005-2020).  
Análisis de sus principales características y formas de abordaje**  
Camila López Echagüe y Marila Lázaro

**Los usos sociales del conocimiento científico del activismo no experto en controversias. Una reflexión crítica  
sobre las nociones de “riesgo” y “ciudadanía” vinculadas al demarcacionismo y al proposicionalismo**  
Juan Layna

**Não podemos morrer! Emoções de famílias em um jogo de escape room no Espaço Ciencia (Montevideu, Uruguai)**  
Luisa Massarani, Bruna Ibanes Aguiar, Tayana Galvão Scheiffer, Grazielle Scalfi, Fiorella Silveira, Martha Cambre e Ran Peleg

**Políticas institucionales de las oficinas de transferencia tecnológica de universidades mexicanas para el fomento  
de la actividad de transferencia tecnológica**  
Juan Ignacio Campa Navarro

**Abordagens CTS no ensino de física. Um panorama das publicações no Brasil**  
Thiago Brañas de Melo, Rafael Schepper Gonçalves, Matheus Lidiuno Moreira, Rafaela Bianca Ferreira Moço,  
Julio Cesar dos Santos Moreira e Alvaro Chrispino

**Instrumentos y estrategias de política científica, tecnológica y de innovación en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México**  
Pablo Sánchez Macchioli y Laura Osorio

**Producción científica de Chile y Venezuela en el contexto de sus políticas públicas. La revisión de una década**  
Elsi Jiménez y Juan Guillermo Llanos-Longoria

**Una propuesta analítica de comparación entre el evolucionismo de Dosi y el constructivismo de Pinch y Bijker  
como teorías del cambio tecnológico**  
Marcelo José García Farjat

## RESEÑAS

**Los efectos de la Inteligencia Artificial en la vida laboral de las mujeres**  
Clementine Collett, Gina Neff y Livia Gouvea Gomes. Reseña: Brian Ezequiel Riboldi

**Mundofiltro. Cómo los algoritmos han aplanado la cultura**  
Kyle Chayka. Reseña: Fernando Tula Molina

**Movilidades desbordadas. Límites y futuros de las nuevas movilidades urbanas**  
Roger Sansi Roca y Manuel Delgado Ruiz (Eds.). Reseña: Manuel García Domínguez