

C/S REVISTA

IBERO

AMERICANA

DE CIENCIA,  
TECNOLOGIA  
Y SOCIEDAD

46

volumen 16

marzo 2021



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



## **Dirección**

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

## **Consejo Editorial**

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

## **Secretario Editorial**

Manuel Crespo

## **Diseño y diagramación**

Jorge Abot y Florencia Abot Glenz

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

### **Secretaría Editorial - Centro REDES**

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

### **Edición cuatrimestral**

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

**Volumen 16 - Número 46**

**Marzo de 2021**

2

*CTS* es una publicación académica del campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Publica trabajos originales e inéditos que abordan las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, desde una perspectiva plural e interdisciplinaria y con una mirada iberoamericana. *CTS* está abierta a diversos enfoques relevantes para este campo: política y gestión del conocimiento, sociología de la ciencia y la tecnología, filosofía de la ciencia y la tecnología, economía de la innovación y el cambio tecnológico, aspectos éticos de la investigación en ciencia y tecnología, sociedad del conocimiento, cultura científica y percepción pública de la ciencia, educación superior, entre otros. Su objetivo es promover la reflexión y ampliar los debates en su campo hacia académicos, expertos, funcionarios y público interesado.

### **CTS está incluida en:**

Dialnet  
EBSCO (Fuente Académica Plus)  
International Bibliography of the Social Sciences (IBSS)  
Latindex  
Latindex Catálogo 2.0  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (REDALYC)  
SciELO  
Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB)  
European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (ERIH PLUS)

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



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



Índice

Editorial 5

Artículos

**Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar** 3

José Luis Granados Mateo 11

**Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo en un *corpus* completo de producciones científicas** 41

Fernanda Beigel y Osvaldo Gallardo

**El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia mundial** 73

Maximiliano Salatino y Osvaldo López Ruiz

**Desenvolvimento de líderes em uma indústria siderúrgica: percepção das competências pela formação universitária** 101

Karla M. P. de Carvalho, Edna M. Q. de O. Chamon e Gladis Camarini

**Soy ejecutivo de una empresa y no me interesa la ciencia. ¿Debería interesarme?** 121

Jesús Rey-Rocha e Irene López-Navarro

**Modelos de evaluación de las declaraciones sobre propiedades saludables en alimentos y su impacto en la comprensión y la apropiación públicas de la ciencia** 149

Noemí Sanz Merino

**Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo:  
aplicación del Análisis Causal Estratificado**

Marila Lázaro, Patricia Iribarne, Paula Adalyza, Dominique Rumeau  
y Camila López-Echagüe

167

**Controversia nuclear en España: la central de Lemóniz**

Pablo Fernández-Arias, Ana Cuevas y Diego Vergara

199

**Concepções de estudantes do ensino médio sobre  
as relações de interdependência e qualidade de vida  
relativas à ciência e à tecnologia**

Rafael Schepper Gonçalves, Paulo Henrique Dias Menezes,  
Amanda Batista dos Santos, Ángel Vázquez-Alonso  
e Walmir dos Reis Miranda Filho

219

**Mulheres gestoras em CT&I: estudo de caso nas áreas espacial  
e do ambiente terrestre**

Priscilla Sousa Frigi Raimundi e Maria Auxiliadora Ávila

247

**Reseñas**

***Big Tech. A ascensão dos dados e a morte da política***

Evgeny Morozov - Reseña: Mayara Mayumi Sataka  
e Matheus Felipe Silva

269

**Sobre la filosofía: 1950-1980**

Gilbert Simondon - Reseña: Fernando Tula Molina

275

En la apertura de su décimo sexto volumen, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)* ofrece artículos académicos que iluminan distintos debates sobre la articulación entre la ciencia y la sociedad a nivel iberoamericano.

El número 46 incluye textos de investigadores españoles, uruguayos, brasileros y argentinos. El primero de ellos —“Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar”, de José Luis Granados Mateo— desglosa los modos en que las tecnociencias han acelerado vertiginosamente la transformación de las esferas naturales, habiéndose superpuesto a ellas un nuevo sistema interconectado: la tecnosfera, formada por múltiples objetos artificiales y sus diversas interrelaciones, las cuales suponen buena parte de los riesgos medioambientales de nuestro tiempo. Este artículo explora su expansión durante la Gran Aceleración socioeconómica del siglo XX a partir de dos rasgos característicos de la actividad tecnocientífica: el uso de simulaciones y la intervención meteorológica. Ambas prácticas confluyen actualmente en las propuestas de gestión de la radiación solar (GRS), cuyas pretensiones son la modificación y la regulación de las condiciones atmosféricas en aras de reducir el calentamiento global. Granados Mateo indica que hay factores que suscitan la posible aparición de unas futuras tecnociencias del clima, en base a iniciativas privadas y plataformas de investigación como *Future Earth*. La previsión y prevaloración de los riesgos subyacentes son cuestiones a las que conviene anticiparse desde los estudios CTS, ya que, junto con otros desafíos, componen una agenda de problemas en torno al Tecnoceno: la época del impacto global de las tecnociencias en el Sistema Tierra.

5

En “Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo en un *corpus* completo de producciones científicas”, Fernanda Beigel y Osvaldo Gallardo analizan las iniciativas que buscan recopilar la totalidad de la producción de quienes hacen investigación científica, y no únicamente la publicación indexada. En esa línea, el trabajo sondea el *corpus* completo de publicaciones del total de los investigadores y las investigadoras del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Los autores observan los estilos de publicación (formato, idioma y lugar), las diferencias entre las áreas disciplinares y algunas de las asimetrías de género. También estudian las transformaciones de la última década en las culturas evaluativas y en la política de reclutamiento del organismo. Los resultados arrojan que el formato *paper* y el inglés, si bien dominantes, conviven con formas diversas de producción y circulación del conocimiento. Las publicaciones en Argentina, en español y en libros, están lejos de resultar marginales para la población analizada.

Maximiliano Salatino y Osvaldo López Ruiz, autores de “El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia

mundial”, continúan la huella del artículo anterior al problematizar la indexación de las revistas científicas como mecanismo utilizado para la evaluación y la gestión de la ciencia. El impacto a lo largo del tiempo que han tenido la indexación y los indicadores cuantitativos ha producido, por lo menos, dos efectos concretos. Por un lado, la constitución de una “fe” incuestionada, creencia o convicción que iguala la producción científica indexada en bases de datos de corriente principal a la “excelencia”; y por otro, un formidable proceso de mercantilización de la circulación del conocimiento a nivel mundial. A partir del estudio de un universo de 10.104 revistas científicas de 28 países de América Latina y el Caribe activas a 2016 y 2017, Salatino y López Ruiz describen las heterogeneidades y particularidades de las políticas de indexación en la región. Luego debaten algunos ejemplos de políticas de evaluación de la ciencia en Argentina, Brasil, Colombia y México, para argumentar que la noción de “fetichismo de la indexación” permite dar cuenta de las formas encubiertas o invisibilizadas que adopta la aceptación de criterios *mainstream* en la evaluación de la ciencia regional.

El trabajo de Karla María P. de Carvalho, Edna María Q. de O. Chamon y Gladis Camarini, “Desenvolvimento de líderes em uma indústria siderúrgica: percepção das competências pela formação universitária”, presenta una investigación sobre cómo el tema del liderazgo es tratado en cursos universitarios según la visión de estudiantes y de profesionales ya formados. Para ello se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas a líderes y pasantes de una de las unidades de una industria siderúrgica muy importante. Los resultados demuestran que el tema de liderazgo ha sido discutido dentro de las universidades; el 61% de los encuestados afirmó haber participado en alguna disciplina o actividad directa o indirectamente relacionada con el papel del líder. Sin embargo, dicen las autoras, todavía queda un gran espacio por crecer en este aspecto.

“Soy ejecutivo de una empresa y no me interesa la ciencia. ¿Debería interesarme?”, de Jesús Rey-Rocha e Irene López-Navarro, tiene como objetivo analizar las variables individuales y organizativas relacionadas con el desinterés por la ciencia y la I+D entre personas con cargos directivos en empresas. El texto explora los componentes de su cultura científica, su percepción e imagen de la ciencia, y sus actitudes frente a ella y la I+D, así como su perfil socio-demográfico y las características de las empresas en las que desarrollan su labor, a través de la encuesta “Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español”, primera sobre este tema realizada en España y pionera en el ámbito de los estudios de percepción de la ciencia a escala internacional. El desinterés por la ciencia se asocia con un reducido aprecio de los valores positivos que ella entraña y una asignación de escaso valor al conocimiento como base para la toma de decisiones, mientras que, a la hora de explicar el desinterés por su aplicación a la empresa, los encuestados ponen en juego factores más aplicados y pragmáticos, incluso cotidianos, relacionados con el desempeño empresarial y los eventuales beneficios de la I+D.

La autorización del uso de las declaraciones de salud (*health claims*) —es decir: la afirmación de que un alimento contribuye a la mejora de la salud humana— requiere, en la mayor parte de los países, haber superado un proceso de evaluación tanto de la propiedad beneficiosa como de su presentación en el futuro etiquetado. Estos procesos tratan de garantizar la veracidad de la declaración, así como su correcta comprensión

por parte del consumidor. De estas afirmaciones parte Noemí Sanz Merino —autora de “Modelos de evaluación de las declaraciones sobre propiedades saludables en alimentos y su impacto en la comprensión y la apropiación públicas de la ciencia”— para presentar un análisis comparativo de la regulación de ambas cuestiones en los Estados Unidos y en la Unión Europea, a partir de distintas categorías procedentes de los estudios sociales de la ciencia. Sanz Merino analiza cómo diferentes estrategias evaluadoras para justificar las declaraciones de salud conducen a diferentes maneras de comunicar la ciencia involucrada. La autora observa también los datos disponibles sobre el cumplimiento efectivo de los objetivos políticos asociados a estas regulaciones. Como resultado, el trabajo muestra las limitaciones para la apropiación de información científica por parte del consumidor, precisamente en el caso que *a priori* se consideraría más participativo desde la perspectiva CTS.

“Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo: aplicación del Análisis Causal Estratificado” es el título del artículo firmado por Marila Lázaro, Patricia Iribarne, Paula Adalyza, Dominique Rumeau y Camila López-Echagüe, quienes describen el proceso de aplicación del Análisis Causal Estratificado para el abordaje participativo de las problemáticas generadas por los residuos sólidos urbanos en Montevideo. Esta metodología consiste en un análisis vertical de cuatro capas causales, orientado a enriquecer la comprensión de la naturaleza de un problema (contemplando sus manifestaciones, sus causas sistémicas y también las visiones del mundo que lo hacen emerger o lo sostienen), y un análisis horizontal de cada capa para explorar posibles cursos de acción (y actores involucrados) para resolver el problema a corto, mediano y largo plazo. El abordaje de este problema a partir de una serie de instancias de participación en las que se involucraron diversos actores, académicos y no académicos, se realizó en el contexto de la articulación entre la extensión, la enseñanza y la investigación que viene llevando a cabo la Universidad de la República (UdelaR) para facilitar la solución de problemas concretos de la sociedad.

En “Controversia nuclear en España: la central nuclear de Lemóniz”, Pablo Fernández-Arias, Ana Cuevas y Diego Vergara documentan la apuesta de España por la energía nuclear como fuente de generación de electricidad durante la segunda mitad del siglo XX, durante una etapa de apertura y de crecimiento tras años de represión y pobreza bajo un gobierno autoritario. Una de las centrales nucleares proyectadas fue Lemóniz, en el País vasco, con diseño de reactor de agua a presión (*pressurized water reactor* - PWR). La construcción de esta central abanderó un movimiento social y cultural en contra de esta tecnología y a favor de la protección del medioambiente en el país y de los valores identitarios de la región vasca. Además, la irrupción de la banda terrorista ETA en la controversia y el comienzo de la etapa de transición hacia la democracia reforzaron la toma de una decisión política a favor de una moratoria para todos los proyectos nucleares propuestos en España.

Rafael Schepper Gonçalves, Paulo Henrique Dias Menezes, Amanda Batista dos Santos, Ángel Vázquez-Alonso e Walmir dos Reis Miranda Filho dedican “Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações de interdependência e qualidade de vida relativas à ciência e à tecnologia” a pormenorizar la investigación que realizaron em el marco del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas

con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS), que sirvió para indagar en las concepciones de carácter CTS de los estudiantes de educación básica. Con ese fin, se preparó un cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad que fue respondido por 82 estudiantes de educación secundaria de una escuela pública federal del Estado de Minas Gerais, Brasil, con el propósito de identificar y diagnosticar rasgos positivos o negativos de estas concepciones que puedan asociarse con la educación escolar. Se pudo constatar que los estudiantes aún no comprenden suficientemente los aspectos CTS, más específicamente la interdependencia y la calidad de vida relacionadas con la ciencia y la tecnología, la adopción de nuevas tecnologías y sus implicancias para la sociedad.

El trabajo que cierra la sección, “Mulheres gestoras em CT&I: estudo de caso nas áreas espacial e do ambiente terrestre”, de Priscilla Sousa Frigi Raimundi y María Auxiliadora Ávila, aborda cuestiones de género en ciencia, tecnología e innovación presentes en las trayectorias de las ocho mujeres científicas que ocuparon puestos de liderazgo en un instituto de investigación brasileño, en las áreas del espacio y del medioambiente terrestre. Para conocer los incidentes críticos que definieron sus trayectorias profesionales, se realizó una investigación cualitativa, guiada por el método biográfico-narrativo a través de 16 entrevistas en profundidad. Las narraciones, transcritas y organizadas en biogramas, permitieron identificar aspectos singulares y paradigmáticos de sus trayectorias. Formadas en ciencias exactas y de la tierra y en ingenierías, áreas predominantemente masculinas, las científicas declararon que conocieron a una edad temprana sus habilidades y su gusto por las ciencias exactas; que preservaron estas habilidades gracias a la influencia de sus padres o de otras figuras masculinas; que enfrentaron las limitaciones con respecto a la conciliación del trabajo, los estudios y la maternidad; y que se realizaron profesionalmente al alcanzar puestos de liderazgo, pero su conquista estuvo marcada por cuestiones de género.

Con estos contenidos —a los que se suman dos reseñas—, *CTS* establece una vía de comunicación entre los más actuales ámbitos del conocimiento que tienen lugar hoy en la ciencia de la región. Nos despedimos de nuestros lectores hasta el número 47, que será publicado en julio y continuará el presente volumen.

**Los directores**

ARTÍCULOS *C/S*



**Futuros tecnocientíficos:  
nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar \***

**Futuros da tecnociência:  
novos desafios na geoengenharia solar**

***Technoscientific Futures:  
New Challenges in Solar Geoengineering***

**José Luis Granados Mateo \*\***

Desde mediados del siglo XX, la emergencia y la propagación de las tecnociencias ha acelerado vertiginosamente la transformación de las esferas naturales, habiéndose superpuesto a ellas un nuevo sistema interconectado: la tecnosfera, formada por múltiples objetos artificiales y sus diversas interrelaciones, las cuales suponen buena parte de los riesgos medioambientales de nuestro tiempo. Este artículo explora su expansión durante la Gran Aceleración socioeconómica del siglo XX a partir de dos rasgos característicos de la actividad tecnocientífica: el uso de simulaciones y la intervención meteorológica. Ambas prácticas confluyen actualmente en las propuestas de gestión de la radiación solar (GRS), cuyas pretensiones son la modificación y la regulación de las condiciones atmosféricas en aras de reducir el calentamiento global. Dada la actual crisis climática y los avances en esta geoingeniería, afirmamos que hay factores que suscitan la posible aparición de unas futuras tecnociencias del clima, en base a iniciativas privadas y plataformas de investigación como *Future Earth*. La previsión y prevaloración de los riesgos subyacentes son cuestiones a las que conviene anticiparse desde los estudios CTS y que, junto con otros desafíos, componen una agenda de problemas en torno al Tecnoceno: la época del impacto global de las tecnociencias en el Sistema Tierra.

**Palabras clave:** tecnociencia; Antropoceno; geoingeniería; cambio climático; Gran Aceleración

---

\* Recepción del artículo: 23/01/2020. Entrega de la evaluación final: 19/06/2020.

\*\* Profesor e investigador del Centro de Ética Aplicada de la Universidad de Deusto, España. Correo electrónico: jlgranados@deusto.es.

A emergência e propagação das tecnociências desde meados do século XX acelerou a transformação das esferas naturais, com um novo sistema interligado sobreposto a elas: a tecnosfera, formada por múltiplos objetos artificiais e suas diversas inter-relações, que representam uma grande parte dos riscos ambientais do nosso tempo. Este artigo explora sua expansão durante a Grande Aceleração socioeconômica do século XX a partir de dois aspectos da atividade tecnocientífica: o uso de simulações e a intervenção meteorológica. Ambas as práticas estão atualmente convergindo nas propostas de gestão da radiação solar (SRM), cujas pretensões são a modificação e regulação das condições atmosféricas a fim de reduzir o aquecimento global. Dada a atual crise climática e os avanços desta geoengenharia, afirmamos que existem fatores que dão origem ao possível aparecimento de futuras tecnociências climáticas, baseadas em iniciativas privadas e plataformas de pesquisa como a *Future Earth*. A previsão e a pré-avaliação dos riscos subjacentes são questões que devem ser antecipadas a partir dos estudos CTS e que, juntamente com outros desafios, compõem uma agenda de problemas em torno do Tecnoceno: a era do impacto global das tecnociências sobre o Sistema Terra.

**Palavras-chave:** tecnociência; Antropoceno; geoengenharia; mudanças climáticas; Grande Aceleração

*The emergence and proliferation of techno-sciences since the mid-20th century has rapidly accelerated the transformation of natural spheres. The technosphere is a new interconnected system that has superimposed itself upon the biosphere. It consists of multiple artificial objects and their various interrelationships, accounting for a considerable amount of the environmental risks of our time. This article explores its expansion during the Great Acceleration of the 20th century from two practices within techno-scientific activity: the use of computer simulations and meteorological intervention. Both of them currently converge in the recent proposals for solar radiation management (SRM), which aims to transform and regulate atmospheric conditions in order to reduce global warming. The current climate crisis and the advancements in geoengineering suggest that there are certain elements that may give rise to the appearance of future climate techno-sciences, based on private initiatives and research platforms such as Future Earth. The prediction and prevalence of underlying risks are matters to be anticipated by STS studies. Together, they form an agenda of issues centered on the Technocene: the era of techno-sciences as the main altering force of the Earth System.*

**Keywords:** techno-science; Anthropocene; geoengineering; climate change; Great Acceleration

## Introducción

En la segunda mitad del siglo XX, ciencia y tecnología convergieron en una simbiosis que en muchos casos devino inseparable: la tecnociencia (Echeverría, 2003). Las ciencias modernas habían pretendido ante todo conocer cómo es el mundo: describirlo, interpretarlo, comprenderlo, explicarlo y, algunas veces, predecirlo. Sin embargo, tras la Segunda Guerra Mundial buena parte de la actividad científica experimentó una mutación estructural que afectó no solo a los modos en los que se producen nuevos conocimientos, sino también en los que se distribuyen, transmiten, difunden, almacenan y enseñan a través de una inédita imbricación con nuevas tecnologías. Esas revoluciones tecnocientíficas se producen a través de convergencias disciplinarias provocando la proliferación de numerosas tecnociencias que desde mediados del siglo XX orientan su práctica a innovar y transformar el mundo, no solo a conocerlo. Ello no obsta para que la práctica científica, por un lado, y la práctica tecnológica, por el otro, también hayan seguido desarrollando paralelamente su actividad. Por nuestra parte, partimos de la hipótesis de que muchas ciencias transmutaron y que hoy existen ciencias y tecnologías, pero también tecnociencias. Y conviene distinguirlos.<sup>1</sup>

Por otra parte, desde principios del siglo XXI ha emergido con fuerza una pluralidad de agendas de investigación en torno al Antropoceno: término de la posible época geológica en la que actualmente nos encontramos (Crutzen y Stoermer, 2000). El cambio climático sería solo un síntoma más de esta nueva etapa, a la que habría que añadir, además, la pérdida sistémica de biodiversidad, la modificación genética de organismos, la acidificación de océanos o la creciente hibridación entre mundos sociales y naturales (Arias Maldonado, 2018). Todas estas manifestaciones reunirían sus causas en el *Homo sapiens sapiens*, que pasaría a convertirse en la fuerza principal de transformación del Sistema Tierra. Aunque su aprobación por parte de la International Commission on Stratigraphy (ICS) y la International Union of Geological Sciences (IUGS) está pendiente de ser oficial, la propuesta como unidad geológica ha cobrado un notable y creciente interés dentro del ámbito académico. No solo entre comunidades de ciencias naturales: también se ha propagado en las agendas de las ciencias sociales y humanidades, las cuales estudian y analizan el Antropoceno como concepto cultural (Trischler, 2017). Sea o no aceptado finalmente por la comunidad geológica, no cabe duda de que el Antropoceno ha estimulado una pluralidad de narrativas y visiones que plantean desafíos filosóficos de gran envergadura.<sup>2</sup> Retomaremos algunos de ellos en el último apartado. Aquí optaremos por utilizar un término alternativo: el Tecnoceno, puesto que la “época del ser humano” presenta problemas filosóficos indeseables.<sup>3</sup>

13

---

1. Para la distinción entre ciencias, tecnologías y tecnociencias, véase Echeverría (2003, cap. I).

2. Consúltense: Trischler, 2017; Arias Maldonado, 2018; Cózar Escalante, 2019b.

3. Esta enmienda terminológica ya ha sido puesta de manifiesto por autores como Hornborg (2015), Sloterdijk (2016), Cera (2017) y Arias Maldonado (2018). Alejándonos de planteamientos esencialistas, nosotros lo utilizaremos para destacar las tecnociencias como uno de los principales sistemas de acciones inductores del cambio cualitativo en el Sistema Tierra. El impacto de las tecnociencias lleva implícita la acción de los seres humanos, ciertamente, pero tampoco es la única ni es independiente de otros factores (Haff, 2013).

En primer lugar, el nuevo tiempo geológico no empezaría con la aparición de los seres humanos, sino con los avances tecnocientíficos del siglo XX que por primera vez aportan una señal sincrónica y global en el registro estratigráfico (Cearreta, 2015). En segundo lugar, la referencia al conjunto de la humanidad oculta qué grupos o qué personas son los verdaderos responsables de los impactos en el Sistema Tierra. Humanidades hay muchas, no una sola. No todas han supuesto fuerzas de transformación geológica, o al menos no en la misma proporción. Por ello preferimos utilizar el término “Tecnoceno” en lugar de “Antropoceno”, adoptando una perspectiva pluralista, axiológica y sistémica centrada en la actividad desarrollada por las diversas tecnociencias, que a nuestro modo de ver son las principales disruptoras del cambio ambiental durante la denominada “Gran Aceleración del siglo XX” (Steffen *et al.*, 2015; McNeill y Engelke, 2016). Dicho período comienza en la década de 1950 y se caracteriza por un crecimiento exponencial de las sociedades en varias dimensiones: población, consumo energético, movilidad o producción industrial, por citar solo algunos ejemplos. Un vertiginoso aceleramiento que está íntimamente ligado con la expansión de múltiples tecnociencias que han ido alterando los mundos sociales, artificiales y por supuesto también los naturales.<sup>4</sup> Aquí nos centraremos en las transformaciones de esferas naturales a escala mesocósmica, como la biosfera y la geosfera, a las que ahora se superpone un nuevo sistema artificial: la tecnosfera, constituida por una red de interacciones entre humanos y una creciente cantidad de artefactos técnicos, tecnológicos y tecnocientíficos que han ido depositándose sobre la superficie terrestre a lo largo de la historia de las civilizaciones (Haff, 2014; Zalasiewicz *et al.*, 2017).<sup>5</sup>

14

No hay duda de que las tecnociencias aportan grandes ventajas acelerando la producción agrícola e industrial, la circulación global de bienes, personas y biomasa, a la vez que ayudan a planificar la economía y la toma de decisiones políticas. Sin embargo, la dinámica de las tecnociencias cataliza una tecnosfera que también implica situaciones de riesgo a prever y prevalorar. Esta será la propuesta de nuestro trabajo, aunque para ello nos tengamos que limitar a un solo caso. En concreto analizaremos una posible práctica tecnocientífica de actual y previsible interés en un futuro próximo: la geoingeniería, ingeniería climática o tecnociencias del clima, como también podríamos denominar. Estas aún no se han desplegado y su constitución como tecnociencias propiamente dichas está aún por acontecer, en caso de que lleguen a hacerlo. Nuestra tarea aquí es dilucidar sus antecedentes y situación actual, especialmente en los proyectos de gestión de radiación solar (GRS), que pretenden enfriar el planeta a través del control de la cantidad de radiación solar entrante.

Para ello esta contribución parte de una perspectiva axiológica, pluralista y sistémica enmarcada en la filosofía de las tecnociencias (Echeverría, 2015), que a su vez se sitúa dentro de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS).<sup>6</sup> En el primer

---

4. Un ejemplo es la transformación de la nanonaturaleza, cuestión tratada por Echeverría (2009a).

5. El origen del término “tecnosfera” proviene de autores como del científico ruso Vladimir Vernadsky, quien teorizó sobre las cinco esferas superpuestas que integran la Tierra: la litosfera (manto terrestre rígido de la superficie del planeta); la biosfera (conjunto de todos los seres vivos); la atmósfera (envoltura gaseosa constitutiva del aire); la tecnosfera (parte de la naturaleza afectada por la actividad humana); y la noosfera (conjunto de los seres vivos dotados de inteligencia). Véase Rispoli y Grinevald (2018).

6. Véase Echeverría (2003, cap. V).

apartado argumentaremos la correlación entre la aparición de las tecnociencias y el comienzo de la Gran Aceleración del siglo XX, momento de inicio del Tecnoceno. Asimismo, desarrollaremos nuestra caracterización de la tecnosfera en varias de sus dimensiones, las cuales están estrechamente vinculadas con la nueva época geológica. En el segundo apartado pasaremos a explorar el rol de las tecnologías digitales en la transformación de la meteorología y las ciencias del clima, así como algunos antecedentes en intervención meteorológica desarrollados durante la Big Science que, después de la crisis medioambiental de finales del siglo XX, vuelven a aparecer en escena reconvertidos en proyectos de geoingeniería. Este último será el tema del tercer apartado, en el que mostraremos cómo se ha ido destapando el tabú de la ingeniería climática hasta establecerse como una posible vía de actuación en el programa *Future Earth*, fomentando determinados tecnopoderes, así como desigualdades e injusticias globales ocultas (Stephens y Surprise, 2020). La anticipación y prevaloración de los riesgos que ello conlleva es un desafío dentro de los muchos que suscita la relación tecnociencia-naturaleza, ya sea considerándola desde una perspectiva temporal, con el Tecnoceno, o desde una perspectiva material, con la tecnosfera. Ambos conceptos no solo ponen de relieve el alto impacto de las tecnociencias en el medioambiente, y viceversa, sino también su previsible importancia a la hora de afrontar los riesgos globales del siglo XXI.

## 1. Tecnoceno, tecnosferas y la Gran Aceleración del siglo XX

Los defensores de establecer una nueva época geológica están de acuerdo en adjudicar su causa a la actividad de los seres humanos (Arias Maldonado, 2018; Cózar Escalante, 2019b). Lo que se está tratando de dilucidar actualmente es el límite temporal inicial más adecuado, habiéndose propuesto nueve posibilidades (Trischler, 2017). Tres de estas propuestas han sido prominentes en el debate que, bajo nuestro punto de vista, se correlacionan con la respectiva aparición histórica de las técnicas, las tecnologías y las tecnociencias:

15

i) *La revolución técnica*: la transición de la sociedad de cazadores-recolectores a la sociedad sedentaria comenzó con el Neolítico hace aproximadamente 11.700 años, suponiendo un primer período de impacto ecológico significativo. Durante miles de años los seres humanos alteraron grandes porciones del paisaje e intervinieron en el acervo genético natural mediante el cultivo de plantas, la deforestación y la domesticación de animales. La cerámica horneada, la invención del arado, la mejora de las herramientas de piedra y las innovaciones en los métodos de construcción proporcionaron una base para los asentamientos permanentes y el aumento de productividad y población humana. La irrupción de técnicas artesanales posibilitó dichos avances, factores determinantes para algunos autores a la hora de dar comienzo a la nueva época terrestre (Cearreta, 2015).

ii) *La revolución tecnológica*: la industrialización de hace aproximadamente 200 años fue en gran parte impulsada por las nuevas tecnologías basadas en conocimiento científico, las cuales son diferenciables de las antiguas técnicas precientíficas (Quintanilla, 2017). Las tecnologías industriales provocaron una transformación

radical de las sociedades humanas y el medioambiente, apareciendo máquinas que sustituyeron buena parte de las antiguas técnicas de producción de bienes materiales. La mecanización de la mano de obra, la producción a gran escala, la conversión de energía posibilitada por la máquina de vapor y la explotación masiva de carbón y hierro fueron algunas de las claves que hicieron incrementar significativamente los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo que podría ser un hecho decisivo para instaurar el comienzo de la nueva época geológica (Crutzen y Stoermer, 2000).

iii) *La revolución tecnocientífica*: a pesar de su vinculación con el conocimiento científico, las tecnologías no se imbricaron sistemáticamente con la ciencia hasta entrados en el siglo XX, momento de aparición de la tecnociencia (Echeverría, 2003). En esta época muchos científicos, ingenieros, técnicos, políticos, industriales y militares empezaron a colaborar conjuntamente a través de una misma estrategia de I+D orientada al crecimiento económico y militar de los países más desarrollados. La imbricación entre ciencia y tecnología pasó a ser indispensable para el desarrollo socioeconómico de los países, el cual se aceleró provocando un cambio cualitativo en la dinámica del Sistema Tierra (McNeill y Engelke, 2016).

Las tres opciones han suscitado discusiones importantes dentro del Anthropocene Working Group (AWG), equipo formado en 2009 por mandato de la International Commission on Stratigraphy (ICS) para dilucidar si el Tecnoceno puede considerarse un nuevo tiempo geológico. Once años después, el AWG ya ha optado por una de ellas.

16

Con las primeras técnicas, el ser humano comenzó a tener una influencia significativa en el medioambiente, pero acotada en algunas regiones y de forma diacrónica. Además, las señales estratigráficas son difíciles de seguir y correlacionar, por lo que la opción i) ligada a la revolución neolítica ha quedado descartada (Cearreta, 2015). La humanidad pasó a convertirse en un factor geológico más pronunciado con las tecnologías industriales, aunque nuevamente las señales estratigráficas están afectadas por discontinuidades a pequeña escala y, por otra parte, indicadores globales como el aumento de CO<sub>2</sub> son graduales a lo largo de varias décadas. De modo que la opción ii) relacionada con la revolución industrial también ha sido rechazada (*Ibid.*). Esto ha llevado a que el 21 de mayo de 2019, con un 88% de votos a favor, el AWG concluyera que las señales estratigráficas de mediados del siglo XX son la base adecuada para continuar con el proceso de oficialización por su carácter global y sincrónico en el registro geológico (Subcommission on Quaternary Stratigraphy, 2019).

Algunos autores se refieren a este lapso temporal como la “Gran Aceleración del siglo XX” (McNeill y Engelke, 2016), cuyas repercusiones ya habían sido señaladas anteriormente como la prueba más convincente a la hora establecer la nueva época geológica (Steffen *et al.*, 2015). Comenzada en la década de 1950, la Gran Aceleración se caracteriza por un crecimiento exponencial de las sociedades en múltiples dimensiones: población, consumo energético, producción industrial y movilidad, entre otras variables (**Imagen 1**). Estas curvas socioeconómicas se presentan a escala global en fenómenos como el uso de petróleo crudo, agua y fertilizantes artificiales,

así como en la construcción de presas, vehículos, teléfonos, restaurantes de comida rápida, e indicadores económicos como el aumento del turismo internacional, las inversiones extranjeras y el producto nacional bruto. A nuestro modo de ver, este cambio cualitativo en las sociedades se correlaciona con la emergencia y expansión de las tecnociencias, una de cuyas claves fundacionales fue el informe *Science, The Endless Frontier* que Vannebar Bush presentó al presidente de Estados Unidos en 1945 (Forman y Sánchez-Ron, 1996; Doel, 2003).

En dicho informe, Bush recalcó la necesidad de invertir en investigación básica con el objetivo de mejorar la seguridad, la salud, los puestos de trabajo e incluso el progreso cultural. Algunos empresarios e industriales vieron en esta “frontera sin fin” una oportunidad para hacer crecer sus negocios e incrementar sus ganancias. Muchos de ellos tuvieron éxito, por lo que la investigación también empezó a ser fomentada por dichas empresas, insertando los laboratorios en complejos de producción industrial. Las instituciones militares más importantes tampoco dudaron del potencial de los avances científico-tecnológicos como fuente provechosa de nuevas armas, tanto de ataque como de defensa. Por eso crearon sus propios laboratorios de investigación e impulsaron y desarrollaron diversos macroproyectos de investigación, claves para la estrategia militar del país (Forman y Sánchez-Ron, 1996). Uno de ellos fue el Proyecto Manhattan, que desembocó en las primeras bombas nucleares y cuya primera detonación en 1945 —junto con las casi 600 explosiones ulteriores— provocaron la expansión de isótopos artificiales radioactivos por todo el globo terrestre. De hecho, el plutonio 239 —con una vida media de 100.000 años— hoy supone el indicador estratigráfico más fiable a la hora de fijar el inicio y desarrollo de la nueva época geológica (Cearreta, 2015).

17

A partir de 1945, las tecnociencias han acelerado las economías de consumo, la transición del carbón al petróleo, el nivel socioeconómico, el uso de energía primaria, el producto interior bruto y el crecimiento de la población. Desde entonces se han producido tres cuartos del impacto atmosférico total producido por la emisión de CO<sub>2</sub> y el número de vehículos motorizados ha aumentado de 40 millones a 1300 millones (**Imagen 1**). La población mundial se ha triplicado y el número de habitantes urbanos ha pasado de 700 millones a 3700 millones. En 1950 el mundo produjo alrededor de un millón de toneladas de plástico, pero en 2015 la cifra aumentó a 300 millones de toneladas. Otro tanto ocurre con las cantidades de nitrógeno sintetizado —como resultado de la producción de fertilizantes— que han pasado de ser menos de cuatro millones de toneladas a más de 85 millones (McNeill y Engelke, 2016). Toda esta contaminación no surge con la tecnociencia, puesto que desde la industrialización ya se estaban ocasionando perjuicios severos en el medioambiente. Pero la influencia de las nuevas capacidades de la tecnociencia y el impacto directo de algunas de ellas ha sido de tal magnitud que, a nuestro modo de ver, ha afectado por primera vez al planeta de forma global y sincrónica. De ahí que prefiramos optar por denominar a esta época como Tecnoceno, término a nuestro juicio más adecuado (Hornborg, 2015; Sloterdijk, 2016; Cera 2017; Arias Maldonado, 2018).

Desde el punto de vista espacial, por otra parte, la propagación de las tecnociencias en el tiempo del Tecnoceno se correlaciona con el crecimiento expansivo de la

tecnosfera (Haff, 2014), que se superpone al resto de esferas naturales.<sup>7</sup> Está compuesta por sistemas técnicos, tecnológicos y tecnocientíficos que han ido depositando y cementando en la superficie terrestre diferentes objetos y estructuras que actualmente suponen 30 billones de toneladas de peso (Zalasiewicz *et al.*, 2017). Así como la biosfera coevoluciona con su entorno constantemente, modificándolo y superponiéndose a él, también ha de considerarse la tecnosfera como el sistema con el que los seres humanos extraen minerales, generan energía o fabrican nuevos objetos artificiales gracias a una sofisticada estructura social (Ellis, 2015). Actualmente, la influencia humana sobre el resto de las esferas naturales se extiende a lo largo, ancho y alto del globo, incluyendo zonas subterráneas y el espacio exterior. Por eso conviene incluir a la tecnosfera como un componente más del Sistema Tierra, especialmente si se conjuga adecuadamente con el paradigma del Tecnoceno y el resto de las nociones vinculadas a la filosofía de la tecnociencia (Echeverría, 2015).

La concepción de la tecnosfera que proponemos se inserta dentro de la teoría de sistemas, lo cual conlleva un elenco de consecuencias. Por ejemplo, implica que la tecnosfera no se refiera exclusivamente a artefactos aislados, sino a un sistema global interconectado que interactúa con un medio exterior bajo ciertas condiciones iniciales y de contorno.<sup>8</sup> De este modo, la tecnosfera no está constituida únicamente por máquinas e infraestructuras, sino ante todo por acciones que llevan a cabo diversos agentes en interrelación con objetos artificiales.<sup>9</sup> El enfoque pluralista y sistémico permite distinguir dichos agentes, así como considerar las diferentes condiciones iniciales y de contorno que repercuten en el despliegue y funcionamiento de las tecnosferas, puesto que están directamente influidas por tecnociencias determinadas. Además, podemos referirnos a la tecnosfera en plural, dado que el enfoque pluralista permite asimismo la concepción de múltiples tecnosferas, las cuales se ensamblan entre sí de diversas maneras dentro de un mismo sistema global interconectado. Una vía de ilustrar esto último es a través de la hipótesis de los tres entornos (Echeverría, 1999). Veámosla, aunque solo sea sucintamente.

El medioambiente natural concerniría a un primer entorno (E1), que subsume a las esferas naturales, las cuales funcionan mayoritariamente en base a energía solar. La litosfera, la atmósfera o la hidrosfera forman parte de este primer entorno. A él se le superpone el segundo entorno (E2), continente de las urbes y ámbitos sociales, que ya es un espacio de acciones artificial compuesto por diversas tecnosferas físicas. Los componentes de esta modalidad de tecnosfera incluyen entidades materiales como aviones, transistores o estaciones eléctricas, pero también las estructuras sociales que regulan su flujo, como el mercado o un determinado sistema económico (Zalasiewicz *et al.*, 2017). Por eso son sistemas y no solo infraestructuras o artefactos, pues incluyen a agentes en sus procesos, propiedades estructurales, relaciones y ambientes donde se

---

7. Algunos ejemplos de esferas naturales son la hidrosfera (agua), atmósfera (aire), litosfera (tierra), la biosfera (seres vivos), etc.

8. Para la concepción sistémica análoga de las técnicas y tecnologías, véase Quintanilla (2017). Para el caso de las tecnociencias, véase Echeverría (2003).

9. Pueden ser objetos técnicos (ladrillos, piezas de sílex, martillos), tecnológicos (coches, carreteras, edificios) y tecnocientíficos (teléfonos móviles, nanomateriales, organismos modificados genéticamente).

desarrollan diversos procesos. La tecnosfera marina, por ejemplo, contiene entidades como submarinos, barcos o islas artificiales, pero como sistema posee características distintivas con respecto a las tecnosferas subterráneas, en las que se incluyen las minas o túneles de transporte. Los sistemas de acciones no son homologables, pues se sitúan en diferentes entornos y dependen de condiciones particulares. Otro tanto ocurre con la tecnosfera aérea, a la que aludiremos más adelante. Esta incluye el aire acondicionado del interior de muchos edificios y por supuesto el CO<sub>2</sub>, el metano, aerosoles y otros gases de efecto invernadero producidos por las actividades agrícolas e industriales. Todas las tecnosferas físicas de E2 son sistemas que se desenvuelven gracias a la entrada de recursos de E1, mayoritariamente provenientes de la quema de hidrocarburos como el petróleo, gas y carbón.<sup>10</sup> Por tanto, el adecuado acoplamiento de las tecnosferas con las esferas naturales deviene un asunto importante para el buen funcionamiento del Sistema Tierra.

A los dos primeros entornos hay que añadir la superposición del espacio electrónico tercer entorno (E3), donde se desarrolla una tecnosfera digital que posee propiedades estructurales muy diferentes (Echeverría, 1999). El uso de centros de datos, redes de comunicación o de cualquier dispositivo digital conforman este entorno, propiedad emergente del sistema de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y que, en general, proporciona nuevos espacios de acciones posibles. Las actividades que se realizan en E3 afectan profundamente a E1 y E2, por ejemplo, en cuestiones como la toma de decisiones políticas, la automatización y sincronización de la actividad industrial —conocida como Industria 4.0— o la circulación de recursos materiales por el globo terrestre. De hecho, podríamos afirmar que la economía digital acelera la economía fósil, puesto que el incremento de la eficiencia en los procesos conlleva el aumento de bienes y servicios. No obstante, se ha de considerar que la tecnosfera digital demanda una elevada y creciente tasa de energía de las esferas a las que se superpone. Históricamente, han sido los dispositivos electrónicos los elementos principales de consumo energético, pero a medida que los aparatos son cada vez más compactos y eficientes, la mayor parte del consumo se ha ido trasladando a las grandes plataformas basadas en la nube que reemplazan e incrementan las capacidades de almacenamiento y computación de los dispositivos individuales. De hecho, las instalaciones de alojamiento web y de *cloud hosting* más grandes requieren una cantidad de energía para refrigerarse equivalente a la que puede consumir una ciudad media de E2 (Greenpeace, 2017). De modo que también hay que tener muy en cuenta la actividad en E3 a la hora de evaluar el impacto global de las tecnosferas en el Sistema Tierra, puesto que el espacio digital se abastece de ellas y por ende también lo hace con las esferas naturales a las que estas se superponen.

Como consecuencia, uno de los mayores problemas de la tecnosfera —a diferencia de la biosfera— es el reciclaje incompleto de desechos.<sup>11</sup> Esto hace que una parte

---

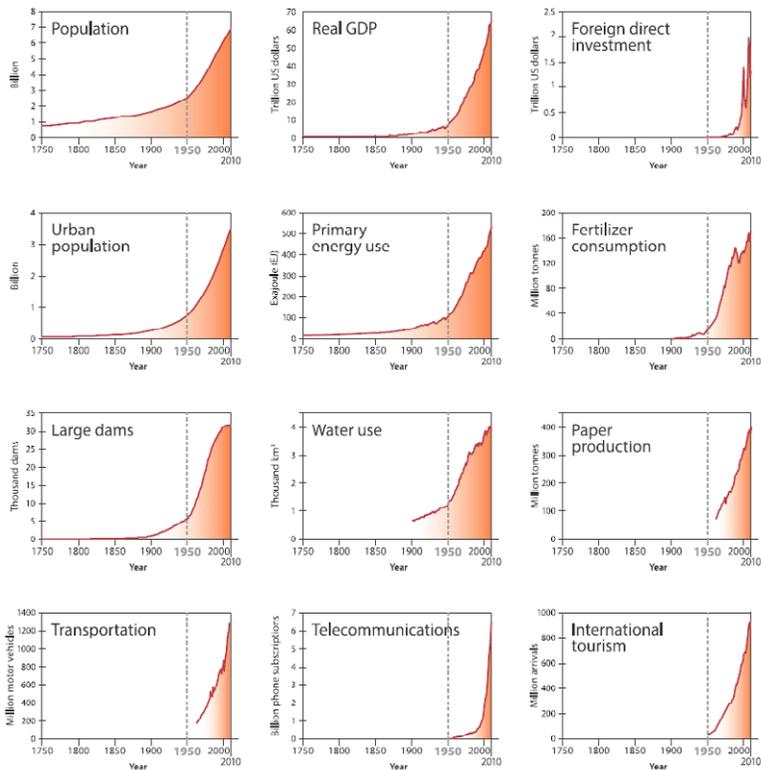
10. De modo similar a la fotosíntesis de la biosfera, cabe señalar que la tecnosfera también obtiene parte de su energía directamente del sol, por ejemplo, a través del uso de placas fotovoltaicas.

11. De forma inversa, las esferas naturales también influyen en las diversas tecnosferas. Piénsese en la degradación que experimenta cualquier sistema tecnológico que se expone prolongadamente al medioambiente natural.

significativa de la tecnosfera no solo se acumule en forma de residuos sólidos en los vertederos, sino también en forma de gases que se vierten a la atmósfera, como el CO<sub>2</sub> y el metano, y otros contaminantes que acaban en la hidrosfera y en sedimentos superficiales de E1 (Zalasiewicz *et al.*, 2014). Por eso la tecnosfera física incluye una gran variedad de tecnofósiles que ya forman parte del registro geológico planetario y que tras la irrupción de las tecnociencias su diversidad sobrepasa en número y variabilidad la diversidad biológica actual (Zalasiewicz *et al.*, 2014). Podríamos decir, en otras palabras, que la tecnodiversidad supera ya la biodiversidad. Se podría realizar, incluso, una taxonomía de los tecnofósiles desarrollados desde mediados del siglo XX, de forma análoga a la clasificación biológica. Muchos de los tecnofósiles electrónicos, por ejemplo, se acumulan en vertederos como el de Agbogbloshie (Ghana), donde objetos compuestos por plomo, cadmio, bromo, dioxinas cloradas y otras cuantas sustancias tóxicas componen un tecnoestrato de miles de hectáreas que suponen, por otra parte, el lugar de trabajo de muchos trabajadores locales. Por tanto, conviene diferenciar las partes activas y pasivas —o residuales— de la tecnosfera. Una cosa son los tecnofósiles electrónicos y otra cosa, por ejemplo, es el desarrollo de dispositivos con obsolescencia programada que en gran parte los generan. Todos ellos pertenecen a la actividad de la tecnosfera, pero las acciones que involucran son distinguibles.

20

Podríamos decir más cosas acerca de las tecnosferas, pero basten estas nociones para introducir mínimamente nuestra conceptualización acerca de esta “sobrenaturaleza”, por decirlo en términos de Ortega y Gasset (1939). Al igual que en el caso de las esferas naturales, existe una pluralidad de tecnosferas, cada una de las cuales no se reduce únicamente a máquinas o artefactos. Es importante señalar que, a nuestro modo de ver, son sistemas de acciones que incluyen agencias determinadas y que en muchos casos corresponden a las distintas tecnociencias que han venido emergiendo desde el inicio del Tecnoceno. En el siguiente apartado pasaremos a introducir dos casos de la macrociencia o *Big Science*, primera fase de la tecnociencia que produjo una enorme aceleración no solo del avance epistémico, sino ante todo de la capacidad de acción a nivel económico, industrial, político, social y militar. Las tecnosferas se expandieron por el globo y la propia macrociencia coevolucionó con la Gran Aceleración socioeconómica del siglo XX. Pero no solo cambiando su tamaño y ritmo de crecimiento, sino algo más profundo: la estructura de la actividad científica.

**Imagen 1. Tendencias de 1750 a 2010 del desarrollo socioeconómico**Fuente: Steffen *et al.*, 2015

## 2. Clima y meteorología durante la macrociencia

Durante el período de la *Big Science* se generaron los primeros sistemas de investigación y desarrollo (I+D), apareciendo las primeras políticas nacionales de ciencia y tecnología y la conformación sistemática de equipos de investigación multidisciplinares. Estos eran financiados, gestionados y evaluados por agencias tanto públicas como privadas que constituyeron un nuevo modo industrializado de producción y gestión de conocimiento. Se estableció el denominado “contrato social de la ciencia”, consistente en una asociación estratégica entre científicos, ingenieros, técnicos, empresarios, industriales, políticos y, en muchos casos, también militares. Estos siete diferentes tipos de agentes solían trabajar hasta el momento de forma aislada, o acaso en colaboraciones puntuales o indirectas. Con la emergencia de la macrociencia, sin embargo, componen la agencia plural de la actividad macrocientífica, la cual se fue integrando y consolidando durante el siglo XX en los Estados Unidos, en base a los macroprogramas de investigación de la Segunda Guerra Mundial y a iniciativas semejantes en la ulterior época de la Guerra Fría. Aquí nos centraremos en los proyectos relacionados con la predicción tecnocientífica y

la intervención meteorológica, puesto que ilustran algunos antecedentes de lo que más tarde evolucionó en geoingeniería (Marchetti, 1977) o ingeniería climática (Lamb, 1971). Ambos casos ejemplifican la mutación axiológica que experimentaron tanto en la actividad científica como tecnológica, intersecándose en una estructura de actividad emergente y que, en lo que nos atañe, supuso la expansión de diversas tecnosferas.

## 2.1. Intervención meteorológica y tecnosfera aérea

La atmósfera contiene recursos como el oxígeno que abastece a grandes zonas de la biosfera y algunas tecnosferas.<sup>12</sup> Se trata de un espacio atravesado continuamente por aeronaves y a menudo cargado de componentes como CO<sub>2</sub>, metano y otros gases de efecto invernadero que pueden perdurar varios milenios (Zalasiewicz *et al.*, 2014). Este tipo de elementos componen una tecnosfera aérea residual, a la cual hay que añadir una parte activa constituida por el tráfico aéreo, entre otras actividades humanas. Desde el inicio del Tecnoceno dichas actividades han sido muy numerosas, uno de cuyos ejemplos es la intervención meteorológica (Fleming, 2004, 2010; Bonnheim, 2010).

Los primeros intentos de alterar los patrones meteorológicos comenzaron a finales del siglo XIX, pero no aparecieron en el escenario público hasta la década de 1950 en los EEUU, cuando el estado se interesó en llevarlos a cabo a través de programas vinculados a las tecnociencias atmosféricas de la *Big Science*, llegando a convertirse en una línea central en las agendas de investigación (Harper, 2017). Muchos de los proyectos estuvieron ligados a la producción de lluvia artificial, como el proyecto desarrollado durante la década de los 50 en la empresa estadounidense General Electric Research Laboratory (Fleming, 2007). Un grupo de trabajadores descubrió que la generación de nubes sobre-enfriadas con químicos presentaba una estructura cristalográfica similar al hielo que provoca las precipitaciones, lo que indujo la práctica de la “siembra de nubes”. Al principio, la intención era el aumento —o disminución— de lluvias en zonas secas o con necesidad de riego, así como la anticipación de granizos, fuertes tormentas o cualquier otro evento meteorológico que pudiera afectar negativamente a la agricultura. Sin embargo, pronto el equipo de investigadores pasó a ser asesor del ejército norteamericano en el Proyecto Cirrus, el primer gran estudio de física de nubes y modificación artificial del tiempo atmosférico (Harper, 2017). La Oficina Meteorológica Federal de los Estados Unidos lanzó el Proyecto Cirrus para investigar la génesis y comportamiento de las precipitaciones, pero no estuvo predominado por valores epistémicos: el principal valor consistió en la generación de lluvia artificial en aras a aumentar el beneficio social y militar (Byers, 1974; Harper, 2008).

Por su parte, la idea de controlar la meteorología también cristalizó en la macrociencia soviética (Zikeev y Doumani, 1967; Shaw, 2015). Y no solo en espacios reducidos, sino que exploró la modificación del clima a gran escala. El “Gran Plan para la transformación de la naturaleza” promovido por Stalin en los años 40 pretendía

---

12. Muchos sistemas biológicos se abastecen de la atmósfera, pero también lo hacen diversas tecnosferas, ya sea como viento para el funcionamiento de turbinas o para la respiración industrial, o como medio de transmisión de ondas de radio (Zalasiewicz *et al.*, 2016).

hacer del clima —algo irracional y caprichoso— un fenómeno “planeado, ordenado y proletario” (Josephson y Zeller, 2003). Los métodos de control meteorológico pasaron a ser un problema importante dentro de la agenda macrocientífica soviética, especialmente en el Instituto de Hidrometeorología de Leningrado (Keith, 2000). Los objetivos de las investigaciones incluían la creación de un enorme mar en Siberia, la descongelación de parte del océano ártico o la reconducción de ríos a las zonas más secas de la Unión Soviética (Josephson, 2011). Por supuesto, estas maniobras estaban encaminadas a aumentar la producción del estado e incrementar su capacidad de acción militar (Zikeev y Doumani, 1967; Shaw, 2015). Una estrategia que impulsaron tanto la Unión Soviética como los Estados Unidos y que desembocó en una “guerra climatológica” por el dominio del planeta (Fleming, 2007).

A finales de la década de los 50, el avance de la Unión Soviética en el despliegue de la tecnosfera física y la consecuente superioridad en varios ámbitos de la macrociencia — como el lanzamiento de la sonda Sputnik en 1957— indujo al gobierno norteamericano a aumentar la inversión en el pronóstico y control del tiempo, ascendiendo a la agenda nacional de política científica. La importancia de la cuestión había aumentado tanto que Henry Houghton, jefe del departamento de meteorología del Massachusetts Institute of Technology (MIT), concluyó que “la investigación básica en meteorología solo puede ser justificada por la importancia económica de mejorar los pronósticos del tiempo, pero la posibilidad de controlarlo es algo obligatorio” (Keith, 2000, p. 252). Ello llevó a impulsar iniciativas como el Proyecto Stormfury, financiado y desarrollado conjuntamente por la Marina y el Departamento de Comercio, y cuyo objetivo fue debilitar ciclones tropicales mediante la siembra de nubes (Uekötter, 2010).

23

Otro tanto sucedió con el Proyecto BATON, apoyado por el Departamento de Defensa y por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada, o el más conocido Proyecto POPEYE. Llevado a la práctica entre 1967 y 1972, esta iniciativa generó grandes extensiones de nubes artificiales sobre la *Ho Chi Minh Trail* de Vietnam, con la intención de inundar la armada vietnamita del norte (Weart, 2011). Sin embargo, acabó haciéndose público y, aprovechando los conflictos internos de los Estados Unidos, la Unión Soviética llevó a las Naciones Unidas los perjuicios causados por el control de la meteorología. Tras el debate internacional, se convino una prohibición de uso hostil o militar de las Técnicas de Modificación Medioambiental, entre 1976 y 1978. Como consecuencia, la inversión militar en estas técnicas decreció a partir de 1980, pero ello no impidió que otros fines pudieran legitimarlas. De hecho, en la propia Convención de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo se sugiere que la modificación del clima podría contribuir a la preservación y mejora del medioambiente (McNeill y Unger, 2010; Harper, 2008).

Conclusión: la financiación gubernamental, convergencia entre científicos y tecnólogos, la industrialización y militarización de la práctica científico-tecnológica, la relevancia de la política científica y la subordinación de objetivos científicos sobre los militares son algunos rasgos de los programas de intervención meteorológica que permiten caracterizarlos como macrociencia (Echeverría, 2003). Como es habitual en las actuaciones de esta fase tecnocientífica, la mayor parte de las operaciones de intervención meteorológica se guardaron bajo secreto y fueron supervisadas por diversos agentes que velaron por la satisfacción de una pluralidad de valores

superpuestos. Precisamente, esto es algo que muestra cierta continuidad con los proyectos de geingeniería que abordaremos más adelante, aunque la escala a la que pretendan intervenir en la atmósfera sea más amplia y sus fines estén íntimamente vinculados con una situación que repercute a todos los países: el calentamiento global.

## 2.2. Predicciones en la tecnosfera digital

A partir de 1945 se produjeron importantes avances en Teoría de la Información (Claude Shannon) que junto a la nueva lógica computacional (John von Neumann), la física de semiconductores (William B. Shockley y Walter H. Brattain) y la aparición de la cibernética (Nobert Wiener) permitieron sentar las bases de uno de los motores de la Gran Aceleración del siglo XX: la tecnosfera digital. Gracias a los primeros ordenadores electrónicos se aumentó la capacidad de acción en la gestión de la administración pública, la economía, la explotación de recursos, la industria y, por supuesto, la nueva práctica macrocientífica.

Los sistemas axiológicos de esta fase de la tecnociencia no eran equivalentes a la suma de los científicos y tecnológicos. Incluyeron nuevos valores como la anticipación, que no ha de confundirse con la tradicional predicción científica. Así como esta suele constituir uno de los rasgos más representativos de teorías o modelos científicos, la predicción tecnocientífica se caracteriza por la capacidad de pronosticar fenómenos probabilísticamente en base a modelos y simulaciones computacionales. Dado que muchos macroproyectos respondían a demandas políticas y una de ellas era poder anticiparse al futuro, hubo una expansión de herramientas que comenzaron a predecirlo con fines políticos, facilitando así el tratamiento de sistemas complejos como la economía y el medioambiente (Heymann *et al.*, 2017). Una de las claves fue el trabajo de John von Neumann en los laboratorios de Los Álamos a finales de 1945. De hecho, el primer problema ejecutado en el reciente Computador e Integrador Numérico Electrónico (ENIAC) fue fundamental para el desarrollo de uno de los puntos de partida estratégico del Tecnoceno: la bomba de hidrógeno.

La predicción tecnocientífica comenzó basándose en simulaciones de Monte Carlo, las cuales pasaron a ser herramientas esenciales para instituciones especializadas. Los centros de investigación, *think tanks*, empresas privadas y autoridades gubernamentales formaron parte de un creciente y variado panorama de culturas de predicción<sup>13</sup> con diversas prácticas materiales y estructuras axiológicas. Estas prácticas no solo se quedaron entre científicos e ingenieros, sino que pasaron a informar y moldear prácticas sociales, como en el caso del histórico informe *Restoring the Quality of Our Environment* del Comité Asesor Científico del presidente Johnson, que advirtió sobre los efectos nocivos de las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles. Algunos sectores industriales también pusieron especial interés en la predicción tecnocientífica, como el American Petroleum Institute, que es la

---

13. La expresión “cultura de predicción” fue acuñada por el sociólogo Gary Alan Fine para referirse a la cultura de pronosticar el tiempo meteorológico en la oficina de Chicago del Servicio Nacional de Meteorología de EEUU. Recientemente, Matthias Heymann, Gabriele Gramelsberger y Martin Mahony lo han utilizado en plural enfatizando las múltiples culturas de predicción surgidas a lo largo del siglo XX (Heymann *et al.*, 2017).

asociación comercial más grande de los Estados Unidos para la industria del petróleo y el gas natural.<sup>14</sup>

Por su parte, la meteorología y las ciencias del clima se vieron asimismo transformadas por la irrupción de la tecnosfera digital y las simulaciones. Gracias a ellas fue posible dar con avances epistémicos significativos, por ejemplo, a la hora de desarrollar versiones más sofisticadas de los cálculos de Arrhenius.<sup>15</sup> Otro tanto sucede con las imágenes que proporcionaban los satélites artificiales situados en la tecnosfera orbital (Gärdebo *et al.*, 2017), los cuales capturaron por primera vez extensiones espaciales considerables que permitieron concebir el aire, la temperatura o los frentes cálidos y fríos como objetos epistémicos visibles. Sin computación, sin satélites artificiales de medición y, en general, sin una simbiosis científico-tecnológica, hubiera sido altamente improbable tener una visión de conjunto que permitiese estudiar el clima como un objeto de escala planetaria (Heymann y Achermann, 2018).

Durante la década de los 70, la concienciación acerca del calentamiento global se hizo presente no solo en las comunidades científicas, sino también en sectores cada vez más amplios de la sociedad (Philander, 2008). El primer gran congreso reconocido acerca del cambio climático fue la Conferencia sobre Desarrollo Humano de la Naciones Unidas, en 1972. Aquí se hizo obvia la capacidad de los ordenadores para presentar resultados a partir de modelos numéricos del clima sobre el siguiente siglo, por lo que las simulaciones empezaron a convertirse en instrumentos útiles para la política global sobre medioambiente (Heymann y Hundebøl, 2017). De hecho, al final de la década de los 80, la Organización Mundial Meteorológica (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) colaboraron en la constitución del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), una institución macrocientífica creada para “proveer a los legisladores de evaluaciones científicas regulares, implicaciones y riesgos potenciales futuros, así como presentar opciones de adaptación y mitigación del cambio climático” (IPCC, 2019). Desde entonces, el IPCC ha producido cinco informes: 1990, 1995, 2001, 2007 y 2014. Todos ellos basados en revisiones realizadas por investigadores seleccionados por sus respectivos gobiernos, quienes participan conjuntamente en la financiación de la institución.

Conclusión: las nuevas políticas medioambientales fueron un síntoma más de la crisis generalizada de la macrociencia, buena parte de la cual se debió a su alto impacto sobre el medioambiente. La energía nuclear, las bombas atómicas, los reactores nucleares, la lluvia ácida, el agujero de la capa de ozono y la basura atmosférica generada por los satélites artificiales obsoletos son algunos ejemplos que estuvieron directamente ligados a la emergencia y desarrollo de la tecnosfera y que ulteriormente motivaron movimientos ecologistas en contra de la actividad

14. En 1968, por ejemplo, el Stanford Research Institute realizó un estudio para ellos en el que se alertaba de los cambios en la temperatura que podían esperarse para el año 2000 (Robinson y Robbins, 1968).

15. Aprovechando la capacidad de la computación digital para integrar numéricamente las curvas de absorción, Syukuro Manabe y Richard Wetherald realizaron en 1967 el primer cálculo detallado del efecto invernadero incorporando la convección: el modelo unidimensional radioactivo-conectivo Manabe-Wetherald (Weart, 2011). Con dicho modelo pronosticaron que una duplicación del dióxido de carbono en la atmósfera haría incrementar aproximadamente 2°C en la temperatura global.

macrocientífica. Desde entonces cualquier intención de manipular el clima ha sido descartada, dada la alta incertidumbre de sus consecuencias y los altos riesgos que conlleva. Sin embargo, su interés por parte de científicos, ingenieros, empresarios y políticos ha ido creciendo en las últimas dos décadas. La predicción tecnocientífica a través de modelos y simulaciones computacionales supone, de hecho, la principal metodología de investigación actual.

### 3. La geoingeniería hoy: ¿Hacia una nueva revolución tecnocientífica?

La *Big Science* sigue existiendo hoy en día, pero a partir de los años 80 emergió la tecnociencia propiamente dicha, promovida principalmente por la iniciativa privada en los Estados Unidos (Echeverría, 2003). Dos de los factores clave que indujeron esta evolución fueron la nueva política fiscal fomentada por el gobierno de Reagan, así como cambios significativos en la ley estadounidense de patentes. Desde el punto de vista axiológico, el paso de la macrociencia a la tecnociencia supuso la total integración de los valores propios del capitalismo en el núcleo de la actividad científico-tecnológica. Su práctica pasó a estar regida bajo el imperativo de innovar, en consonancia con la reaparición de las teorías económicas evolucionistas. La nueva política de I+D pasó a impulsar la iniciativa privada como motor de la investigación y produjo una reestructuración del sistema norteamericano de ciencia y tecnología, al que años más tarde le siguieron los de Europa. Es importante señalar que en ellos emergió un nuevo agente del sistema, la sociedad, y con ella la irrupción de los valores sociales en la actividad científica. Buena parte de ello se debió a las protestas hacia la militarización de la macrociencia y su falta de transparencia, que habían instaurado un clima generalizado de desconfianza entre la población. No en vano fue el momento de surgimiento de los estudios de CTS, y con ellos la evaluación y políticas del riesgo (Lopez Cerezo y Luján, 2000). Otros subsistemas axiológicos aparecieron asimismo en escena, como los valores ecológicos y jurídicos, cuyo peso hasta entonces había sido escaso.

26

En términos generales, las características básicas de las nuevas tecnociencias fueron la financiación privada de la investigación, la convergencia reforzada entre ciencia y tecnología, la aparición de empresas tecnocientíficas, la organización en red de la investigación, la orientación a transformar los diversos mundos (naturales, sociales, artificiales), el marketing de su actividad, el registro y comercialización de patentes y el uso intensivo de las TIC (Echeverría, 2003). El éxito de muchas de estas actividades fue inmediato, especialmente en el sector de las TIC, farmacología, tecnomedicina, tecnociencias de la alimentación o en las nanotecnociencias (Echeverría, 2009a). Sin embargo, no todas las actividades macrocientíficas mutaron en tecnociencias propiamente dichas. La intervención meteorológica y las ciencias del clima, por ejemplo, fueron casos particulares en los que su estructura axiológica estuvo fuertemente predominada por valores ecológicos, jurídicos, políticos y sociales, en detrimento de los valores propios del capitalismo. No evolucionaron en empresas tecnocientíficas como sí ocurrió en otras áreas de la macrociencia. Al menos por el momento.

### 3.1. Destapando el tabú de la geoingeniería

El uso de tecnologías para la modificación del clima había sido un tema tabú de la política medioambiental, puesto que los esfuerzos se han centrado en reducir las emisiones y transitar hacia un modelo de desarrollo más sostenible (Baskin, 2019). Buena parte de la investigación actual en ciencias del cambio climático viene representada por el IPCC, como hemos mencionado anteriormente. Desde su constitución, esta agencia macrocientífica ha liderado la opinión científica sobre el cambio climático, así como el conocimiento acerca de sus impactos y riesgos naturales, políticos y económicos. También suele proveer posibles opciones de mitigación y adaptación al cambio climático, la mayoría de ellas vinculadas a la reducción de emisiones. Sin embargo, el último informe del IPCC (2014) incluyó por primera vez la *geoingeniería*,<sup>16</sup> es decir: la “manipulación intencional a gran escala del clima planetario para contrarrestar el cambio climático antropogénico” (Royal Society, 2009, p. 1).

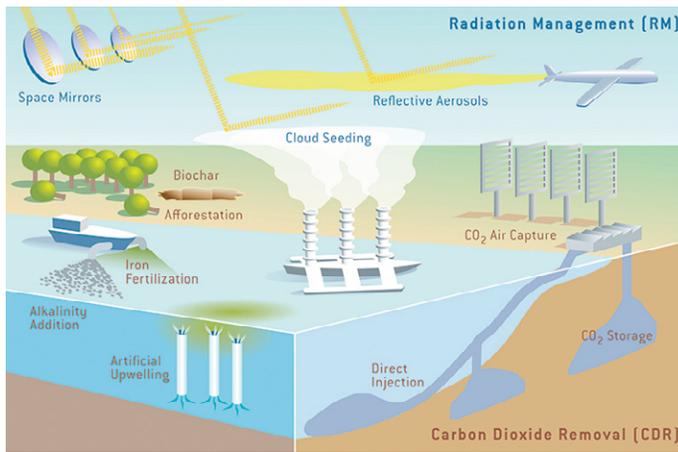
Un punto de inflexión para la consideración de la geoingeniería fue la publicación de un artículo escrito por Paul Crutzen (2006), el principal proponente del concepto “Antropoceno” y premio Nobel por sus aportes en el estudio del agujero de ozono. La dificultad de alcanzar acuerdos internacionales en la reducción de emisiones y la observación del enfriamiento inducido por la erupción del Pinatubo, hicieron que Crutzen propusiera combatir el calentamiento global inyectando partículas de azufre en la estratosfera. Una técnica de geoingeniería que, junto con otras relacionadas con el aumento de albedo de las nubes o espejos orbitales (**Imagen 2**), se sitúa dentro de los proyectos de gestión de la radiación solar (GRS). Desde entonces se han propuesto diversas opciones, tanto de GRS como de extracción de dióxido de carbono (EDC). Aquí solo nos centraremos en algunas propuestas de GRS, que son las que actualmente tienen mayores cotas de aceptación entre la comunidad científica (Royal Society, 2009).

27

---

16. Tras el declive de la macrociencia militarizada del siglo XX, la primera manifestación que proponía la geoingeniería solo fue la del informe *Implications of Greenhouse Warming*, publicado en 1992 por la National Academy of Sciences. En este informe se analizaron varias posibles técnicas de geoingeniería, recalando la posibilidad de que un despliegue de estas sería más rentable que las políticas de reducción de emisiones CO<sub>2</sub>. Sin embargo, no tuvo éxito en ese momento.

**Imagen 2. Esquema de algunas propuestas de gestión de la radiación solar y extracción de dióxido de carbono**



Fuente: Kiel Earth Institute

28

El NASA Ames Research Center mostró rápidamente su interés en las técnicas de GRS o geoingeniería solar, y estuvo a favor de empezar a experimentar a escalas regionales (NASA, 2007). Sin embargo, tras un *workshop* organizado en la Universidad de Stanford, los científicos solo definieron cuestiones relacionadas con la incertidumbre de las consecuencias (Feicher y Quante, 2017). Muchos de ellos estaban investigando a través de simulaciones, que hasta el momento ha sido la principal metodología de investigación para la comprensión del sistema climático y la evaluación de sus efectos potenciales. Dentro del marco del IPCC, los modelos han permitido simular un abanico de escenarios futuros posibles, pero a estos escenarios le siguieron esfuerzos por usar los modelos climáticos para explorar vías de optimización del clima, no solo de pronosticarlo. Un ejemplo de ello es el trabajo del *Geoengineering Model Intercomparison Project* (GeoMIP), en el que 12 grupos de modeladores desarrollan simulaciones para evaluar los efectos de la GRS.<sup>17</sup>

Por otra parte, los modelos climáticos del IPCC no requieren ser tan sofisticados para la toma de decisiones, pero en cuanto mejoren las prestaciones tecnológicas y las simulaciones puedan dar resultados más fiables, es posible que la geoingeniería pueda disponer de legitimación suficiente para desplegarse. Para que una política pueda aceptar los experimentos se necesita ampliar las dimensiones de los resultados de los modelos. No solo importan los impactos en el clima, sino también

17. Nótese que, así como las primeras simulaciones fueron empleadas de forma heurística, con los últimos desarrollos también han pasado a asumir un rol instructivo, pues en función de los resultados que estas proporcionan, las diferentes propuestas de geoingeniería se diseñan de una manera u otra (Feichter y Quante, 2017).

sus consecuencias en los sistemas humanos, terrestres y marinos. Por eso el desarrollo de nuevos desarrollos técnicos y tecnológicos es la clave para avanzar en la domesticación de la incertidumbre, actividad genuinamente tecnocientífica. Para ello se requiere una interacción simbiótica entre ciencia y tecnología con el objetivo de asegurar que las asunciones realizadas por la investigación científica son acordes con las capacidades y criterios de aplicación de la ingeniería. Por un lado, por ejemplo, es cuestión científica la demostración de que ciertos aerosoles en unas condiciones de contorno determinadas incrementan significativamente el albedo de las nubes. Por otro lado, se necesita investigar desde una perspectiva ingenieril el modo tecnológico de generar ese fenómeno. No son asuntos independientes, sino que uno depende íntimamente del otro. Una convergencia reforzada entre ciencia y tecnología que supone un primer rasgo de una tecnociencia latente.

Hace menos de una década se ha puesto en marcha el Proyecto SPICE (*Stratospheric Particle Injection for Climate Engineering*, 2013), cuya financiación la obtuvieron científicos británicos con el objetivo de mejorar las estimaciones y reducir la incertidumbre de los efectos de la GRS. La novedad estriba en que en esta ocasión la investigación no solo se ha basado en modelos computacionales, sino que han incluido experimentos para evaluar la confiabilidad de las simulaciones. La falta de regulación del gobierno sobre la geoingeniería y, sobre todo, el surgimiento de conflictos de valores ha hecho que finalmente fueran cancelados (Cressey, 2012). Por el momento, el panorama axiológico tiende a valorar la separación de la investigación de intereses económicos debido a que la geoingeniería no es solo un posible modelo de negocio, sino también un daño potencial incierto en el Sistema Tierra. No obstante, varios autores defienden que es posible que la situación cambie en un futuro (Stavins y Stowe, 2019). Y una de las posibles vías para que ocurra puede darse en el seno de macroprogramas como el *Future Earth*.

29

### 3.2. *Future Earth*: investigación para la sostenibilidad global

Tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro 2012, programas de investigación como el *International Geosphere-Biosphere Programme*, el *International Human Dimensions Programme* o el *World Climate Research Program* pasaron a integrarse, junto con otra veintena de programas internacionales, en la plataforma *Future Earth: Research for Global Sustainability* (2014). El macroprograma supuso una nueva agencia tecnocientífica basada en la alianza entre varios consejos científicos, agencias financieras y organizaciones de las Naciones Unidas que promovieron una convergencia disciplinaria orientada a la solución de problemas medioambientales. Partiendo del reconocimiento de la escala y complejidad del Tecnoceno (Beck, 2019), se hizo necesaria la coalición de dos principales agencias: las ciencias de la tierra y las ciencias de la sostenibilidad, las cuales pasaron a competir y cooperar entre sí en un sistema multiagente.

El nuevo *leitmotiv* de *Future Earth* pone de relieve el codiseño de las agendas de investigación y la coproducción de conocimiento con diversos actores sociales (representantes del gobierno, grupos de la sociedad civil, juristas, sector privado, etc.). Sin embargo, teniendo en cuenta que los diversos agentes parten de sistemas axiológicos diferentes, hay ocasiones en las que se pueden generar conflictos de

valores. Por un lado, las ciencias de la tierra provienen de una axiología integracionista que fomenta la participación y consenso con diversos actores en el establecimiento de objetivos y toma de decisiones, tanto científicas como prácticas (Asayama *et al.*, 2019). Por el contrario, las ciencias de la sostenibilidad representan una postura marcadamente intervencionista, la cual valora ante todo la capacidad de acción y transformación efectiva del mundo. Esta perspectiva también es proclive a que los usuarios participen en el proceso de investigación, pero solamente con el objetivo de legitimar la actividad tecnocientífica, no para incluirlos en los procesos de decisión. En cualquier caso, aparecen los valores sociales dentro de su estructura axiológica, que es otro rasgo tecnocientífico, como hemos mencionado anteriormente.

Ambas concepciones convergieron dentro del marco común del *Future Earth* y, bajo la premisa de que la transformación de la ciencia es un requisito previo para la transformación social, el pensamiento solucionista ha acabado por ser predominante en las agendas de investigación (Beck, 2019; Asayama *et al.* 2019). Podríamos decir que la innovación, en tanto transformación de mundo, supone un valor cuyo peso se ha incrementado. Un ejemplo es la iniciativa interna *Knowledge-Action Network on Transformations*, que evidencia la subordinación de los objetivos epistémicos en favor de la innovación y lograr los objetivos de sostenibilidad. Además, este cambio en la estructura de valores y la integración de diversas disciplinas ha ocasionado conflictos internos en cuanto al carácter solucionista de esta nueva convergencia científica, puesto que se está reemplazando la investigación académica tradicional. De modo que podemos distinguir otros dos rasgos típicamente tecnocientíficos: su orientación a la transformación de mundos y el conflicto axiológico continuo en el interior de su agencia plural (Echeverría, 2003).

30

Una de las consecuencias de la cristalización del contrato social de la tecnociencia podría darse en el diseño de agendas de investigación en torno a la geoingeniería solar, que desde los inicios ha sido planteada como vía de investigación (Asayama *et al.*, 2019). El Acuerdo de París de 2015 tenía el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C a través de la reducción de emisiones. Dado que se trata de un objetivo prácticamente imposible de lograr y que es asumido por *Future Earth*, es previsible que pudiera haber una demanda de soluciones alternativas dentro del programa para lograr ese objetivo (Steffen *et al.*, 2018). Por consiguiente, la incorporación de la investigación en geoingeniería solar dentro de la plataforma *Future Earth* es un planteamiento plausible y que cada vez adquiere mayor aceptación (Asayama *et al.*, 2019), sobre todo en los expertos que provienen de países que previsiblemente se verán más afectados por el cambio climático (Dannenberg y Zitzelsberger, 2019). Los objetivos y la gobernanza de *Future Earth* han sido diseñadas por una élite de científicos, patrocinadores y financiadores. Por eso, junto con el aumento de la complejidad axiológica y las necesidades de bienes y servicios por parte del sector privado, se abre la posibilidad de que este participe directamente en el despliegue de la geoingeniería solar, lo cual conllevaría otro rasgo básico de la tecnociencia: la participación de capital privado.

En los Estados Unidos son varios los inversores privados que han apostado por la geoingeniería de forma indirecta, como en el caso del proyecto ScoPEX, desarrollado por la Universidad de Harvard y financiado por el conocido fundador

de Microsoft: Bill Gates (Stephens y Surprise, 2020). Según David Keith y Peter Irvine, líderes del proyecto, “es cuestión de tiempo que el cambio climático produzca impactos significativos en el medioambiente, la sociedad y la economía global, y por tanto es cuestión de tiempo que los estados posibiliten a otros actores intentar desplegar la geoingeniería solar” (Stavins y Stowe, 2019, p. 1). Otros empresarios también han puesto su atención en la geoingeniería solar, como Niklas Zennstrom o Richard Branson, quien ha financiado los informes de la Royal Society (2009). De modo que hay indicios que hacen pensar que una participación directa del sector privado es deseable por algunos agentes, lo que llevado a cabo generaría un nuevo tecnoparadigma y el desencadenamiento de unas nuevas tecnociencias del clima.

### 3.3. Anticipar los riesgos en clave axiológica

La interdisciplinariedad del macroproyecto *Future Earth* podría proporcionar un terreno común para la colaboración entre diferentes disciplinas académicas y actores sociales, permitiéndoles codiseñar y coproducir conocimiento en una misma agenda de investigación en torno a la geoingeniería solar. Sin embargo, la asimetría en las relaciones de poder, la representación sesgada y la falta de acceso y capacidad de acción son problemas que por el momento subyacen a esta plataforma tecnocientífica. Ello no obsta para que sea un problema al que convenga anticiparse, especialmente si existen otras iniciativas que promueven la investigación en GRS. Iniciativas cuya acción unilateral en las próximas décadas es una posibilidad cada vez más plausible (C2G2, 2019). De hecho, los indicios anteriormente expuestos han influido en que la gobernanza de la investigación, desarrollo y despliegue de la geoingeniería solar haya ido un asunto al alza dentro de las agendas de los estudios sobre ciencia y tecnología desde hace poco más de diez años.

31

Si bien es cierto que el último informe del IPCC señala que algunas de las aplicaciones de la GRS podrían ser eficaces, aún existe una gran incertidumbre y riesgos considerables, además de limitaciones institucionales y sociales para su implementación. Hasta ahora, la investigación actual en geoingeniería se ha llevado a cabo principalmente a través de modelos y simulaciones computacionales, que ya pronostican los impactos climáticos desiguales que podría ocasionar (Bonnheim, 2010; Marland, 1996). Cabe señalar el caso de América Latina, cuyos modelos prefiguran cambios importantes en los patrones de precipitación, incrementando la posibilidad de sequías en amplias regiones (Straffon, 2018). Ante ello, aún no existe ningún acuerdo internacional sobre el uso de geoingenierías, y los marcos legales de cada país difieren notablemente, por no mencionar el enorme vacío legal que hoy existe sobre estos asuntos. Aunque sea probable que se aumente la atención en este asunto en el próximo informe del IPCC, previsto para 2022, existen múltiples cuestiones políticas, jurídicas, sociales y económicas que aún no han sido suficientemente exploradas. La gobernanza de la investigación, la toma de decisiones o la propiedad intelectual suscitan muchas cuestiones a estimar, teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones tanto de actores públicos como privados.

En este sentido, un grupo de investigadores de la Universidad de Oxford han propuesto cinco principios de gobernanza (Rayner *et al.*, 2013) y otro tanto ocurre en el informe *Carnegie Climate Geoengineering Governance Initiative* (G2G2, 2019). Por

su parte, el *Harvard Project on Climate Agreements* acogió, en septiembre de 2018, el taller *Governance of the Deployment of Solar Geoengineering* (Stavins y Stowe, 2019), con la colaboración y apoyo del Programa de Investigación en Geoingeniería Solar de Harvard (HSGRP). En él participaron investigadores STS que trazaron los principales problemas de gobernanza que podría plantear el despliegue de la geoingeniería, proponiendo incluso algunas estrategias inspiradas en el control de armas nucleares o la ciberseguridad. Quizás el panorama más aceptable para todos los países sea la cooperación internacional en base a un pacto de mínimos que especifique las reglas de cuándo y cómo puede o no desplegarse la geoingeniería, como proponen algunos autores (Stavins y Stowe, 2019). Otros autores afirman que se ha prestado demasiada atención a la gobernanza anticipatoria, y poca a las injusticias asociadas a una posible militarización de la geoingeniería solar (Stephens y Surprise, 2020). En cualquier caso, son cuestiones que suscitan conflictos axiológicos a analizar, así como sus posibles alternativas de resolución. Cada una de ellas posee bienes y males a sopesar desde múltiples perspectivas, desde invertir en la geoingeniería tanto como fuera posible hasta prohibir cualquier tipo de investigación. A nuestro modo de ver, todas las opciones conllevan riesgos, y no únicamente ecológicos, sino una pluralidad de riesgos axiológicamente diferentes (Echeverría, 2009b). Los riesgos ecológicos, por ejemplo, incluyen la acidificación de los océanos, el cambio de patrones climáticos regionales o el incremento de lluvia ácida. Mas también existen riesgos epistémicos, militares, tecnológicos, sociales, éticos, políticos, económicos o jurídicos. Y para estimar e identificar todos ellos es conveniente analizar previamente los valores y disvalores subyacentes, dada su estrecha vinculación (Lopez Cerezo y Luján, 2000).

32

En los (co)diseños de agendas de investigación es frecuente la evaluación previa de los objetivos, dilucidando si se adecúan a las normas éticas, medioambientales o a las políticas científicas vigentes, así como a la estrategia de las empresas financiadoras de la investigación. Del mismo modo, es posible evaluar el panorama axiológico subyacente a las acciones tecnocientíficas. Sus sistemas de valores mantienen valores epistémicos, pero a ellos se les superponen otros subsistemas de valores que a veces se contraponen y que además pueden variar según la perspectiva del agente evaluador. Dado que cada vez se torna más probable que la búsqueda de soluciones al calentamiento global incluya a la geoingeniería, es pertinente que las comunidades académicas, científicas y políticas estudien su potencial, así como los mecanismos de gobernanza más viables para su despliegue. Y para ello, es pertinente analizar primeramente los valores implícitos, puesto que la incertidumbre e indeterminación acerca de la probabilidad de un suceso no implican incertidumbre axiológica.<sup>18</sup>

### **A modo de conclusión: nuevos desafíos en la era del Tecnoceno**

Los retos que plantea la geoingeniería solar son solo algunos de los muchos que suscita la época del Tecnoceno. Desde la filosofía de la tecnociencia es preciso atender, analizar y evaluar las dinámicas que pueden hacer a la geoingeniería aún

---

18. Véase Echeverría (2009b).

más real en el futuro próximo, puesto que su existencia en la tecnosfera digital es hoy innegable. El cambio climático tecnogénico es una realidad que ya ha ocasionado el aumento de la temperatura media del planeta en más de 1°C desde finales del siglo XIX, lo cual puede producir daños para la salud, la seguridad, las economías y los ecosistemas (IPCC, 2014). Mientras que la magnitud del impacto futuro aún depende de la capacidad que tengamos de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, hay una parte significativa cuyas consecuencias son ya inevitables. Los esfuerzos por reducir las emisiones han sido menores de lo que hubiera sido posible y deseable y, por otra parte, la última Cumbre del Clima celebrada en diciembre de 2019 en Madrid muestra la gran complejidad de llegar a nuevos acuerdos referidos a los mercados de dióxido de carbono. Como consecuencia, hay muchas razones que hacen pensar en la futura aparición de unas tecnociencias del clima orientadas a la gestión eficiente del calentamiento global, sin perjuicio de que también se procure seguir reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Aquí nos hemos ceñido solo a una de las posibles vías de actuación, basada en las recientes propuestas para ampliar la tecnosfera aérea y promover una gestión de radiación solar (GRS). Sin embargo, también han de estudiarse otras modalidades de geoingeniería como la extracción de dióxido de carbono (EDC), que pretende la expansión de tecnosferas subterráneas y marinas.

Las tecnociencias del clima podrían derivarse tanto de iniciativas privadas como de plataformas tecnocientíficas como *Future Earth*, la cual podría incluir la geoingeniería solar como objetivo de investigación durante los próximos años (Asayama *et al.*, 2019). La incertidumbre acerca de los posibles efectos que ocasionaría su despliegue es alta, pero también es cierto que podría reducir los altos riesgos del cambio climático. A través de modelos y simulaciones computacionales se está tratando de reducir la incertidumbre, mejorando sus capacidades y tratando de contrastarlas con datos reales de experimentaciones limitadas. Actualmente no existe una legalidad clara al respecto y es posible que pueda acabar desplegándose de forma unilateral ocasionando grandes problemas jurídicos, sociales, éticos y geopolíticos (Stavins y Stowe, 2019). Por eso desde los STS del mundo angloparlante ha aumentado la atención en torno a la geoingeniería solar, anticipándose a posibles riesgos y analizando los mecanismos factibles de gobernanza. Por nuestra parte, afirmamos que para identificar y estimar los riesgos es oportuno analizar minuciosamente los valores y disvalores subyacentes a las distintas acciones que se lleven a cabo (Echeverría, 2009b). No es suficiente con medir la probabilidad de que algo suceda. También es necesario medir hasta qué punto es perjudicial, y lo que es tanto o más importante: para quién lo es.

Los estudios iberoamericanos de CTS deberían anticiparse a estas cuestiones desde sus múltiples perspectivas, atendiendo especialmente a los impactos en los ámbitos más vulnerables a riesgos. Como han mostrado Stephens y Surprise (2020), la geoingeniería solar es una propuesta defendida principalmente por agentes asociados a instituciones de élite del hemisferio norte, los cuales son financiados por multimillonarios cada vez más proclives a lógicas militares y liberal-capitalistas. Por ende, tanto la investigación como el despliegue de la geoingeniería requieren ser analizadas teniendo en cuenta las diversas perspectivas axiológicas que pueden orientar las políticas de propiedad intelectual u otros mecanismos de gobernanza de la investigación. Para ello es conveniente proceder empíricamente, a través de

una investigación interdisciplinar en base a estudios de caso y a los protocolos de evaluación utilizados para valorar las actividades de geoingeniería (Echeverría, 2009b). Como agenda de investigación, ello confluye con asuntos de (in)justicia climática, la ética medioambiental, la geopolítica de la tecnociencia o la percepción pública del cambio climático. Todas ellas son cuestiones que, a nuestro modo de ver, atañen a la época del Tecnoceno. No solo porque las tecnociencias sean las principales fuerzas del cambio biofísico del Sistema Tierra, sino porque también constituyen buena parte de las herramientas con las que poder enfrentar los desafíos de nuestro tiempo.

Particularmente, las TIC han propiciado un espacio social —el tercer entorno— en el que se ha desplegado una tecnosfera digital donde podemos interactuar en red y a distancia con las esferas naturales del primer entorno. Probablemente no tengamos más remedio que mantener operativa dicha tecnosfera, dado que las tecnologías han devenido indispensables para nuestra existencia. Sin embargo, nuestras acciones en ella pueden incorporar e incrementar el peso de valores ecológicos. La creación de la *Internet of Nature* (IoN), por ejemplo, supone una oportunidad para desarrollar una tecnociencia ciudadana que ayude a elucidar y comprender las dinámicas de los ecosistemas urbanos, promover la sostenibilidad a través de infoacciones y establecer conexiones entre los sistemas sociales y naturales (Galle *et al.*, 2019). Otro tanto sucede con el proyecto *Big Data Earth*, que basándose en tecnologías de *machine learning* puede llegar a revelar patrones del Sistema Tierra y mejorar la predicción de su comportamiento (Boulton, 2018). Por eso es importante fomentar el acercamiento entre las humanidades digitales y ambientales con las titulaciones técnicas, como ha señalado recientemente de Cózar (2019a, 2019b). Estas tecnohumanidades ambientales requieren ser desarrolladas y difundidas, pues proveen una vía para comprender críticamente la actividad tecnocientífica y evitar la marginalización de las ciencias sociales y humanidades en el despliegue de la tecnosfera.

34

Recuérdese que dicho despliegue conlleva multitud de acciones, por eso lo hemos concebido como un sistema y no como un mero conjunto de artefactos. Las acciones son impulsadas por agentes determinados y muchas veces requieren de grandes infraestructuras que consumen una cantidad elevada y creciente de energía. Ello no obsta para que también permitan conocer el estado del mundo con una calidad y precisión sin precedentes. A través de distintas tecnosferas es posible disponer de un número cada vez mayor de datos acerca de los ecosistemas, los cuales pueden ser recabados, analizados y monitorizados a través de las TIC. El Protocolo de Montreal o el Acuerdo de París, por ejemplo, hubieran sido impensables sin la red global de datos atmosféricos. Y lo mismo ocurre con la aparición de simulaciones computacionales, que no solo proporcionan una evolución con respecto a los métodos tradicionales de cálculo, sino que suponen una práctica distinta a la teorización y experimentación que posibilita la anticipación y el estudio de los diversos estados posibles del Sistema Tierra (Granados y Echeverría, 2019).

Desde el inicio de la Gran Aceleración del siglo XX, no hay duda del beneficio de todos estos avances que, entre otras cosas, han aumentado las capacidades de acción humana de una forma sin precedentes. La esperanza de vida ha aumentado, la mortalidad infantil ha disminuido y la educación es un bien más extendido que en anteriores épocas. No obstante, no solo han de considerarse los bienes del

Tecnoceno. También existen males. La actividad de la tecnosfera es capaz de alterar el Sistema Tierra y llevarlo a modos alternativos de operación que pueden llegar a ser irreversibles y poco deseables para los seres humanos. El deterioro ambiental, el agotamiento de recursos fósiles, la obsolescencia programada o el despliegue de la geoingeniería son algunos de los riesgos que entraña la gobernanza de la tecnosfera. Pero no los únicos. Conviene prever y prevalorar todos ellos, puesto que podrían dificultar la satisfacción de valores tan básicos como la supervivencia.

## **Financiamiento**

El presente trabajo ha sido financiado por el Departamento de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas de la Diputación Foral de Gipuzkoa, a través de una beca de investigación en información y comunicación del cambio climático (2019/2020).

## **Agradecimientos**

La presente contribución contiene implícitos varios aportes proporcionados al autor por Aitor Anduaga Egaña, Alejandro Cearreta, José Manuel de Cózar Escalante, Javier Echeverría Ezponda y Jaume Navarro Vives. El autor agradece a todos ellos por sus valiosos consejos y sugerencias.

35

## **Bibliografía**

Arias Maldonado, M. (2018). Antropoceno. La política en la era humana. Madrid: Taurus.

Asayama, S., Sugiyama, M., Ishii, A. y Kosugi, T. (2019). Beyond solutionist science for the Anthropocene: To navigate the contentious atmosphere of solar geoengineering. *The Anthropocene Review*, 6(1-2), 19-37.

Baskin, J. (2019). *Geoengineering, the Anthropocene and the End of Nature*. Cham: Palgrave Macmillan.

Beck, S. (2019). Coproducing Knowledge and Politics of the Anthropocene: The Case of the Future Earth Program. En F. Biermann y E. Löwbrand (Eds.), *The Practices of Political Study in the Anthropocene (191-211)*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bonnheim, N. B. (2010). History of climate engineering. *WIREs Climate Change*, 1(6), 891-897.

Boulton, G. (2018). The challenges of a Big Data Earth. *Big Earth Data*, 2(1), 1-7.

Byers, H. R. (1974). History of weather modification. En W. N. Hess (Ed.), *Weather and climate modification* (3-44). Nueva York: Wiley.

C2G2 (2019). *Geoingeniería: la necesidad de gobernanza*. Nueva York: Iniciativa Carnegie para la Gobernanza de la Geoingeniería Climática.

Cearreta, A. (2015). La definición geológica del Antropoceno según el Anthropocene Working Group (AWG). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(3), 263-271.

Cera, A. (2017). The Technocene or Technology as (Neo)Environment. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 21(2-3), 243-282.

Cózar Escalante, J. M. (2019a). Ingenieros del Antropoceno digital: la enseñanza de las ingenierías en una época incierta. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 14(41), 185-196.

Cózar Escalante, J. M. (2019b). *El Antropoceno. Tecnología, naturaleza y condición humana*. Madrid: Los Libros de la Catarata.

Cressey, D. (2012). Cancelled project spurs debate over geoengineering patents – SPICE research consortium decides not to field-test its technology to reflect the Sun's rays. *Nature*. 485(7399), 429.

36 Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000). The 'Anthropocene'. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.

Crutzen, P. (2006). Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: A contribution to resolve a policy dilemma? *Climatic Change*, 77, 211-219.

Dannenberga A. y Zitzelsberger, S. (2019). Climate experts' views on geoengineering depend on their beliefs about climate change impacts. *Nature Climate Change*, 9, 769–775.

Doel, R. (2003). Constituting the postwar earth sciences: The military's influence on the environmental sciences in the USA after 1945. *Social Studies of Science*, 33(5), 635-666.

Echeverría, J. (1999). *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona: Destino.

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

Echeverría, J. (2009a). Interdisciplinaridad y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno. *Sociologías*, 22, 22-53.

Echeverría, J. (2009b). Los riesgos de la globalización. En J.L. Luján y J. Echeverría (Eds.), *Gobernar los riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo* (187-206). Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.

Echeverría, J. (2015). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de las tecno-ciencias e innovaciones. *Revista iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 10(28), 109-119.

Ellis, E. C. (2015). Ecology in an anthropogenic biosphere. *Ecological Monographs*, 85(3), 287–331.

Feichter, J. y Quante, M. (2017). From predictive to instructive: Using models for geoengineering. En M. Heymann, G. Gramelsberger y M. Mahony (Eds.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-based Modelling and Simulation (178-194)*. Nueva York: Routledge.

Fleming, J. R. (2010). *Fixing the sky: The checkered history of weather and climate control*. Nueva York: Columbia University Press.

Fleming, J. R. (2004). Fixing the climate: Military and civilian schemes for cloud seeding and climate engineering. En L. Rosner (Ed.), *The technological fix: How people use technology to create and solve problems (X–XX)*. Londres: Taylor & Francis.

Fleming, J. R. (2007). The Climate Engineers. *Wilson Quarterly*, 31, 46-60.

Forman, P. y Sánchez-Ron, J. M. (Ed.) (1996). *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology: Studies in Twentieth-Century History*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

37

Future Earth (2014). *Strategic Research Agenda*. París: International Council for Science.

Galle, N. J., Notoslawski, S.A. y Pilla, F. (2019). The Internet of Nature: How taking nature online can shape urban ecosystems. *The Anthropocene Review*, 6(3), 279-287.

Gärdebo, J., Marzecova, A. y Knowles, G. (2017). The orbital technosphere: The provision of meaning and matter by satellites. *The Anthropocene Review*, 4(1), 44-52.

Greenpeace (2017). *Clicking Clean 2017: ¿Quién está ganando la carrera para construir un internet verde?* Recuperado de: [www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es).

Haff, P. K. (2013). Technology as a geological phenomenon: implications for human well-being. En C. N. Waters, Zalasiewicz J, M. Williams et al. (Eds.), *A stratigraphical basis for the Anthropocene. The Geological Society of London (301-309)*. Londres: Special Publications.

Harper, K. C. (2017). *Make it Rain: State Control of the Atmosphere in Twentieth Century America*. Chicago: University of Chicago Press.

Harper, K. C. (2008). Climate control: United States weather modification in the cold war and beyond. *Endeavour*, 32(1), 20–26.

Heymann, M. y Achermann, D. (2018). From Climatology to Climate Science in the Twentieth Century. En S. White, C. Pfister y F. Mauelshagen (Eds.), *The Palgrave Handbook of Climate History* (605-626). Londres: Palgrave McMillan.

Heymann, M. y Hundebøl, R. (2017). From heuristic to predictive: Making climate models into political instruments. En M. Heymann, G. Gramelsberger y M. Mahony (Eds.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-based Modelling and Simulation* (100-119). Nueva York: Routledge.

Heymann, M., Gramelsberger, G. y Mahony, M. (2017). Introduction. En M. Heymann, G. Gramelsberger y M. Mahony (Eds.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-based Modelling and Simulation* (1-17). Nueva York: Routledge.

Hornborg, A. (2015). The Political Ecology of the Technocene: Uncovering Ecologically Unequal Exchange in the World-System. En C. Hamilton, C. Bonneuil y F. Gemenne (Eds.), *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis: Rethinking Modernity in a New Epoch* (57-69). Nueva York: Routledge.

IPCC (2019). The Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/>.

38

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Josephson, P. (2011). Technology and the conquest of the Arctic. *The Russian Review*, 70(3), 419–439.

Josephson, P. y Zeller, T. (2003). The transformation of nature under Hitler and Stalin. En Walker M. (Ed.), *Science and Ideology: A Comparative History* (124–152), Londres: Routledge.

Keith, D. W. (2000). Geoengineering the climate: History and prospect. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 245-284.

Lamb, H. (1971). Climate-engineering schemes to meet a climatic emergency. *Earth-Science Reviews*, 7, 87-95.

López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.

Marchetti, C. (1977). On geoengineering and the CO2 problem. *Climatic Change*, 1, 59-68.

Marland, G. (1996). Could we/should we engineer the Earth's climate? *Climatic Change*, 33(3), 275–278.

McNeill, J. R. y Engelke, P. (2016). *The great acceleration: An environmental history of the Anthropocene since 1945*. Cambridge: Harvard University Press.

McNeill, J. R. y Unger, C. R. (Eds.) (2010). *Environmental histories of the Cold War*. Cambridge: Cambridge University Press.

NASA (2007). *Workshop Report on Managing Solar Radiation*. Moffett Field: Ames Research Center.

Philander, S. G. (Ed.) (2008). *Encyclopedia of global warming and climate change*. Thousand Oaks: SAGE.

Ortega y Gasset, J. (1939). *Meditación de la técnica*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Quintanilla, M. A. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica.

Rayner S., Heyward C., Kruger T., Pidgeon, N., Redgwell, C. y Savulescu, J. (2013). *The Oxford Principles*. *Climatic Change*, 121(3), 499-512.

Rispoli, J. y Grinevald, J. (2018). Vladimir Vernadsky and the Co-evolution of the Biosphere, the Noosphere, and the Technosphere. *Technosphere Magazine*. Recuperado de: <https://technosphere-magazine.hkw.de/p/Vladimir-Vernadsky-and-the-Co-evolution-of-the-Biosphere-the-Noosphere-and-the-Technosphere-nuJGbW9KPxrREPxXxz95hr>.

39

Robinson, E. y Robbins, R. C. (1968). *Sources, abundance, and fate of gaseous atmospheric pollutants*. Estados Unidos: Stanford Research Institute.

Shaw, D. J. B. (2015). Mastering nature through science: Soviet geographers and the Great Stalin Plan for the transformation of nature, 1948–53. *The Slavonic and East European Review*. 93(1), 120–146.

Sloterdijk, P. (2016). *Was geschah in 20. Jahrhundert?* Berlin: Suhrkamp Verlag.

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Graftney, O. y Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.

Steffen, W., Rockström, J. y Richardson, K. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 11(33), 8252–8259.

Stephens, J. y Surprise K. (2020). The hidden injustices of advancing solar geoengineering research. *Global Sustainability*, 3(E2), 1-6.

Spice Project (2013). *Stratospheric Particle Injection for Climate Engineering*. Recuperado de: <http://www.spice.ac.uk/>.

Stavins, R. N. y Stowe, R. C. (Eds.) (2019). *Governance of the Deployment of Solar Geoengineering*. Cambridge: Harvard Project on Climate Agreements.

Straffon, A. (2018). *Manejo de la Radiación Solar: implicaciones para América Latina*. Recuperado de: [www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org).

Subcommission on Quaternary Stratigraphy (2019). *Working Group on the 'Anthropocene'*. Recuperado de: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>.

The Royal Society (2009). *Geoengineering the climate. Science, governance and uncertainty*. Londres: RS Policy Document.

Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? *Desacatos*, 54, 40-57.

Uekötter, F. (2010). The end of the Cold War: A turning point in environmental history?. En J. R. McNeill y C. R. Unger (Eds.), *Environmental histories of the Cold War (343–352)*. Cambridge: Cambridge University Press.

Weart, S. P. (2011). *Climate modification schemes*. Recuperado de: <http://www.aip.org/history/climate>

40

Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C. N., Barnosky, A. D., Palmesino, J., Rönnskog, A. S., Edgeworth, M., Neal, C., Cearreta, A., Ellis, E. C., Grinevald, J., Haff, P., Ivardosul, J. A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Odada, E., Oreskes, N., Price, S. J., Revikin, A., Steffen, W., Summerhayes, C., Vidas, D., Wing, S. y Wolfe, A. P. (2017). Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review*, 4(1), 9-22.

Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C. N., Barnosky, A. D. y Haff, P. (2014). The technofossil record of humans. *The Anthropocene Review*, 1(1), 34-43.

Zikeev, N. T. y Doumani, G. A. (1967). *Weather modification in the Soviet Union, 1945–1966: A selected annotated bibliography*. Washington DC: Library of Congress Science and Technology Division.

### **Cómo citar este artículo**

Granados Mateo, J. L. (2021). Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad — CTS*, 16(46), 11-40.

**Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo  
en un *corpus* completo de producciones científicas \***

**Produtividade, bibliodiversidade e bilinguismo  
em um *corpus* completo de produções científicas**

***Publishing Performance, Bibliodiversity and Bilingualism  
in a Complete Corpus of Scientific Publications***

**Fernanda Beigel y Osvaldo Gallardo \*\***

Las discusiones sobre sistemas de información científica, repositorios institucionales y publicaciones en acceso abierto se renuevan continuamente en América Latina y otras latitudes. Ganan protagonismo las iniciativas que buscan recopilar la totalidad de la producción de quienes hacen investigación científica, y no únicamente la publicación indexada. En esa línea, este artículo analiza el *corpus* completo de publicaciones del total de los investigadores y las investigadoras del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Se observan los estilos de publicación (formato, idioma y lugar), las diferencias entre las áreas disciplinares y algunas de las asimetrías de género. También se analizan las transformaciones de la última década en las culturas evaluativas y en la política de reclutamiento del organismo. Los resultados arrojan que el formato *paper* y el inglés, si bien dominantes, conviven con formas diversas de producción y circulación del conocimiento. Las publicaciones en Argentina, en español y en libros, están lejos de resultar marginales para la población analizada.

41

**Palabras clave:** bibliodiversidad; CONICET; publicaciones científicas; circulación del conocimiento

---

\* Recepción del artículo: 21/07/2020. Entrega de la evaluación final: 07/08/2020.

\*\* *Fernanda Beigel*: investigadora principal de CONICET (INCIHUSA, CCT-Mendoza). Profesora de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Correo electrónico: mfbeigel@mendoza-conicet.gob.ar. *Osvaldo Gallardo*: becario posdoctoral de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina. Profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional de Cuyo. Correo electrónico: osvaldogallardo87@gmail.com.

Discussões sobre sistemas de informação científica, repositórios institucionais e publicações de acesso aberto são continuamente renovadas na América Latina e em outras latitudes. Ganham destaque iniciativas que buscam compilar toda a produção dos pesquisadores, e não apenas a publicação indexada. Nesse sentido, o artigo analisa o *corpus* completo de publicações do número total de pesquisadores do Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica (CONICET, Argentina). São observados os estilos de publicação (formato, idioma e local), as diferenças entre áreas disciplinares e algumas assimetrias de gênero. Também são analisadas as transformações da última década nas culturas avaliativas e na política de recrutamento do CONICET. Os resultados mostram que o formato paper e o inglês, embora dominantes, coexistem com diferentes formas de produção e circulação do conhecimento. As publicações na Argentina, em espanhol e em livros, estão longe de ser marginais para a população analisada.

**Palavras-chave:** bibliodiversidade; CONICET; publicações científicas; circulação do conhecimento

*Discussions on open access publishing, scientific information systems, and institutional repositories are continually renewed in Latin America and other latitudes. Initiatives that seek to compile everything produced by scientific researchers, and not only indexed publications, also take a central role. To this end, this article analyzes the complete publication corpus of all the researchers of the National Council for Scientific and Technical Research (CONICET, due to its acronym in Spanish) of Argentina. Publishing styles are examined (format, language, and place), in addition to differences between disciplines and specific gender asymmetries. The article also delves into the changes occurred in the last decade within the assessment cultures of CONICET and its recruitment policy. The results show that, while the paper format and the English language are dominant, they coexist with other forms of knowledge production and circulation. Publications in Argentina, written in Spanish and published in book format, are far from marginal in the population analyzed.*

42

**Keywords:** *biodiversity; CONICET; scientific publications; knowledge circulation*

## Introducción

Varios estudios han señalado que la comunidad académica siente una gran presión por publicar y no siempre advierte las distorsiones que esto produce en la selección de sus temas de investigación o en las formas de escritura (Giménez Toledo, 2016; Gingras, 2016). Esta presión fue estimulada por la creciente cuantificación de las evaluaciones, así como por el uso y abuso de los indicadores de impacto (Ràfols, 2019; Sivertsen, 2019). Este productivismo no se reduce a acumular cualquier cantidad de trabajo publicado, porque prima la indexación de la revista en su proceso de valoración. Aquella célebre frase “publicar o perecer” derivó en “publicar en el *mainstream* o perecer en la periferia”. Este estado de cosas favoreció el reemplazo de la evaluación de la calidad científica de cada pieza publicada por una sofisticada bibliometría de las revistas (Beigel, 2014).

Los rankings universitarios vinieron a consolidar el poder de reconocimiento de algunos sistemas de indexación y se convirtieron en una especie de coordinación transnacional de políticas de evaluación (Kehm, 2020). Lentamente comenzaron a aparecer sistemas de incentivo salarial a la publicación en revistas de “alto impacto” y esto incidió en la morfología de las revistas nacionales. La hipercentralidad del inglés en ese sistema de publicaciones contribuyó al abandono paulatino de las lenguas locales, con el empobrecimiento cultural que conlleva y el efecto negativo que tiene en las posibilidades de vinculación entre la sociedad y la producción de conocimientos (De Swaan, 2001; Lillis y Curry, 2010; Gerhards, 2014). El abandono del libro en favor de los artículos, un fenómeno que comenzó en las ciencias exactas y naturales y se extendió a la mayoría de las disciplinas, fue consolidando el prestigio de la revista *mainstream* y su eficacia consagratoria. Así, los investigadores contribuyeron con sus evaluaciones *ad honorem* y su convicción ecuménica a sostener una industria del prestigio académico que ahora les agobia con sus exigencias productivistas.

43

Un elemento central que promovió la universalización de una jerarquía de revistas y la homogeneización de la lengua inglesa como forma de comunicación transnacional está relacionado con el uso exclusivo de bases de datos como Web of Science (en adelante WoS, ahora propiedad de Clarivate) y Scopus (Elsevier) en los estudios de la ciencia a nivel internacional, en los rankings universitarios y en los procesos de evaluación. Estas dos empresas producen un ranking de revistas según la cantidad de citas que reciben en revistas de la misma base de datos. Por lo tanto, el factor de impacto no mide la circulación de un determinado artículo, ni de su autor, en el mundo académico, sino la repercusión de una revista en el medio que ofrece cada base de datos compuesto por la colección de revistas que están allí indexadas. Son conocidas las distorsiones producidas por el factor de impacto y sus efectos nocivos en la industria editorial: revistas predatorias que cobran por publicar sin garantizar una evaluación académica ciega ni externa, colaboraciones entre autores favorecidas por la búsqueda de mayor “impacto” y desplazamiento del peso de la evaluación de pares, entre muchas otras (Biagioli y Lippman, 2020). La demanda creciente de acceso abierto en la comunidad académica estimuló a estas editoriales comerciales a promover el acceso abierto de sus revistas. Pero las pérdidas económicas generadas por el fin de las suscripciones onerosas que cobraban se transfirieron a los autores y, como resultado, se extiende cada vez más el acceso abierto comercial a través

del *Author Publishing Contribution* (Guédon, 2011; Debat y Babini, 2019). Todo esto no hace más que reforzar la segmentación global de la circulación del conocimiento entre gobiernos e instituciones poderosas que pueden pagar su entrada al circuito *mainstream* y países y universidades pobres que publican en circuitos no comerciales.

El caso de China es muy interesante para analizar los efectos de esta bibliometría dominante en el desarrollo de una comunidad otrora periférica. Quan *et al.* (2019) recuerdan que China se convirtió en el país más importante en la producción de artículos científicos en las bases de datos comerciales y que tanto en términos de producción como de citación, aumentó la cantidad de sus publicaciones y su participación en las bases *mainstream*. Esto impulsó no solo la ciencia básica sino también el desarrollo tecnológico y el aumento de patentes. Sin embargo, Tao Tao (2020) llama la atención sobre un reciente movimiento “nacionalizante” que apunta a un cambio en la cultura evaluativa para redireccionar la investigación en ese país. Este cambio se inspira en una mirada crítica sobre cómo las instituciones chinas modelaron sus prácticas para alcanzar mayor impacto y cómo presionaron a sus investigadoras e investigadores para publicar más. La nueva tendencia informa que los *papers* serán usados como evaluación principal solo para la investigación básica y no para el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada. Y para los investigadores básicos solo un grupo de producciones representativas será analizado dejando de lado el factor de impacto. Se impulsará que, al menos, un tercio de esos trabajos representativos se publiquen en revistas chinas con circulación internacional. Zhang y Sivertsen (2020) analizan la reforma de la evaluación en curso en ese país y destacan su finalidad tendiente a recuperar la relevancia local del conocimiento, aunque señalan la necesidad de contar con nuevos instrumentos de evaluación acorde a las nuevas metas y sistemas de información integrales de toda la producción nacional.

44

Nadie duda que el factor de impacto y el circuito *mainstream* han tenido una incidencia relevante en los estilos de publicación de la comunidad académica, tanto en los países hegemónicos como en la llamada “periferia”. Sin embargo, es difícil calibrar verdaderamente esa incidencia porque se usan esas mismas bases de datos comerciales para construir las comparaciones y arrojar conclusiones respecto de la “ciencia mundial”. Son escasos los estudios de trayectorias académicas en universos completos de currículum por la sencilla razón de que estas bases de datos de personas no están por lo general disponibles.<sup>1</sup> Una excepción es Brasil con su sistema LATTES, que ofrece este tipo de recursos que incluyen todas las publicaciones de cada agente del sistema científico-tecnológico. Un reciente estudio de Mugnaini, Damasceno, Digiampietri y Mena-Chalco (2019) analiza, por ejemplo, la lista completa de publicaciones de 260.663 personas de ese país y demuestra que las revistas brasileñas ocupan una importante porción de los artículos en todas las áreas y que el 60% del total de revistas en las que estos artículos están publicados corresponden a revistas no indexadas en Scopus, WoS ni SciELO. Este tipo de estudios permite

---

1. Algunos sistemas de información creados recientemente apuntan a revalorizar la publicación en libros, como el Spanish Scholarly Publishers Indicators (Giménez Toledo, Mañana-Rodríguez y Sivertsen, 2017; Toledo *et al.*, 2019). También existe el “modelo noruego”, que consiste en un índice científico nacional que reúne y actualiza con cada *curriculum vitae* o presentación institucional toda la producción científica del país en todos los formatos (Sivertsen, 2019).

conocer la diversidad de estilos de producción y circulación de conocimientos existente en una comunidad, potenciando así reorientaciones en los sistemas de evaluación y políticas científicas informadas.

Pero estas plataformas no están disponibles en el resto de los países todavía. En el caso de Argentina, se han hecho muchos esfuerzos para unificar los sistemas de información en el Portal de Información de Ciencia y Tecnología, pero CVar todavía no se constituye en una plataforma interoperable y carece de los currículums completos actualizados. Para el presente trabajo construimos un *corpus* de gran envergadura a partir del sistema de gestión y evaluación que utiliza el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), denominado SIGEVA, que dispone de currículums unificados y actualizados para todos sus agentes. El CONICET es un organismo público que ofrece una carrera de investigación *full time* (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico - CIC) que puede o no ser complementada por un cargo docente en una universidad. Si bien la gran mayoría de los investigadores del CONICET tiene un cargo docente, las universidades públicas tienen su propia carrera de investigación con una categorización diferenciada: el Programa de Incentivos a Docentes Universitarios (PROINCE). La convivencia de estas dos carreras de investigación, sumada a la existencia de una fuerte tradición de autonomía universitaria, ha dificultado la existencia de un único sistema de información curricular.

El SIGEVA se implementó ya en muchas universidades, pero estos sistemas no son interoperables en una plataforma pública. Los repositorios de las universidades, por su parte, avanzan desigualmente, despendiendo de la institución, a pesar de la existencia de la Ley Nacional N° 26.899 de Creación de Repositorios Digitales Institucionales de Acceso Abierto, promulgada en diciembre de 2013 y reglamentada en 2016. Por su parte, CONICET tiene un repositorio institucional muy importante, con una curaduría profesional y un avance sostenido en el tiempo. Hasta el momento, CONICET Digital ha procesado 109.552 títulos que corresponden a investigadores e investigadoras, becarios y becarias o personal de apoyo del organismo. Se trata de un repositorio muy importante que contiene publicaciones de agentes activos y también jubilados, mientras que el *corpus* que presentamos en este trabajo analiza el total de las publicaciones de investigadores e investigadoras activos del organismo.

A partir de nuestra solicitud formal, los datos que sostienen este estudio empírico nos fueron provistos por el CONICET entre el 14 de enero y el 3 de febrero de 2020. Se trata de todas las publicaciones registradas en SIGEVA por 10.619 agentes en carrera de investigación a esa fecha: un total de 422.209 producciones y 19.958 informes técnicos.<sup>2</sup> En lo que sigue, comenzaremos por describir la composición demográfica del CONICET y su evolución histórica amalgamando estudios previos que nos permitieron observar diferencias generacionales y desigualdades institucionales. En la primera parte, hacemos una descripción estadística de la productividad observada por área científica y categoría, así como las asimetrías de género que en ella se

---

2. Agradecemos el compromiso y los esfuerzos de Andrés Profeta (Área de Recursos Humanos). Agradecemos también el apoyo de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2017-2647) y de la Chaire Femmes et Science de l'Université Paris Dauphine – PSL.

evidencia. Luego analizamos los lugares de publicación de esta producción, el peso del vector local del diálogo científico, la relación entre la publicación en libros y artículos, así como la diversidad lingüística. Finalmente, efectuamos una caracterización del período de contracción que se vivió recientemente en el organismo para explicar los cambios en la productividad que se observan en la generación más joven. Esperamos que este tipo de trabajo permita avanzar en la necesidad de construir sistemas de información integrados y repositorios de nueva generación.

### **Expansión y contracción del CONICET: productividad y asimetrías de género**

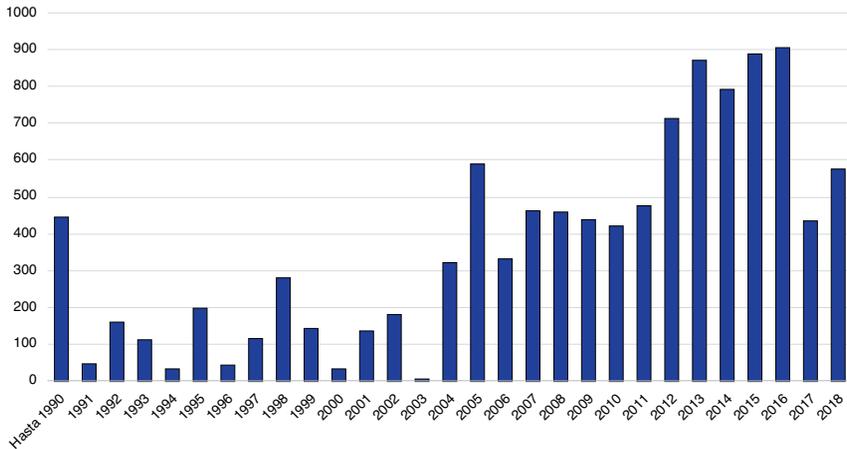
La evolución del CONICET debe enmarcarse en el contexto de un sistema científico que vivió una etapa de expansión (2004-2014) y un período de contracción (2015-2019) que afectó recientemente las vacantes de ingreso a carrera. Junto con el impacto de la eliminación de los límites de edad y los nuevos requisitos de las convocatorias en Temas Estratégicos, desde 2017, y Fortalecimiento, Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), desde 2018, su generación joven se caracteriza por haber ingresado en un esquema de alta competitividad. Más adelante veremos el efecto que todo esto tuvo en el aumento de la cantidad de publicaciones requeridas para una aplicación exitosa de ingreso, lo que brinda una singularidad a estas cohortes respecto del resto. Los recortes en las vacantes se observan con claridad en la convocatoria 2015 (representada por los ingresantes 2017) y la siguiente (ingresantes 2018).<sup>3</sup> Producto de la envergadura del período de expansión inmediatamente anterior, sin embargo, la pirámide demográfica del CONICET sigue siendo todavía predominantemente joven (el 64,4% son asistentes y adjuntos y tres cuartas partes de las personas en estas categorías tienen menos de 45 años). El **Gráfico 1** muestra los cambios cuantitativos ocurridos en el universo activo de investigadores e investigadoras del CONICET según su año de ingreso o efectivización, reflejando un crecimiento constante desde 2004 pero más marcado entre 2012 y 2016.

46

---

3. Los plazos de efectivización del ingreso de quienes son aprobados y aprobadas para ingresar en la carrera de investigación durante una convocatoria por lo general son de poco más de un año, en un proceso que se realiza por lotes distribuidos a lo largo de varios meses. El **Gráfico 1** está organizado por año de ingreso y no por el año de la convocatoria. Ingresantes 2019 y 2020 quedaron fuera de este estudio porque no formaban parte del universo activo a la fecha de extracción de los datos en SIGEVA.

**Gráfico 1. Investigadores e investigadoras del CONICET en actividad a febrero de 2020, por año de ingreso 1990-2018 (n=10.619)**



Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (2000)

En otros trabajos (Beigel, Gallardo y Bekerman, 2018) hemos analizado las características del período de expansión del campo científico-universitario argentino, un espacio institucional predominantemente público, que triplicó la cantidad de investigadores *full time* entre 2004 y 2016. Se repatriaron más de mil argentinos y argentinas que habían emigrado en épocas de crisis, capitalizando las redes que se construyeron durante sus experiencias en el exterior. La movilidad académica fue estimulada por programas nacionales tendientes a motorizar las estadías posdoctorales y de perfeccionamiento, una movilidad pensada no solo en un sentido exógeno, sino también promoviendo el ingreso al país de contingentes de estudiantes y académicos extranjeros, mayormente latinoamericanos. A diferencia de las políticas de formación en el exterior aplicadas en países vecinos como Brasil o Chile, la Argentina fue disminuyendo sus becas doctorales externas hasta cerrar ese programa en el CONICET en 2007. Se financiaron becas solo para doctorados en Argentina y se crearon líneas de financiamiento para apoyar las escuelas doctorales en las universidades nacionales. Hubo una gran inversión en infraestructura, creándose el Polo Científico Tecnológico y varios centros científico-tecnológicos e institutos nuevos en el interior del país. Como resultado, el balance de las políticas científicas de expansión arroja una combinación entre acciones de tipo internacionalizante con políticas dirigidas al fortalecimiento nacional.

Repasemos ahora la distribución del universo actual de investigadores e investigadoras por área científica y los efectos de la contracción del sistema en los últimos años. La gran área con mayor cantidad de agentes sigue siendo ciencias biológicas y de la salud (CBS), mientras que ciencias agrarias, de la Ingeniería y de Materiales (CAIM) aparece en segundo lugar. Las ciencias exactas y naturales (CEN) y las ciencias sociales y humanidades (CSH) prácticamente se han igualado. Los

informes recientes del CONICET muestran que, analizada la composición interna de las áreas en relación con la categoría de sus miembros, las CSH tiene una proporción de investigadores en la categoría principal más baja que el resto de las áreas. Esto se relaciona con los determinantes históricos que interrumpieron su proceso de crecimiento, de sobra conocidos: los y las ingresantes más “antiguos” están menos representados que en las otras áreas, mientras que entre 2011 y 2015 esta área concentró el mayor ingreso a la CIC. Según Jeppesen *et al.* (2019), las tasas de promoción, comparativamente con otras áreas, muestran una diferencia importante en la categoría de investigador superior donde las CSH tienen el porcentaje más bajo de éxito (34,5%).

Entre las convocatorias de ingreso 2013 y 2016, la cantidad de personas en CIC se incrementó en un 34%, cerrando un período de fuerte expansión que había comenzado en 2005. El mayor salto lo dio el área de CAIM, con un crecimiento de 58%. Las otras áreas experimentaron una expansión más modesta, pero igualmente destacable, CSH (38%), CBS (30%) y CEN (17%). En todas estas cohortes las mujeres ingresantes han sido mayoría, con un máximo del 60% en 2015 y un mínimo de 55% en 2018. En CBS y CSH, en todos los años, las mujeres representaron más ingresos a carrera (64% en promedio en CBS, y 60% en CSH). En CAIM también han sido mayoría (promedio de 56% en estos cinco años), aunque fueron menos en 2018 (48%). En CEN se alternaron años de mayoría de varones y de mujeres, con dos años, 2014 y 2018, de coincidencia exacta en la cantidad de ingresos. La gran mayoría de estas personas está inserta en la red institucional del CONICET (68,7%) o en las universidades nacionales (24,1%). También son lugar de trabajo otros organismos nacionales de ciencia y tecnología (2,8%), las universidades privadas (1,8%), las fundaciones, asociaciones y organismos no estatales sin ánimo de lucro (1,1%), organismos provinciales (0,5%) y empresas privadas (0,1%).

48

Ya hemos observado que el crecimiento en términos de cantidad de investigadores e investigadoras no resolvió asimetrías estructurales relacionadas con las históricas desigualdades intranacionales e interinstitucionales (Beigel *et al.*, 2018). El resultado más significativo de las políticas de federalización se registró en la zona Sur, pero la Universidad de Buenos Aires sigue concentrando una parte importante de los lugares de trabajo de los investigadores. El 78% de los investigadores actuales se concentra en los cuatro principales distritos: Buenos Aires (29%), Ciudad Autónoma de Buenos Aires (28,4%; 19% en la UBA), Córdoba (11,7%) y Santa Fe (8,8%). Otras provincias como Mendoza, Tucumán, Río Negro, Chubut, San Luis, Salta y San Juan agrupan, en conjunto, al 16% de los investigadores. Las restantes 13 provincias tienen menos del 1% cada una y en conjunto reúnen al 5% de los casos. Para un 1% no se pudo establecer certeramente la provincia. Según Niembro (2020), esta concentración se modificó poco a pesar de las iniciativas de federalización de la ciencia en la última década. Los cupos geográficos en los ingresos a CIC o iniciativas como la convocatoria de fortalecimiento I+D+i tendieron a garantizar un mínimo de ingresos en algunas provincias (a veces, un único investigador o una única investigadora) antes que a modificar la tradicional concentración en la distribución de investigadores.

En relación con las asimetrías de género, decíamos que la participación de las mujeres en el universo del CONICET ha crecido significativamente: tal como puede

verse en la **Tabla 1**, actualmente representan el 53,6% del total. Sin embargo, hay algunas brechas de género que todavía persisten y que no son ajenas a las estructuras que predominan en otros organismos de ciencia y tecnología, así como en otras universidades del país y de Iberoamérica (Albornoz, Barrera, Matas, Osorio y Sokil, 2018). No se trata solamente de barreras verticales, sino que también existen brechas horizontales, a pesar del crecimiento de las doctoras e investigadoras. Esto se observa en la reducida presencia de mujeres en ciertas disciplinas científicas y tecnológicas y el rol desempeñando en institutos o laboratorios, así como en los mismos equipos de investigación que se encuentran fuertemente masculinizados (Perelló Tomás, 2012; Thelwall, 2019; Sarthou, 2019). Moschkovich y Almeida (2015) realizaron un estudio de caso en la Universidade Estadual de Campinas y observaron que el número de doctoras y profesoras ascendió en el último período constantemente hasta sobre pasar el 50% del total. Inclusive reconocen en la educación superior un espacio particularmente proclive a la inserción de las mujeres en Brasil, debido a una serie de factores que otorgan ventajas por sobre otro tipo de espacios del mercado laboral. Sin embargo, destacan la escasa participación femenina en las estructuras de poder de las universidades tanto en las jerarquías docentes como en los cargos de gestión. Buquet, Cooper, Mingo y Moreno (2013) sostienen que en México es común que se considere que la menor presencia de las mujeres en las esferas más altas del mundo académico es el resultado histórico de su incorporación tardía a las instituciones de educación superior, y que este fenómeno se irá corrigiendo con el paso del tiempo. Sin embargo, los datos que ponen a consideración demuestran que la inercia histórica no es un factor suficiente para explicar las desigualdades en la participación de ambos sexos en las jerarquías académicas. Convergentemente, cabe señalar que las mujeres tienden a estar sobrerrepresentadas en las comisiones evaluadoras que cargan con la mayor parte del trabajo administrativo, pero subrepresentadas en la composición de las instancias decisorias de mayor jerarquía. En el CONICET esa situación se observa en la composición de la Junta Calificadora de Méritos (el 60% de sus miembros son hombres) y en el directorio, donde hay sólo dos mujeres.<sup>4</sup>

49

Analicemos ahora la evolución reciente de la paridad de género en la distribución de las categorías CIC. La **Tabla 1** muestra que persisten asimetrías en las categorías más altas, aunque, respecto de 2016, se redujeron en la categoría principal y aumentaron en la categoría superior, lo que abona una explicación por crecimiento de las mujeres en las promociones, dado el aumento de la población en los últimos cinco años. Precisamente, en los años de los que tenemos datos para promoción (2014-2018) obtuvieron una categoría más alta 5228 investigadores, siendo un 52% mujeres. Ellas fueron mayoría en las promociones a las categorías asistente (55,7%) y adjunto (51,5%), pero la relación cambia en el pase a principal (45,5%) y se invierte para superior (23%).

---

4. No es un dato menor que la nueva presidenta sea hoy la Dra. Ana Franchi y seguramente es un buen augurio respecto de los cambios que el CONICET se debe en esta dirección.

**Tabla 1. Investigadores e investigadoras de CONICET por categoría y sexo (2015 y 2020 - porcentajes del total general)**

Categoría	2015 (N=7905)			2020 (N=10619)		
	Mujeres	Hombres	Subtotal	Mujeres	Hombres	Subtotal
Asistente	17,4%	13,5%	31%	17,3%	11,2%	28,5%
Adjunto	17,5%	15,1%	32,7%	20,0%	15,9%	35,9%
Independiente	11,6%	12,5%	24,1%	11,5%	11,8%	23,3%
Principal	3,8%	5,9%	9,7%	4,4%	6,1%	10,4%
Superior	0,7%	1,9%	2,6%	0,4%	1,5%	1,9%
<b>Subtotal</b>	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>	<b>53,6%</b>	<b>46,4%</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (2015 y 2020)

Ahora bien ¿qué impacto tienen las brechas de género en los estilos de publicación? La participación en las estructuras de poder universitario o gestión científica no garantizan una direccionalidad ni una mayor circulación del conocimiento producido por esas personas. En cambio, sí resulta decisivo el papel del prestigio académico acumulado, las redes colaborativas, la movilidad y el capital social institucional adquirido para la construcción de las disposiciones y saberes que se requieren para ingresar en determinados circuitos de publicación. Según Albornoz *et al.* (2018), en Iberoamérica el 46% de los artículos publicados en WoS están firmados por mujeres, una participación menor a la de su representación demográfica en los sistemas científicos de esta región. Por otra parte, se verifica una mayor productividad de los hombres y, asimismo, que están más conectados que las mujeres con otros colegas de Iberoamérica por medio de la firma conjunta: en promedio, un 27% más. En el caso de India, por ejemplo, la participación de las mujeres en las publicaciones es bastante más baja, oscilando entre el 20 y el 37% según la disciplina (Paswan y Singh, 2019).

Aunque la tendencia histórica es a la suba de los artículos firmados por mujeres, el sistema de evaluación, revisión y rechazo de publicaciones en el circuito *mainstream* es predominantemente masculino en sus formas, usos y costumbres, por lo que podemos suponer que esto incide en que la tasa de éxito en las revistas sea mayor en los artículos firmados por hombres. Esto no significa necesariamente que las mujeres tienen mayores posibilidades de circulación local, en revistas de su propio país o de las instituciones de las que forman parte. No conocemos estudios que hayan observado el comportamiento de las tasas de rebote/éxito en las revistas según los circuitos y disciplinas, pero los datos que analizamos en este trabajo permiten verificar que hay una importante diferencia de productividad entre los sexos. Esta tendencia seguramente se agudizará durante la actual coyuntura de pandemia del Covid-19, como ya sugieren varios estudios que observan la reducción de la cantidad de artículos recibidos en las revistas, como producto de la intensificación de las tareas de cuidado y trabajo doméstico (Vincent-Lamarre, Sugimoto y Larivière, 2020).

El análisis por sexo de la cantidad acumulada de publicaciones en toda la trayectoria hasta febrero de 2020 apunta una constatación general para el universo que nos ocupa: la productividad en términos de artículos es significativamente más baja para las mujeres. Mientras ellas publican en promedio 28 artículos, los varones 37. Para el caso de los libros y capítulos de libros la relación es bastante más equilibrada. La **Tabla 2** sintetiza los promedios de publicaciones incluyendo las diferencias según lengua. Resulta notoria la mayor producción de los varones en inglés (25,4) respecto de las mujeres (18,5).

**Tabla 2. Promedio de artículos, capítulos y libros por investigador, según sexo (n=422.209)**

Tipo de publicación	Mujeres	Hombres
Artículos	28	37
Capítulos	6	6,1
Libros	1,4	1,7
Publicaciones en español (todos los tipos)	12	12
Publicaciones en inglés (todos los tipos)	18,5	25,4

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

51

Es significativo que las diferencias de productividad se acentúan en las generaciones mayores mientras se reducen en las categorías noveles. En asistentes, la diferencia entre la productividad de artículos de varones y mujeres es de 0,7. Pero asciende a 2,9 en adjuntos; a 5,4 en independientes; y a 8,5 en principales. Esta diferencia se corresponde con la disminución de la proporción de mujeres hacia las categorías más altas que se observó en la **Tabla 1** (61% en asistente, 42% en principal).<sup>5</sup> Convergentemente, conviene analizar la relación entre estas diferencias de productividad con las disciplinas para verificar la incidencia del grado de feminización de las grandes áreas. El área con mayor presencia de mujeres es CBS, donde el balance a favor de la cantidad de mujeres es muy marcado en la categoría Independiente (60%) aunque se invierte en la categoría principal (46%). Sin embargo, como puede verse en la **Tabla 3**, es el área con mayor diferencia entre la productividad promedio de artículos entre varones y mujeres (14), un valor próximo al de CEN (12), que tiene una proporción de mujeres mucho menor. CBS también presenta la mayor diferencia en la publicación en inglés y, dejando de lado a las CSH; asimismo la tiene en producción de capítulos, de libros, y en español. CSH y CAIM aparecen, desde

5. La relación de causalidad entre menor productividad y acceso a las etapas más jerárquicas de la carrera es un asunto complejo, relacionado con la cultura evaluativa de los procesos de promoción en el CONICET que estamos estudiando actualmente, pero no tenemos aún resultados publicables.

esta aproximación, como las áreas con menores diferencias entre varones y mujeres. Los únicos dos casos en los que la diferencia cambia de signo —esto es, las mujeres aparecen con mayor productividad que los hombres— se dan en los capítulos en CAIM y en las publicaciones en español en CEN.

**Tabla 3. Promedio publicaciones e idiomas por investigador, según sexo (n=10.619)**

Indicador	CSH	CAIM	CBS	CEN
Hombres: promedio total de publicaciones	54,4	35,7	46,5	45,2
Mujeres: promedio total de publicaciones	47,7	30,5	31,6	33,3
Hombres: promedio de artículos	31,5	31	42,5	42,1
Mujeres: promedio de artículos	27,6	25,6	28,7	30,4
Hombres: promedio de capítulos	17,2	3,9	3,4	2,6
Mujeres: promedio de capítulos	15,5	4,1	2,5	2,5
Hombres: promedio de libros	5,7	0,9	0,7	0,6
Mujeres: promedio de libros	4,2	0,8	0,3	0,4
Hombres: promedio de total de publicaciones en inglés	6,5	24,8	32,8	33,2
Mujeres: promedio de total de publicaciones en inglés	4,5	21	23,3	24,4
Hombres: promedio de total de publicaciones en español	39,9	5,9	5,5	3,9
Mujeres: promedio de total de publicaciones en español	36,8	5,8	3,4	4,1

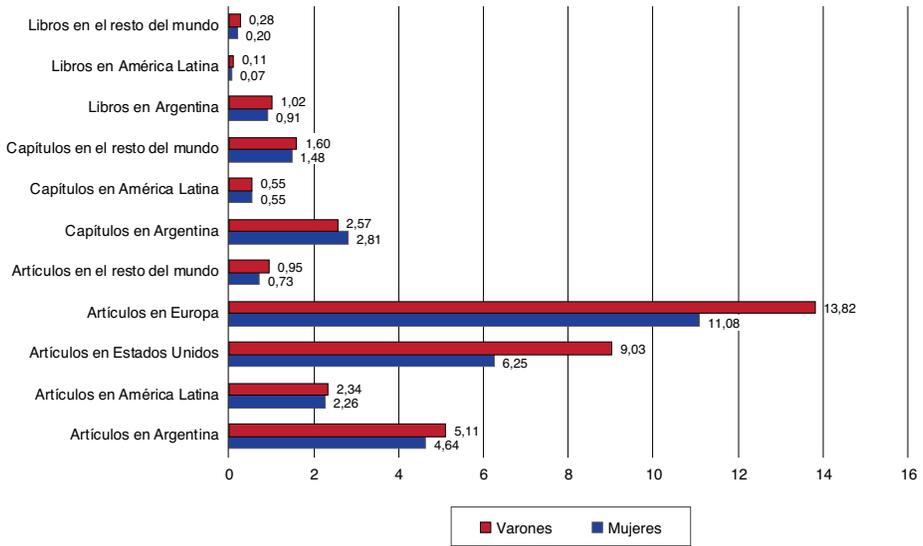
Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

El **Gráfico 2** desarrolla la comparativa de promedios en los distintos tipos de publicación en función de su lugar de publicación y sexo, para la totalidad del CONICET. En todos los casos, la productividad de varones es superior a la de mujeres, excepto en la publicación de capítulos en Argentina (el promedio de capítulos en el resto de los países latinoamericanos es igual entre ambos sexos). A nivel de libros, la productividad de varones sólo es mayor en los libros editados fuera de la región.<sup>6</sup> En el caso de los

6. Es un patrón que se repite para el resto de las modalidades. La productividad promedio de libros publicados en Argentina es mayor para varones que para mujeres (1 y 0,9 respectivamente) y la diferencia se acentúa en el caso de los libros editados en el resto de América Latina (0,07 y 0,1) y en el resto del mundo (0,2 y 0,3), aunque se trata, en todos los casos, de valores absolutos muy pequeños.

artículos en revistas, que es el componente principal de la producción publicada de los investigadores del CONICET, el promedio de artículos en América Latina —Argentina excluida— es casi igual entre ambos sexos, pero la productividad en revistas editadas en otras regiones es significativamente menor para las mujeres.

**Gráfico 2. Promedio de libros, capítulos y artículos según lugar de publicación, por sexo**



Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

En estudios previos (Beigel, 2017; Gallardo, 2019) hemos podido constatar que la circulación en revistas *mainstream* y la escritura en inglés no depende tanto del capital cultural heredado y del aprendizaje de esta lengua en la socialización primaria. En el aprendizaje de la escritura en inglés académico incide más directamente el proceso de formación dentro de un equipo de investigación con una larga tradición de publicación en ese idioma, los saberes y disposiciones adquiridas en institutos que acumularon prestigio internacional y un capital social que se distribuye en relación con las relaciones de poder de esas instituciones. Las redes internacionales pesan igualmente para disponer de la colaboración de hablantes nativos que cumplen una función importante como correctores y a veces como entrenadores vocacionales en estas habilidades idiomáticas. El estudio comparativo de capacidades lingüísticas e internacionalización que desarrollamos a través de una encuesta en Brasil, Argentina y Chile mostró que el capital escolar de origen no tenía una incidencia determinante para la publicación en inglés. En el caso de Argentina, la encuesta demostró que el 95,1% de los investigadores con capital escolar muy bajo o bajo había publicado alguna vez en inglés e inclusive el porcentaje disminuyó a medida que aumentaba el capital escolar de origen, siendo 93,5% entre aquellos con capital escolar alto (Beigel,

Almeida y Piovani, 2020; Gallardo, 2020). Ahora bien, si el origen social no determina la performance en la escritura académica en inglés, en cambio parece razonable suponer las desigualdades de género observadas en la distribución lingüística de los artículos publicados puedan explicarse por los obstáculos existentes para las mujeres para la conducción y construcción de redes internacionales. Para profundizar en las asimetrías estructurales que afectan a las mujeres en las jerarquías establecidas en los equipos y proyectos internacionales, estamos actualmente encarando estudios específicos con abordajes cualitativos.

### **Bibliodiversidad y bilingüismo en las publicaciones del CONICET**

Refinemos ahora el análisis comparativo de los formatos, la lengua y los circuitos de publicación, sin distinción por sexo, focalizándonos en la bibliodiversidad existente en el CONICET. Del *corpus* completo de 422.209 producciones surge que los artículos en revistas científicas representan la principal modalidad de publicación en el CONICET: un total de 341.622 publicaciones son artículos. Los 10.619 investigadores e investigadoras han publicado al menos un artículo, a razón de 32 en promedio y con una moda de 12. Lógicamente, estos valores se modifican si se desagrega el cálculo por las categorías de la CIC: entre asistentes el promedio es 15 artículos; entre adjuntos, 25; para independientes, 42; entre principales, 67; y para superiores, 116. Diferencias apreciables también emergen al analizar de manera desagregada las grandes áreas disciplinares. La **Tabla 4** sintetiza la comparativa entre las áreas para todos los tipos de publicación, por lo que se volverá a la misma luego. Hasta aquí cabe destacar las similitudes entre las CBS y las CEN, y su oposición a las CSH, quedando las CAIM en una posición intermedia. El promedio más alto de artículos por persona corresponde a las CEN (37), seguidas por las CBS (34). CSH y CAIM aparecen con valores un poco más bajos, 29 y 28 respectivamente. Las diferencias se profundizan en los otros tipos de producción. La publicación de al menos un capítulo y al menos un libro es prácticamente la norma en las ciencias sociales, y es particularmente alto el promedio de libros por persona (4,9). Los capítulos y partes de libro son más relevantes en las CAIM que en las CBS y, especialmente, que en las CEN. En la autoría de libros, en cambio, los valores de CEN no son tan bajos e incluso superan a CBS en la proporción de agentes que ha firmado al menos un libro.

**Tabla 4. Promedios de publicación por investigador, por formato y área disciplinar (n=10.619)**

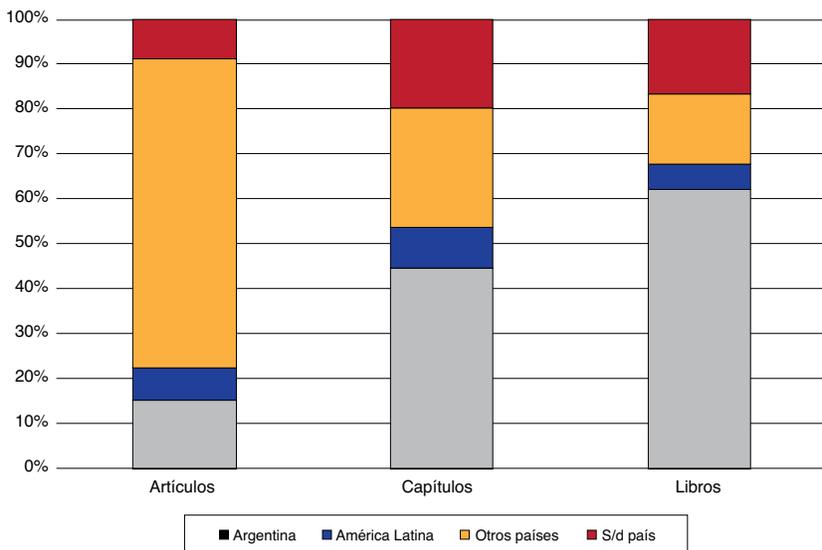
Indicador	CSH	CAIM	CBS	CEN
Promedio de artículos por persona	29	28	34	37
Promedio de capítulos por persona	16	4	2,8	2,5
Promedio de libros por persona	4,9	0,8	0,5	0,5
Personas con al menos un capítulo	99%	73%	70%	60%
Personas con al menos un libro	88%	30%	21%	25%

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

Es interesante señalar el peso global de la publicación en Argentina, que trasciende lo que tradicionalmente es esperable para las ciencias sociales y humanas. Considerado el *corpus* completo, el 21,5% de las publicaciones fueron editadas en Argentina, el 7,4% en América Latina y el 60,3% en otros países (10,8% de casos sin datos). El **Gráfico 3** permite visualizar que la publicación fuera del país y de la región es muy fuerte en el caso de los artículos, pero esa relación se invierte en la participación en capítulos y, especialmente, en la autoría de libros donde la publicación nacional es muy significativa.

55

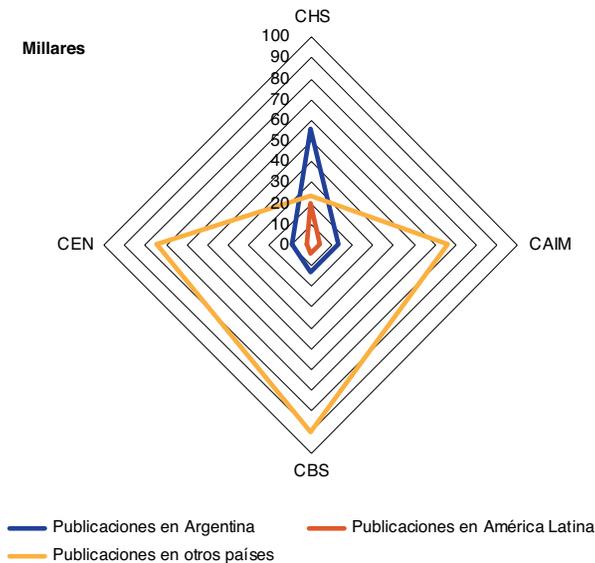
**Gráfico 3. Publicaciones de investigadores e investigadoras de CONICET, por formato y lugar de publicación (n=422.209)**



Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (2020)

El **Grafico 4** fue construido excluyendo los casos sin datos sobre lugar de publicación y permite observar los distintos circuitos de publicación según áreas disciplinares. La productividad de los investigadores de CBS y CEN está concentrada sobre todo en revistas estadounidenses, europeas y del resto del mundo, con la contracara de pocas publicaciones en Argentina y, especialmente, el resto de América Latina.<sup>7</sup> CAIM presenta un acento menos marcado de publicaciones fuera del propio país y la región. En CSH, en cambio, el principal lugar de publicación es la Argentina, mientras que la región latinoamericana y el resto del mundo presentan valores muy cercanos entre sí.

**Gráfico 4. Publicaciones de investigadores de CONICET, por lugar de publicación, según área disciplinar, en miles (n=376.444)**



56

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (2020)

Es interesante comentar que el envío de artículos a revistas argentinas tiende a disminuir conforme se va de la categoría inicial a la que agrupa a las de mayor jerarquía. Esta tendencia puede haber sido estimulada por la ampliación de la base de investigadores ocurrida en el período de expansión, así como por la vigencia, desde 2014, de la Resolución D-N° 2249 del CONICET, que clasifica las revistas y editoriales para la evaluación en las CSH e incluye en la indexación de las revistas del grupo 1 (máxima categoría) a Scielo. Por usos y costumbres también se valora en la máxima

7. No podemos detallar aquí los porcentajes de participación de los países que están incluidos en esta categoría "Otros países", pero sí mencionamos como lugares importantes de edición a Australia, China, India, Israel, Japón, Nueva Zelanda, Singapur y Sudáfrica.

calificación a Latindex-Catálogo, el repositorio de la mayoría de las revistas argentinas indexadas. Este instrumento de evaluación convierte al CONICET en un caso singular en América Latina, donde predomina la subvaloración de los repositorios regionales.

Observemos ahora la diversidad lingüística. Del total de publicaciones surge que más de la mitad de ellas está en inglés (54,5%).<sup>8</sup> Se trata de un porcentaje relativamente bajo comparado con los estudios que surgen de las bases de datos internacionales y tienden a mostrar una hipercentralidad del inglés. Pero también es baja si se compara con trabajos previos en *corpus* semejantes al que nos ocupa en este trabajo. En un estudio de las “cinco producciones más relevantes” que los investigadores e investigadoras eligen para presentarse a promoción (un total de 23.852 publicaciones) surgía que el 83% estaba en inglés (Beigel, 2017). Es un dato que dice mucho acerca de la cultura evaluativa de un organismo, porque cuando los investigadores tienen que elegir las publicaciones que consideran más eficaces para la movilidad tienden a seleccionar artículos y publicaciones en inglés, mientras que sus trayectorias completas evidencian mayor bibliodiversidad. Ahora bien, el balance idiomático se modifica notoriamente si se considera cada tipo de publicación por separado. El **Gráfico 5** permite visualizar que el inglés predomina con toda claridad en los artículos, de los que representa el 62% de los casos, frente al 22% del español. La situación prácticamente se invierte si se consideran los capítulos o partes de libro, entre los que el español ocupa el 61% y el inglés, el 24%. Analizados solo los libros, las cifras son 79% y 9%, respectivamente. La presencia de otros idiomas es mínima en todos los tipos de publicación: solo en ciencias sociales tiene alguna relevancia (2,5% del total).

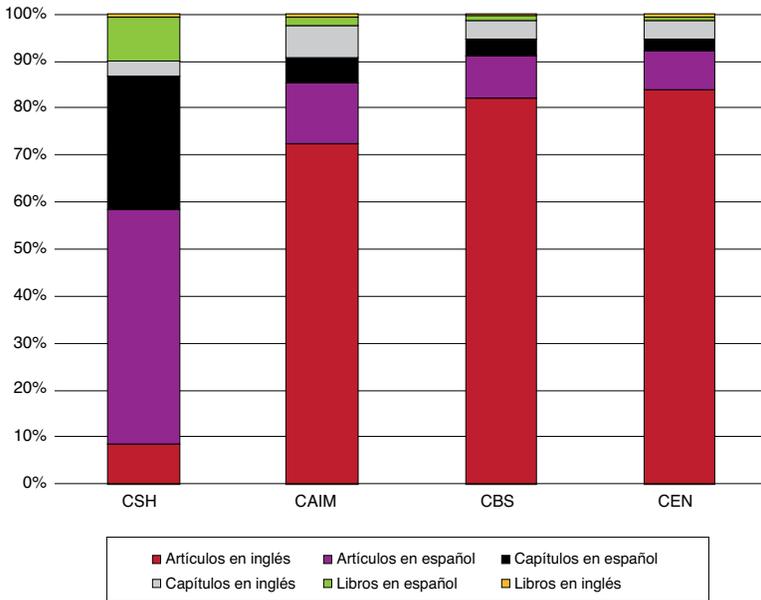
57

Como era de esperar, lingüísticamente, las CSH se oponen claramente al resto de las grandes áreas, invirtiéndose las relaciones entre español e inglés, aunque cabe destacar que los artículos en inglés representan una porción no menor (12,9%). En CSH la relación entre artículos en español y artículos en inglés es de 8 para asistentes, Pero disminuye a 6,5 para adjuntos, a 4,8 para independientes, y a 3,8 para principales y superiores (vistos en conjunto). En las otras áreas disciplinares, la proporción de publicaciones en español tiende a disminuir conforme se va hacia las categorías más alta de la CIC y en inglés, inversamente, aumenta. En CEN la relación entre artículos en inglés y en español sube con fuerza entre las categorías: es de 6,8 entre asistentes; 8,6 para adjuntos; 10,7 para Independientes; y 11,9 entre principales y superiores. En CAIM y CBS la relación es mucho más estable para asistentes, adjuntos e independientes, pero da un salto importante al observar principales y superiores. En CAIM, el promedio de las tres primeras categorías es 4,8; para las dos categorías superiores, en cambio, es de 9,1. En el caso de CBS, los valores son 8,5 y 12, respectivamente. En suma, a mayor categoría, las personas tienden a publicar más en inglés. Sin embargo, en la generación más joven se observa una tendencia creciente a la publicación en Argentina, estimulada principalmente por las CSH.

---

8. Cabe remarcar que para el 13,9% de las publicaciones no hay datos sobre su idioma, lo que seguramente es un reflejo de información cargada de manera incompleta en SIGEVA.

**Gráfico 5. Publicaciones de investigadores de CONICET, por tipo e idioma de publicación, según área disciplinar (n=358.780)**



58

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (2020)

Hacia el interior de las grandes áreas cabe notar diferencias significativas. Si se toma como indicador el porcentaje promedio de artículos en español sobre el total de artículos entre las distintas comisiones disciplinares que componen cada área emergen situaciones diversas. En CBS, por ejemplo, el promedio de artículos en español es del 7% del total de artículos de cada persona. Pero veterinaria aparece como la comisión disciplinar con un valor más alto (11%) y bioquímica y biología molecular con el más bajo (3%), lo que ilustra estilos de circulación parcialmente divergentes. En CEN el promedio es del 9% de los artículos en español, pero del 23% en el caso particular de ciencias de la tierra, del agua y de la atmósfera. En las otras cuatro comisiones disciplinares del área, en cambio, el valor es del 2% en cada una de ellas. En CAIM sucede algo similar. El promedio del conjunto de la gran área es de 13% de artículos en español. desarrollo tecnológico y social; ingeniería civil, eléctrica, mecánica e ingenierías relacionadas; y ciencias agrarias presentan valores muy próximos a este. Pero es menor en informática y telecomunicaciones; ingeniería y tecnología de materiales, e ingeniería de procesos (7%). En el extremo opuesto, ambiente, conservación y sustentabilidad presenta un 20% y hábitat y diseño un 75% de sus artículos en español. Por último, en CSH el promedio del conjunto de la gran área es mucho mayor al resto (76% de artículos en español). Los casos de comisiones disciplinares con valores por debajo de este corresponden a psicología y ciencias de la educación (72%), arqueología y antropología biológica (64%) y economía, ciencias de la gestión y de la administración pública (56%).

Los países de edición de las revistas donde se publicaron estos artículos también evidencian la diversidad de las grandes áreas hacia su interior. La **Tabla 5** muestra los promedios de publicación en Argentina, en países latinoamericanos, Estados Unidos y Europa, además del promedio de artículos de todas las personas de ciertas comisiones. Se seleccionaron algunas de estas por área disciplinar para ilustrar la aludida diversidad. CAIM y CSH son las más heterogéneas. En la primera, ingeniería y tecnología de materiales muestra una productividad alta, concentrada casi exclusivamente en Estados Unidos y Europa. Lo mismo vale para informática y telecomunicaciones, aunque aquí el promedio de artículos por persona es notoriamente menor. En las otras dos comisiones del área, la productividad (siempre entendida como promedio de la cantidad de artículos por persona) es intermedia, pero con un papel marginal de las revistas estadounidenses. En hábitat y diseño el envío de manuscritos está concentrado sobre todo en América Latina, Argentina incluida, mientras que en ciencias agrarias la publicación en el país también tiene cierta relevancia.

En CSH, por su parte, los promedios de artículos varían bastante entre las distintas comisiones. La publicación en revistas argentinas tiene valores cercanos en los cuatro casos seleccionados, aunque es más relevante en los casos de literatura lingüística y semiótica, así como en sociología, comunicación social y demografía, comisiones con una productividad de artículos algo menor. Por otro lado, las revistas europeas son un destino importante para psicología y ciencias de la educación, mientras que las estadounidenses lo son para arqueología y antropología biológica. Las revistas latinoamericanas son relevantes sobre todo para psicología y ciencias de la educación y sociología, comunicación social y demografía.

59

**Tabla 5. Promedio total de artículos por persona, según lugar de publicación, en comisiones seleccionadas**

Área	Comisión	Artículos totales	Argentina	Otros países latinoamericanos	Estados Unidos	Europa
CAIM	Ciencias agrarias	28,7	3,7	1,3	5,4	15,1
	Hábitat y diseño	28,8	13,3	5,8	1,6	4,1
	Informática y comunicaciones	22,4	1,3	0,8	7,1	10,2
	Ingeniería y tecnología de materiales	32,4	1,4	1,4	9,4	17,7
CSH	Arqueología y antropología biológica	31	12	4,2	5,4	5,3
	Literatura, lingüística y semiótica	29,7	12,1	4,4	1,9	5,9
	Psicología y ciencias de la educación	38,3	12,9	10	2,5	7,3
CEN	Sociología, comunicación social y demografía	26,5	10,7	7,1	0,7	3,7
	Ciencias de la tierra, del agua y de la atmósfera	33,1	7,3	1,8	8	11,9
	Física	45,7	0,9	0,5	18,1	21,2
CBS	Biología	38,3	4,2	2,5	8,8	17,2
	Bioquímica y biología molecular	26,3	0,9	0,3	11,7	11,9
	Veterinaria	34,2	4,3	1,6	7,7	17,2

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

CEN presenta una importante homogeneidad hacia su interior. La excepción es ciencias de la tierra, del agua y de la atmósfera, con una importante orientación hacia la publicación en el país, pero el resto de las comisiones presenta valores muy próximos

a los de física, en la que la publicación en América Latina es sumamente marginal. En CBS se da el caso de bioquímica y biología molecular que tiene una productividad menor a las otras tres comisiones disciplinares, casi completamente centrada en revistas estadounidenses y europeas. Este último rasgo es compartido con ciencias médicas. En las otras dos comisiones, en cambio, la publicación en Argentina tiene alguna relevancia. Vale la pena notar también que bioquímica y biología molecular y ciencias médicas son las únicas comisiones, junto con arqueología y antropología biológica, en que el promedio de publicación en revistas estadounidenses es prácticamente igual al de publicación en revistas europeas. Cabe recordar que el análisis precedente se hace por comisiones, pues así está clasificado el universo de disciplinas en el CONICET, basado en la autoadscripción de las personas en SIGEVA. Hay comisiones que se integran con una sola disciplina, pero la mayoría se compone de dos o tres disciplinas. Se observan importantes diferencias entre disciplinas que comparten comisiones como, por ejemplo, entre psicología y ciencias de la educación, o bioquímica y biología molecular.

### **La producción de la generación joven y la carrera por la supervivencia**

Como se mencionó al comienzo de este trabajo, la última década trajo consigo algunos cambios importantes en los criterios de evaluación de CONICET y, especialmente, en las características de las convocatorias anuales para el ingreso de nuevos investigadores. Hasta una nueva ley votada en el Congreso nacional en 2017, el organismo aplicaba límites de edad para la postulación a cada una de las categorías CIC, establecidas en su estatuto (Ley 20.464). Es decir, un máximo de 35 años de edad para ser evaluado como aspirante a asistente. Caso contrario, la postulación se consideraba como aspirante a adjunto o mayor, independientemente de la voluntad del solicitante. Mientras más alta la categoría en cuestión, mayor volumen de antecedentes requeridos —básicamente publicaciones indexadas. La Ley Nacional N° 27.385 vino a terminar con aquellos límites de edad en el otorgamiento de becas y en los ingresos a CIC. Es corta la distancia todavía para evaluar cómo redundará esta modificación en un aumento de las edades promedio de ingreso al organismo, pero este cambio puso en competencia candidaturas con trayectorias ya maduras frente a jóvenes con título doctoral reciente. Las comisiones evaluadoras aplicaron criterios para ponderar la trayectoria de las personas postuladas, pero la escasez de vacantes terminó reforzando el rasgo principal de la cultura evaluativa de CONICET: la primacía de la publicación científica en revistas indexadas para la elaboración de los órdenes de mérito.

Algunos cambios se han verificado en la última década, en relación con los tipos de indexación valuados, así como en la ponderación de la producción en libros. La modificación más relevante proviene de la Resolución 2249 (2014) ya comentada, que implicó, para la gran área de ciencias sociales y humanidades, un fuerte impulso para la publicación en América Latina y en Argentina. En las otras áreas disciplinares se afianzó la ponderación de la producción en función de la clasificación de las revistas en el ranking Scimago y el índice H de Scopus-Elsevier, frente al previo dominio de Web of Science y el Science Citation Index. Con variantes específicas en cada comisión, el puntaje otorgado a una publicación varía en función de la posición de la persona

entre los autores y las autoras de la misma, así como de la clasificación de la revista según los cuartiles de Scimago (Q1, Q2, Q3 o Q4). Estos cuartiles dependen del factor de impacto de la revista dentro de la misma base de datos (es decir, dentro del ecosistema Scopus). Así, una participación en un artículo que se ubica en los cuartiles 3 y 4 de su especialidad puede representar 1,5 puntos para el postulante; mientras que, en el segundo cuartil, 3,5 puntos; y 5 puntos si se trata del primer cuartil de impacto. En la última convocatoria (2019) aplicaron criterios de este tipo comisiones como ciencias agrarias; ciencias ambientales; astronomía; ciencias de la tierra, del agua y de la atmósfera; física; ingeniería y tecnología de materiales; bioquímica y biología molecular; ingeniería civil, mecánica, eléctrica y relacionadas; veterinaria; y ciencias médicas (esta última reconoce un factor multiplicativo especial a las revistas *Nature*, *Science* y *Cell*). Todas las comisiones otorgan puntajes a la publicación en libros, con criterios diversos según la calidad editorial, pero mayormente son los artículos los que definen el perfil.

Otra fuente de modificación de los criterios de ingreso tuvo que ver con la apertura de distintos tipos de convocatorias. En 2013, por primera vez, se separó de la Convocatoria General (CG) una nueva ventanilla, llamada de Temas Estratégicos (TE), que respondía a los lineamientos del Plan Argentina Innovadora 2020. Esta nueva ventana, sin embargo, representó solo una muy pequeña porción de los ingresos en los años siguientes. De hecho, las postulaciones que se recibían por esta vía luego eran redireccionadas hacia la comisión disciplinar más pertinente por la temática. No fue hasta la convocatoria de 2017 en que la modalidad TE cobró repentinamente importancia, al representar la mitad de los ingresos. Además, en este año se consolidó la tendencia restrictiva de puestos inaugurada el año anterior, por la que se concedieron únicamente 450 nuevos cupos en CIC, a diferencia de los más de 800 de 2015. Acorde la relevancia de la convocatoria en TE, el directorio del organismo creó una Comisión de Temas Estratégicos y Tecnología, que se sumó a las tradicionales de las grandes áreas, y que se organizó en seis subcomisiones: agroindustria, energía e industria, salud, ambiente y desarrollo sustentable, desarrollo y tecnología social, y tecnología (resolución 938/2017). Al año siguiente, por último, se dio un nuevo giro al partirse la convocatoria en tres partes: 150 ingresos para la ventana general tradicional, 150 para TE y 150 para una nueva categoría de Fortalecimiento, Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). Esta implicaba una dirección específica a las postulaciones para abrir cargos en ciertas universidades, apuntando a fortalecer instituciones menos dotadas de recursos de investigación.<sup>9</sup>

---

9. La convocatoria vigente a mayo de 2018 reza: "El CONICET invita a las Universidades de Gestión Pública y Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCyT) de menor desarrollo relativo a presentar propuestas de incorporación de investigadores en la CIC, con el objetivo de fortalecer sus capacidades en investigación, desarrollo e innovación. A tal efecto se destinan 150 ingresos en la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico, que se asignarán en el marco de proyectos específicos propuestos por la institución contraparte y aprobados por el CONICET. Las Universidades e Instituciones con las cuales el CONICET comparte acuerdos que dieron origen a Unidades Ejecutoras (UE) y Centros de Investigaciones y Transferencia (CIT), deberán contemplar en sus propuestas, al menos parcialmente, las líneas temáticas previstas" (CONICET, 2018b). Esta última cohorte de ingresantes fue efectivizada en el organismo durante 2019, por lo que está fuera del alcance empírico de este trabajo.

Es interesante analizar los estilos de publicación de las cohortes que podrían considerarse jóvenes, considerando el conjunto de ingresantes en el período 2010-2018. Seleccionamos este período porque abarca tanto el período de mayor expansión como la contracción más reciente y las transformaciones ocurridas en las nuevas ventanillas de ingreso. Es importante señalar que los indicadores que se discuten a continuación abarcan la totalidad de la producción de estas cohortes. No es posible segmentar el tipo de publicaciones que cada uno de los grupos tenía al momento del ingreso o en su postulación a carrera. Por eso más abajo nos focalizaremos en la última cohorte que sí permite analizar la producción de “entrada”.

Un primer rasgo notable es la homogeneidad de los formatos de publicación de las cohortes a lo largo del período seleccionado. Para el total de esta población, los artículos representan el 79,1% del total de su producción, frente al 16,7% de las partes de libro, y el 4,2% de los libros. Podía suponerse que la predominancia de los artículos se acentuaría en las cohortes más recientes, en función del valor creciente de estos en un contexto de contracción, o que los libros disminuirían para este segmento. Sin embargo, las variaciones son pequeñas y los capítulos o libros no son marginales en las estrategias de publicación.<sup>10</sup>

En cuanto a los lugares de publicación, también se observan variaciones pequeñas a lo largo de estas cohortes analizadas por área científica. En CSH, el porcentaje de los artículos publicados en Argentina se mantiene entre el 45 y el 50% para todas las cohortes. En las de 2016-2018, el resto de los países latinoamericanos aparece como más relevante que Estados Unidos y Europa, mientras que para los segmentos 2010-2015 ambos conjuntos de países representaban prácticamente la misma proporción de lugares de publicación. Esta variación seguramente se relaciona con la legitimación que introdujo la Resolución 2249 para la publicación en repositorios latinoamericanos.

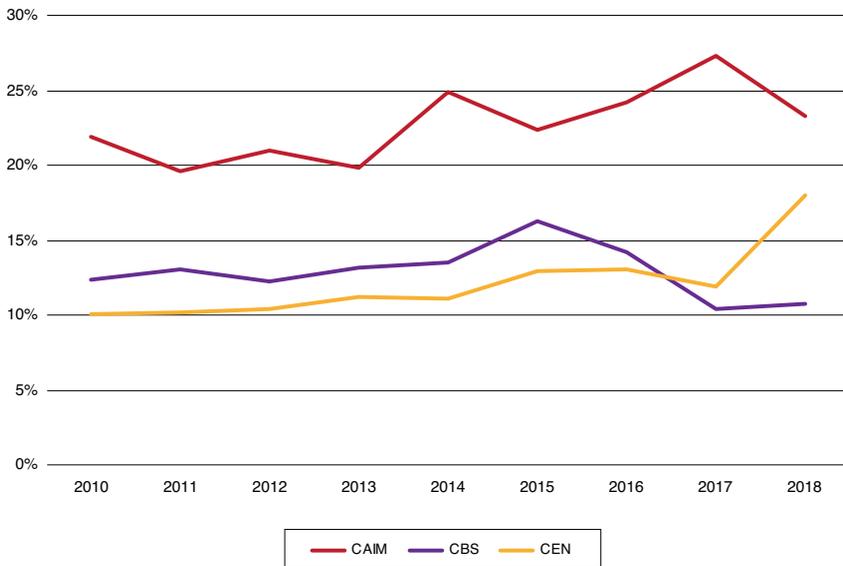
En el caso de CAIM, el porcentaje de artículos en revistas europeas y estadounidenses se mantiene entre el 70 y el 80%, sin tendencias claras a la suba o a la baja. Los envíos a revistas argentinas se mantuvieron también estables, entre el 10 y el 20%. En las otras dos grandes áreas, la proporción de publicación en revistas de Estados Unidos y Europa se mantiene, *grosso modo*, entre el 80 y el 90%. En CBS hay una suerte de pequeño pico de publicación en Argentina y América Latina entre 2014 y 2016, que luego desciende hasta el 10%. A mitad del período, las revistas del resto del mundo tienden a descender en importancia. En el caso de CEN, siempre dentro de los límites señalados, hay una muy leve tendencia al retroceso de los envíos a revistas estadounidenses y europeas, con el consiguiente repunte de las argentinas y latinoamericanas, que alcanzan entre los investigadores ingresados en 2018 el 13,1% de los artículos.

---

10. Por ejemplo, para los investigadores ingresados en 2011, el 77,1% de su producción consta de artículos, frente al 81,9% de los ingresados en 2018. Ambos son los casos extremos, pero, como puede observarse, no se trata de diferencias muy pronunciadas. En el caso de capítulos, estos son más importantes para la cohorte 2012 (18,5% de la producción total) y menos para la 2018 (14,5%).

Los idiomas de publicación presentan, en cambio, variaciones más marcadas en estas cohortes. Si se considera el total de publicaciones —de todos los tipos— para las que se tiene datos de idioma, en CBS y CEN el inglés representa el 83% de la producción de cada uno de los grupos de investigadores ingresados por año en 2010-2018. El caso inverso se mantiene en CSH, donde las publicaciones en español son el 84% del total a lo largo del período. En CAIM hay una leve tendencia al crecimiento del español entre los investigadores ingresados en los últimos años. El **Gráfico 6** sintetiza la evolución del español en esta área comparada con CBS y CEN. Puede observarse que, en CBS, la presencia del español en las publicaciones tiende a disminuir, mientras que aumenta en CEN, especialmente entre los ingresados en 2018. Es probable que estos valores guarden alguna correlación con el peso cuantitativo del ingreso por la convocatoria TE, que admite estilos de producción más diversos.

**Gráfico 6. Publicaciones en español de investigadores con ingreso en 2010-2018 respecto del total de publicaciones con datos de idiomas, áreas de CAIM, CEN y CBS (n=257.444)**



Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020)

Focalicemos el lente ahora en la generación novísima, de 2018, en la que se observan mayores divergencias en los estilos de circulación y publicación, por estar fuertemente atravesada por el período de contracción y por un cupo relevante para la convocatoria TE. Las grillas que establecen los criterios generales asignar el puntaje para el ingreso a CIC se diversifican por área. Pero, además, no son uniformes entre las distintas comisiones que componen cada gran área. Cada una de ellas pondera el peso de los distintos tipos de antecedentes que se contabilizan para construir un puntaje individual.

En cambio, en el caso de las subcomisiones de temas estratégicos, todas se guiaban por una misma estructura general. En la convocatoria TE 2017, el ítem “Producción científica y tecnológica” representaba el 15% del puntaje total. El 65% del puntaje se otorgaba por la evaluación del plan de trabajo propuesto (su coherencia, sus aportes, su consistencia con la trayectoria individual y grupal) y la pertinencia del director o la directora propuestos y el lugar de trabajo. El 20% restante se otorgaba según la formación posdoctoral, dirección de recursos humanos, extensión, transferencia, divulgación, tareas docentes y otros ítems sin especificar.

Esta proporción era inversa a la asignada a la producción científica en las comisiones de la convocatoria general (**Tabla 6**). En las cuatro comisiones de CBS, el peso de la producción científica y tecnológica es del 62%, frente al 20% del plan de trabajo, director o directora, lugar de trabajo y consistencia. El peso de la producción disminuye en las otras tres áreas, pero se mantiene la priorización inversa a la de temas estratégicos. CAIM es la única donde el peso del plan de trabajo y de la producción prácticamente se igualan.

**Tabla 6. Peso relativo del plan de trabajo propuesto y de los antecedentes para el ingreso a CIC-CONICET, por área disciplinar y comisiones de temas estratégicos (2017)**

Indicador	Convocatoria general				Temas estratégicos
	CSH	CAIM	CBS	CEN	
Plan de trabajo, relevancia, consistencia, director o directora, lugar de trabajo	30%	50%	20%	10-20%	65%
Producción científica y tecnológica	45%	25%	62%	50-70%	15%
Otros: docencia, formación, recursos humanos, congresos, extensión, divulgación, transferencia, etc.	25%	25%	15%	15-37%	20%
Otros, sin especificar	0%	-	3%	5-15%	-
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>

Fuente: elaboración propia en base a criterios de evaluación de ingresos a CIC por gran área, 2018 (Archivo Gerencia de Evaluación de CONICET)

Nota: en el caso de CEN, se establecen valores mínimos y máximos que cada comisión puede adoptar para cada ítem

Una modificación de esta naturaleza en los esquemas de ponderación de la producción científica debería tener su correlato en un aumento de la bibliodiversidad y en una disminución de los pisos de productividad para los ingresantes de la convocatoria por TE. Para la cohorte 2018, la productividad —medida en términos de publicaciones promedio— es menor entre quienes ingresaron por temas estratégicos que la de quienes lo hicieron por la convocatoria general. Sin embargo, la **Tabla 7** permite observar que la cantidad de artículos promedio para un joven ingresante en la categoría de asistente de CONICET es altísima: las personas ingresantes de CAIM, CBS Y CEN promedian los diez artículos publicados, y los de CHS casi 16 artículos. Al comparar ambos grupos, diferenciados por la gran área en que están actualmente

inscritos, surge que las personas ingresantes por la convocatoria general tienen promedios aún mayores de artículos.<sup>11</sup> Un productivismo que se vio estimulado por la contracción de los cupos desde 2016, el conocimiento que los aspirantes iban teniendo de la cantidad de artículos de las postulaciones exitosas y la necesidad de presentarse entre tres y cuatro convocatorias para lograr el puesto. La **Tabla 7** está construida con los datos de publicaciones cargados en SIGEVA hasta enero de 2020, por lo que no refleja la producción de las personas al momento de su postulación, sino que suma las que pudieran haberse producido en un período inmediatamente siguiente de aproximadamente un año. Sin embargo, la diferencia de productividad señalada no puede atribuirse a esas publicaciones recientes que todos los candidatos podrían haber sumado, porque se observan patrones diferenciados por la “ventanilla” de ingreso. En CBS, CEN y CSH la diferencia de productividad y la variación en la relación artículos/capítulos es relevante. En CAIM, en cambio, productividad y estilos de producción son más próximos.

**Tabla 7. Promedio de publicaciones de asistentes con ingreso en 2018 por convocatoria de temas estratégicos (n=197) y por convocatoria general (n=300)**

Indicador	CAIM	CBS	CEN	CSH
<i>Ingreso por temas estratégicos</i>				
Promedio de artículos por persona	10,1	10,7	10,3	15,9
Promedio de capítulos por persona	1,5	0,5	1	7,8
Promedio de libros por persona	0,3	0,02	0,3	1,2
Promedio de informes técnicos por persona	1,6	1,5	1,3	1,9
Relación artículos/capítulos	6,1	8,6	8,7	2,5
<i>Ingreso por convocatoria general</i>				
Promedio de artículos por persona	11,4	13,2	13,3	18,8
Promedio de capítulos por persona	1,5	1	0,9	6,1
Promedio de libros por persona	0,3	0,2	0,2	1,9
Promedio de informes técnicos por persona	1,8	0,6	1,9	1,6
Relación artículos/capítulos	6,9	10,5	7,7	4,8

Fuente: elaboración propia en base a SIGEVA-CONICET (febrero de 2020) y resoluciones de ingresos a carrera (2018)

El esquema de ponderación de la convocatoria TE ofreció la oportunidad o impulsó a muchas personas a modificar el perfil de sus postulaciones, que buscaron ingresar en un contexto de permanentes restricciones presupuestarias y de indisimulados ataques públicos —por parte de trolls y hasta de funcionarios— contra la investigación científica y sus protagonistas en el país. El súbito peso otorgado a los temas estratégicos en 2017-2018 parecía apuntar a un perfil que se suponía menos

11. Cabe aclarar que, una vez efectivizado su ingreso, la persona pasaba a ser evaluada en sus informes por la comisión disciplinar “tradicional” y no por una comisión especial de TE. Esto acaba de modificarse para efectuar un seguimiento diferenciado.

academicista. Sin embargo, no hay indicios de que esta política haya modificado en lo fundamental una cultura evaluativa fuertemente arraigada en el CONICET, sino que más bien introdujo distorsiones y criterios ambiguos. Porque la producción publicada tenía un peso reducido en la convocatoria de temas estratégicos respecto de la general, pero su espacio no era reemplazado por transferencias, desarrollos tecnológicos, patentamientos, extensión u otras formas de producción distinta de las publicaciones tradicionales. El peso recayó sobre el plan de trabajo, es decir: sobre el potencial declarado de contribución a la solución de las problemáticas identificadas como estratégicas, pero no se ha establecido un mecanismo de seguimiento de esas contribuciones efectivas, ni de la inserción de estas personas en equipos e instituciones con los recursos necesarios para asegurarlas.

## Palabras finales

A pesar de que cada vez son más evidentes las distorsiones generadas por el factor de impacto en los procesos de evaluación y en la mercantilización de la ciencia, las bases de datos de Scopus y Web of Science siguen siendo dominantes a la hora de analizar la producción publicada en una trayectoria científica. Mientras tanto, un artículo publicado en Scielo puede tener muchos más downloads y muchas más citas en Google Scholar que un artículo del mismo autor publicado en una revista del cuartil 1 de Scopus. El efecto uniformizante que esta industria del prestigio ha tenido respecto de la hipercentralidad del idioma inglés en las publicaciones ha sido profusamente estudiado y fue discutido al comienzo de este trabajo. Otro efecto negativo del predominio de los indicadores de impacto afecta la producción en libros, que son desvalorizados en los procesos de evaluación por carecer de sistemas de clasificación y bases de datos editoriales comprensivos de ese tipo de producción a nivel nacional e internacional. Sin embargo, el libro sigue desarrollándose en el mundo académico y la bibliodiversidad emerge cuando se observan las trayectorias completas de los investigadores fuera de las bases de datos *mainstream* (Engels, Istenič Starčič, Kulczycki, Pölonen y Siverstsen, 2018; Mounier, 2018).<sup>12</sup>

Frente a este diagnóstico, y de cara a las transformaciones que se vienen en la transición a la ciencia abierta, uno de los asuntos más importantes son los sistemas nacionales de información científica. Se requieren grandes plataformas interoperables que pongan a disposición la producción científica completa de cada país y que permitan estimular todas las colaboraciones locales, nacionales, regionales y globales que anidan en esa diversidad. En esta dirección, los países nórdicos han hecho un avance significativo con el *norwegian model* (Sivertsen y Larsen, 2012). Este tipo de sistemas permite el desarrollo de indicadores de producción anclados en cada realidad nacional, con posibilidades de aprovechar métricas alternativas y responsables para acompañar procesos de evaluación más cualitativos. En la mayoría de los países de

---

12. Dos redes regionales de investigadores de ciencias sociales y humanas están promoviendo iniciativas para revalorizar la bibliodiversidad en los procesos de evaluación: la European Network for Research Evaluation in the Social Sciences and the Humanities (ENRESSH) y el Foro Latinoamericano de Evaluación Académica (FOLEC) impulsado en el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

América Latina no disponemos de un sistema integrado de currículum con los listados completos de las producciones de las investigadoras e investigadores de todas las disciplinas, al estilo de la plataforma brasileña LATTES, que es un caso excepcional en la región. Tampoco disponemos de información consolidada sobre uso, citación e impacto de las producciones que están alojadas en los repositorios institucionales en acceso abierto.

En este trabajo hicimos un estudio de una de esas bases de datos que constituye un engranaje fundamental en el camino de construcción de una plataforma nacional integrada de currículum y de producción científica: el SIGEVA de Argentina. Algunos datos globales de este *corpus* completo analizado resaltan la bibliodiversidad existente en la producción científica de este país: el 75% del total de los 10.619 investigadores, y no solo los del área de CSH, posee al menos un capítulo de libro publicado. Y el 39% ha publicado al menos un libro. Una interesante muestra acerca de la resiliencia de este estilo de escritura en un universo fuertemente impulsado hacia la publicación en el formato del *paper*. Comparado este *corpus* con un trabajo previo, en el que analizamos las “cinco producciones relevantes” de todos los investigadores de CONICET que habían solicitado promoción entre 2013 y 2016 (un total de 23.852 publicaciones), emergieron diferencias significativas. Aquel estudio mostraba que el 80% de las publicaciones que los investigadores elegían estaba en inglés, mientras que en este estudio se observa que el 54% de las 422.209 publicaciones totales aquí analizadas está en inglés. Un fenómeno semejante ocurre en la consideración del lugar de publicación: en el *corpus* de las cinco publicaciones más relevantes, sólo el 7% había sido publicado en Argentina, mientras que, en este estudio del *corpus* completo presentado aquí, el 21,5% de las publicaciones fue editado en Argentina.

67

Esto nos permite observar que las culturas evaluativas funcionan estrechamente ligadas a las recompensas que ofrecen las políticas de reclutamiento, categorización o promoción, pero no por ello anulan la diversidad de estrategias que las personas pueden desenvolver en el “marco de posibilidades” ofrecido por esas políticas y esas instituciones. En el caso que nos ocupa, la Resolución 2249/2014 tuvo un papel protagónico en la habilitación de la bibliodiversidad al estimular la valoración de las publicaciones en revistas latinoamericanas o argentinas indexadas en los repositorios allí incluidos. No desconocemos que dicha resolución tiene problemas de conceptualización y resulta imperioso actualizarla a la luz de las nuevas condiciones de la circulación internacional del conocimiento en acceso abierto. Por otra parte, la publicación en el formato de libros tiene una consideración bastante dispar en las comisiones evaluadoras y no dispone de instrumentos que permitan estandarizar su clasificación en términos de calidad. Pero esta resolución, que distingue al CONICET frente a otros sistemas de evaluación de la ciencia en la región, ciertamente contribuyó para que el *corpus* de la producción publicada del organismo que aquí observamos tuviese una importante porción de libros, publicaciones en español y en Argentina.

El análisis del *corpus* completo de publicaciones de este universo nos permitió adentrarnos en un análisis de la productividad, focalizándonos en las asimetrías de género. Particularmente notoria fue la mayor producción promedio de artículos en inglés de los hombres (25,4) respecto de las mujeres (18,5). En estas diferencias incide un conjunto de factores que van desde la edad al doctorarse, el tiempo que

demanda la tarea de maternidad y cuidados, hasta otros factores ligados a los tiempos y procedimientos de evaluación de los artículos en las revistas. Ahora bien, teniendo en cuenta que la promoción dentro de la carrera del CONICET se basa en indicadores de productividad, este es un dato central para considerar en una revisión de las políticas evaluativas del organismo para profundizar su compromiso en la batalla contra las desigualdades de género.

Finalmente, pusimos el lente en la generación más joven para analizar el impacto de la contracción del sistema en sus estilos de publicación. Nos encontramos con que, en la fragosa lucha por ingresar a la carrera, se vienen elevando los niveles de productividad hasta alcanzar promedios mínimos de diez y máximos de 18 artículos en la última cohorte ingresada. Un productivismo que fue estimulado por la disminución de los cupos y también por la excesiva cuantificación de las evaluaciones. Este rango, sin embargo, es relativamente amplio porque hubo un importante afluente de ingresos por la convocatoria de Temas Estratégicos, que tenía esquemas de ponderación con una alta valoración para el plan de trabajo y menor puntaje para la producción científica, a la inversa de la convocatoria general. De no haber existido esa segunda “ventanilla” probablemente el piso sería de 11,4, como vimos en la **Tabla 7**. Para corregir este desbalance entre la evaluación cuantitativa y cualitativa, el CONICET restauró la selección de las cinco producciones más relevantes de la carrera en la convocatoria de ingreso en curso, una medida adecuada para poner en valor las evaluaciones de pares acerca de la calidad de las contribuciones científicas de las candidaturas.

68

Aún quedan muchos asuntos por revisar en la cultura evaluativa del CONICET, con el fin de crear perfiles diferenciados de investigador que sean representativos de los diversos estilos de producción existentes, unos más globalizados, otros más orientados a la satisfacción de las demandas locales. Reorientar las recompensas de las políticas evaluativas considerando la bibliodiversidad existente podrá potenciar, así, una ciencia de calidad internacional ya probada, con nuevos aportes con relevancia social. En conjunto con el repositorio institucional CONICET digital, el SIGEVA es un instrumento clave para conocer y potenciar estos nuevos perfiles. Su puesta en relación con el sistema nacional de repositorios, la interoperabilidad con CVar y con otros SIGEVA del sistema universitario argentino son los desafíos de esta hora que reclama una ciencia abierta y con mayor participación de la ciudadanía.

## Bibliografía

Albornoz, M., Barrera, R., Matas, L., Osorio, L. y Sokil, J. (2018). Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana. *Papeles del Observatorio*, 9. Recuperado de: [https://panorama.oei.org.ar/\\_dev2/wp-content/uploads/2019/03/Papeles-del-Observatorio-N%C2%B0-09.pdf](https://panorama.oei.org.ar/_dev2/wp-content/uploads/2019/03/Papeles-del-Observatorio-N%C2%B0-09.pdf).

Beigel, F. (2014). Publishing from the periphery: Structural heterogeneity and segmented circuits. The evaluation of scientific publications for tenure in Argentina's CONICET. *Current Sociology*, 62(5), 743–765. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0011392114533977>.

Beigel, F. (2017). Científicos Periféricos, entre Ariel y Calibán. Saberes Institucionales y Circuitos de Consagración en Argentina: Las Publicaciones de los Investigadores del CONICET. DADOS – Revista de Ciências Sociais, 60(3), 825-865. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/001152582017136>.

Beigel, F., Gallardo, O. y Bekerman, F. (2018). Institutional expansion and scientific development in the periphery. The structural heterogeneity of Argentina's academic field (1983-2015). *Minerva. A Review of Science, Learning and Policy*, 56(3), 305-331. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11024-017-9340-2>.

Beigel, F., Almeida, A. M. y Piovani, J. (2020). Linguistic capital and styles of publishing in peripheral centers. *Sociologica*, en prensa.

Biagioli, M. y Lippman, A. (2020). *Gaming the metrics: misconduct and manipulation in academic research*. Cambridge: MIT Press.

Buquet, A., Cooper, J. A., Mingo, A. y Moreno, H. (2013). *Intrusas en la Universidad*. México: UNAM.

De Swaan, A. (2001). *Words of the World*. Gran Bretaña: Polity Press.

Debat, H. y Babini, D. (2019). Plan S in Latin America: A precautionary note (preprint). Recuperado de: <https://zenodo.org/record/3332621>.

Engels, T. C., Istenič Starčič, A., Kulczycki, E., Pölönen, J. y Siverstsen, G. (2018). Are book publications disappearing from scholarly communication in the social sciences and humanities? *Aslib Journal of Information Management*, 70(6), 592-607. Recuperado de: <https://doi.org/10.1108/AJIM-05-2018-0127>.

Gallardo, O. (2019). Una mirada relacional sobre el CONICET. Internacionalización, capital idiomático y cultura evaluativa en el campo científico-universitario argentino (2003-2015) (Tesis doctoral). Doctorado en Estudios Sociales de América Latina, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Gallardo, O. (2020). Language capital at stake in the academic field. Profiles of acquisition, assessment and use of English by Argentine scientific researchers. *Sociologica*, en prensa.

Gerhards, J. (2014). Transnational linguistic capital: Explaining English proficiency in 27 European countries. *International Sociology*, 29(1), 56–74. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0268580913519461>.

Giménez Toledo, E. (2016). *Malestar. Los investigadores ante su evaluación*. Madrid y Frankfurt am Main: Iberoamericana y Vervuert.

Giménez Toledo, E., Mañana-Rodríguez, J. y Sivertsen, G. (2017). Scholarly book publishing: Its information sources for evaluation in the social sciences and humanities. *Research Evaluation*, 26(2), 91-101. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/reseval/rvx007>.

Giménez Toledo, E., Mañana-Rodríguez, J., Engels, T. C., Guns, R., Kulczycki, E., Ochsner, M. y Zuccala, A. A. (2019). Taking scholarly books into account, part II: A comparison of 19 European countries in evaluation and funding. *Scientometrics*, 118(1), 233-251. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2956-7>.

Gingras, Y. (2016). *Bibliometrics and research evaluation. Uses and abuses*. Londres: MIT.

Guédon, J-C. (2011). El acceso abierto y la división entre ciencia principal y periférica. *Crítica y Emancipación*, 3(6), 135-180.

Jeppesen et al. (2019). Informe sobre demografía y avance en la carrera según gran área. CONICET. Mimeo.

Kehm, B. (2020). *Global University Rankings: Impacts and Applications*. En M. Biagioli y A. Lippman (Eds.), *Gaming the metrics: misconduct and manipulation in academic research* (93-100). Cambridge: MIT Press.

Lillis, T. y Curry, M. J. (2010). *Academic Writing in a Global Context: The Politics and Practices of Publishing in English*. Londres: Routledge.

Moschkovich, M. y Almeida, A. M. F. (2015). Desigualdades de Gênero na Carreira Acadêmica no Brasil. *DADOS – Revista de Ciências Sociais*, 58(3), 749-789. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/00115258201558>.

Mounier, P. (2018). 'Publication favela' or bibliodiversity? Open access publishing viewed from a European perspective. *Learned Publishing*, 31, 299-305. Recuperado de: [10.1002/leap.1194](https://doi.org/10.1002/leap.1194).

Mugnaini, R., Damaceno, R. J. P., Digiampietri, L. A. y Mena-Chalco, J. P. (2019). Panorama da produção científica do Brasil além da indexação: uma análise exploratória da comunicação em periódicos. *Transinformação*, 31. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0889201931e190033>.

Niembro, A. (2020). ¿Federalización de la ciencia y tecnología en Argentina? La carrera del investigador de CONICET (2010-2019). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(60). Recuperado de: <https://doi.org/10.33255/3160/627>.

Paswan, J. y Singh, V. K. (2020). Gender and research publishing analyzed through the lenses of discipline, institution types, impact and international collaboration: a case study from India. *Scientometrics*, 123, 497-515. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03398-5>.

Ràfols, I. (2019). S&T Indicators 'In the Wild': Contextualisation and Participation for Responsible Metrics. *Research Evaluation*, 28(1), 7-22. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/reseval/rvy030>.

Sarthou, N. (2019). Tendencias en la evaluación de la ciencia en Argentina: género, federalización y temas estratégicos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30(59), 37-73. Recuperado de: <http://www.pcient.uner.edu.ar/cdyt/article/view/695/644>.

Sivertsen, G. (2019). Understanding and Evaluating Research and Scholarly Publishing in the Social Sciences and Humanities (SSH). *Data and Information Management*, 3(2), 61–71. Recuperado de: <https://doi.org/10.2478/dim-2019-0008>.

Sivertsen, G. y Larsen, B. (2012). Comprehensive bibliographic coverage of the social sciences and humanities in a citation index: an empirical analysis of the potential. *Scientometrics*, 91, 567–575. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0615-3>.

Tao Tao (2020). New Chinese Policy Could Reshape Global STM Publishing (artículo en periódico). *The Scholarly Kitchen*, 27 de febrero. Recuperado de <https://scholarlykitchen.sspnet.org/2020/02/27/new-chinese-policy-could-reshape-global-stm-publishing/>.

Thelwall, M. (2020). Mid-career field switches reduce gender disparities in academic publishing. *Scientometrics*, 123, 1365-1383. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03445-1>.

Perelló Tomás, F. (2012). Asimetrías de género en la Universitat de València. Informe definitivo. Valencia: Universitat de València. Recuperado de: [https://www.uv.es/igualtat/actualitat/actualitat2013/informes/AGU\\_INFORME\\_DEFINITIVO\\_revisado\\_castellano\\_def.pdf](https://www.uv.es/igualtat/actualitat/actualitat2013/informes/AGU_INFORME_DEFINITIVO_revisado_castellano_def.pdf).

Vincent-Lamarre, P., Sugimoto, C.R. y Larivière, V. (2020). The decline of women's research production during the coronavirus pandemic (artículo en periódico). *Nature Index*, 19 de mayo. Recuperado de: <https://www.natureindex.com/news-blog/decline-women-scientist-research-publishing-production-coronavirus-pandemic>.

Zhang, L. y Sivertsen, G. (2020). The New Research Assessment Reform in China and Its Implementation. *Scholarly Assessment Reports*, 2(1), 3. Recuperado de: <http://doi.org/10.29024/sar.15>.

### **Cómo citar este artículo**

Beigel, F. y Gallardo, O. (2021). Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo en un corpus completo de producciones científicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 41-71.



## El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia mundial \*

## O fetichismo da indexação. Uma crítica latino-americana aos regimes de avaliação da ciência mundial

### *Indexation Fetishism. A Latin American Critique of Science Assessment Regimes Worldwide*

Maximiliano Salatino y Osvaldo López Ruiz \*\*

En este trabajo problematizamos la indexación de las revistas científicas como mecanismo utilizado para la evaluación y gestión de la ciencia. El impacto a lo largo del tiempo que han tenido la indexación y los indicadores cuantitativos ha producido, por lo menos, dos efectos concretos. Por un lado, la constitución de una “fe” incuestionada, creencia o convicción que iguala la producción científica indexada en bases de datos de corriente principal a la “excelencia”; y por otro, un formidable proceso de mercantilización de la circulación del conocimiento a nivel mundial. A partir del estudio de un universo de 10.104 revistas científicas de 28 países de América Latina y el Caribe activas a 2016 y 2017, describimos las heterogeneidades y particularidades de las políticas de indexación en la región. Luego debatimos algunos ejemplos de políticas de evaluación de la ciencia en Argentina, Brasil, Colombia y México. Argumentamos que la noción de “fetichismo de la indexación” permite dar cuenta de las formas encubiertas o invisibilizadas que adopta la aceptación de criterios *mainstream* en la evaluación de la ciencia regional en el contexto de competencia científica internacional. Asimismo, esperamos con esta noción estimular una reflexión crítica por parte de la propia comunidad científica.

73

**Palabras clave:** indexación; revistas científicas; regímenes de evaluación; gestión de la ciencia; América Latina

---

\* Recepción del artículo: 31/05/2019. Entrega de la evaluación final: 20/01/2020. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

\*\* *Maximiliano Salatino*: doctor en ciencias sociales, becario posdoctoral del CONICET y profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Correo electrónico: maxisalatino@gmail.com. *Osvaldo López Ruiz*: doctor en ciencias sociales, investigador independiente del CONICET y profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo. Correo electrónico: olopezruiz@mendoza-conicet.gob.ar.

Neste trabalho problematizamos a indexação de periódicos científicos como um mecanismo utilizado para a avaliação e gestão da ciência. O impacto ao longo do tempo da indexação e dos indicadores quantitativos teve pelo menos dois efeitos específicos. Por um lado, a constituição de uma inquestionável “fé”, crença ou convicção onde a produção científica indexada nas principais bases equipara-se à “excelência”; e, por outro, um formidável processo de mercantilização da circulação do conhecimento no mundo todo. Do estudo de um universo de 10.104 revistas científicas de 28 países da América Latina e do Caribe ativos em 2016/2017, descrevemos a heterogeneidade e as particularidades das políticas de indexação na região. Em seguida, passamos a discutir alguns exemplos de políticas de avaliação de ciência na Argentina, Brasil, Colômbia e México. Argumentamos que a noção de “fetichismo de indexação” torna possível explicar as formas ocultas ou invisíveis adotadas pela aceitação de critérios de avaliação *mainstream* para a ciência regional no contexto da competição científica internacional e pode estimular a reflexão crítica pela própria comunidade científica.

**Palavras-chave:** indexação; periódicos científicos; regimes de avaliação; gestão da ciência; América Latina

*This paper raises the issue of the indexation of scientific journals as a mechanism used for science assessment and management. Over time, indexation and quantitative indicators have produced at least two specific effects. On the one hand, the constitution of an unquestioned “faith”, belief or conviction that equates scientific production indexed in mainstream databases to “excellence”; and on the other, a formidable process of commodification of the circulation of knowledge worldwide. From the study of a universe of 10,104 scientific journals from 28 Latin American and Caribbean countries active in 2016/2017, we describe the heterogeneity and particularities of indexation policies in these regions. We then discuss some examples of science assessment policies in Argentina, Brazil, Colombia, and Mexico. We argue that the idea of “indexation fetishism” allows showing the hidden and invisible ways that the acceptance of mainstream criteria adopts in the assessment of regional science within the context of international scientific competition. In addition, based on this concept, we expect to stimulate a critical reflection on behalf of the scientific community itself.*

**Keywords:** indexing; scientific journals; assessment regimes; scientific management; Latin America

## Introducción

Existe un dilema importante hacia el interior del mundo científico: ¿cómo gestionar la gran cantidad de investigadores e investigadoras, proyectos de investigación y programas de posgrado? ¿Cómo evaluar los resultados de las investigaciones? ¿Por qué se continúan usando indicadores cuantitativos del tipo factor de impacto, clasificación por cuartiles o la indexación de las revistas científicas como elementos centrales y base de apoyo de la evaluación y gestión de la ciencia?

Tanto desde el punto de vista de los gestores de la ciencia como de los investigadores e investigadoras, la cuestión de la evaluación científica se encuentra en constante discusión. Hasta el momento los indicadores cuantitativos de producción y circulación científica han sido una manera “eficiente” de responder a la creciente demanda en la ciencia de evaluación y gestión. Bajo el supuesto de dar cuenta de la excelencia científica, las métricas y los indicadores cuantitativos han sido adoptados por la gran mayoría de las agencias y organismos científicos nacionales para reglar la evaluación científica. Pero, si no tomamos la indexación o el índice de impacto, ¿cómo podríamos evaluar la ciencia contemporánea?

Entendemos que existen muchas derivas a este interrogante que incluyen a los campos científicos locales, los organismos científicos públicos y los procesos de internacionalización de la corriente principal de la ciencia (*mainstream*). Acotando un poco más el problema sería pertinente preguntarnos: ¿quiénes evalúan la ciencia? ¿La comunidad científica, las agencias de financiamiento, los estados nacionales, las editoriales o las bases indexadoras?

75

En este artículo, nos situamos a partir de la singularización de la problemática de la indexación desde América Latina para pensar la transformación en los regímenes de evaluación. Regímenes que tienen consecuencias muy concretas en la práctica científica porque tienen la capacidad de moldearla y transformarla. Como menciona Albornoz (2007), existe una fuerte tensión entre burocratización y creatividad en la ciencia contemporánea. La investigación científica tiene marchas y contramarchas, acumulación de errores, los objetos de investigación cambian, se modifican, se transforman. El proceso de investigación no es lineal, lo que de muchas maneras no condice con los tiempos de la competencia científica nacional e internacional. Llegar a tener resultados sólidos y generar una contribución valiosa al estado de la discusión contemporánea no necesariamente implica tener un gran número de publicaciones o asistir con frecuencia a congresos, por ejemplo.

En términos generales se reconocen las limitaciones y las consecuencias del uso de los criterios cuantitativos para evaluar y gestionar la ciencia. Desde los mismos centros del sistema académico mundial, organismos públicos y consejos científicos nacionales señalan la necesidad de profundizar la evaluación cualitativa (Leiden Manifiesto, 2015), una fuerte crítica a los indicadores cuantitativos (DORA, 2012; Guédon *et al.*, 2019; Wilsdon *et al.*, 2017) y un señalamiento de las perversiones que a nivel institucional y personal traen consigo los regímenes de evaluación (Wilsdon *et al.*, 2015).

Desde el punto de vista de los agentes científicos, la discusión acerca de dónde publicar, la revisión de los Journal Citation Report (Web of Science-Clarivate Analytics), la búsqueda de la clasificación por cuartiles en el sitio del SCImago Journal Rank, la búsqueda de financiamiento para las publicaciones científicas que requieren que el autor pague parte de los costos (author processing charges), entre tantas otras cuestiones, forman parte de su cotidianeidad. Sin embargo, son menos conocidas o cuestionadas las relaciones estructurales que subyacen al mundo editorial. Estar inmerso en una práctica de publicación no implica conocer los regímenes de evaluación. Por tanto, se desconoce el proceso histórico que llevó a ciertas instituciones reconocidas hoy como “centros de excelencia” a universalizar criterios de evaluación que se tradujeron en una considerable acumulación de capital científico. Este proceso tuvo como consecuencia la expansión de una forma de concebir la producción científica y su evaluación, la que tuvo anclajes y adaptaciones concretas en buena parte del mundo. Al mismo tiempo, se expandió la creencia, la “fe” incuestionada, que reconoce a la indexación como garante de excelencia científica. Las revistas consideradas más prestigiosas reciben miles de artículos, son frecuentemente citadas y poseen índices de rechazo muy altos. Por ejemplo, la búsqueda de publicar en una revista incluida en el Core Collection de Web of Science es un objetivo de sentido común (cuando no una necesidad de supervivencia) en la carrera de muchos científicos y científicas. Los investigadores en ciencias naturales, biológicas y médicas directamente escriben sus artículos en inglés, en el modelo IMRyD (introducción, método, resultados y discusión), con múltiples autores y destinan parte de su presupuesto para pagar por publicar. Este esquema se reproduce en mayor o menor medida en muchas áreas disciplinarias donde la asociación de indexación con el prestigio de una publicación deja de ser simplemente un mecanismo simbólico y se transforma en una estrategia de la práctica científica concreta, particularmente, cuando las diferentes agencias científicas nacionales evalúan a sus agentes según su producción.

76

La indexación desplazó así aquella disputa concreta y básica entre científicos y científicas por la originalidad y notoriedad de sus trabajos. ¿Quién realizó un mejor aporte para comprender y explicar determinado fenómeno? Los objetivos prácticos actuales llevan a publicar en tal o cual revista que se encuentra bien indexada. La función de la indexación y de la estructura de los indicadores de impacto (incluidas las citas) forma parte de la readecuación de las reglas de la competencia científica internacional que contribuye a concentrar capital científico en aquellas áreas/equipos/institutos/científicos centrales, en detrimento de otras formas del quehacer científico.

En este trabajo nos proponemos problematizar la indexación de las revistas científicas como mecanismo utilizado para la evaluación y gestión de la ciencia, y analizar sus efectos en espacios científicos periféricos como el latinoamericano. Pensamos la indexación como parte de un conjunto de relaciones políticas, académicas y editoriales que no solo se reducen a la inclusión en una base de datos, sino que implica considerar los autores y las autoras, las instituciones editoras, las corporaciones editoriales, los sistemas nacionales de ciencia y los regímenes de evaluación.

En un primer momento, introducimos el proceso de constitución sociohistórica de la indexación como “garante” de la excelencia científica a nivel mundial. Posteriormente,

a partir del análisis del universo de 10.104 revistas científicas,<sup>1</sup> observamos empíricamente las heterogeneidades y complejidades que concretamente adoptan las estrategias de indexación en la región. Buscamos así desmitificar la mirada monolítica y homogénea que se sostiene acerca del mundo indexado latinoamericano. Luego, presentamos nuestro argumento respecto de por qué la indexación se ha convertido en un fetiche y cuáles son sus características y aristas. Nos centramos en explicar sus procesos e implicancias que son en parte responsable de su exitosa universalización. Finalmente, describimos los efectos que produce la indexación como fetichismo en las políticas científicas nacionales y en los regímenes de la evaluación.

## 1. De la medición a la evaluación cuantitativa de la ciencia

La historia de la bibliometría está ligada directamente con el desarrollo de los estudios bibliométricos. La bibliometría se encargó de cuantificar o medir el uso de recursos bibliográficos en bibliotecas (la cantidad de pedidos, devoluciones, usos de citas, de referencias). Con el paso del tiempo y con la adopción de la ley de Bradford, los bibliotecarios pudieron advertir que el uso de los recursos bibliográficos indicaba, de alguna manera, reconocimiento. Bradford (1934) buscó identificar cuantitativamente la relación entre revistas y artículos de una bibliografía sobre un área disciplinar o tema de interés específico. La ley postula que una gran cantidad de artículos se concentra en un pequeño número de revistas por lo tanto es necesario diferenciar este grupo de revistas. Esto permitió delimitar un grupo o zonas de revistas consideradas como centrales (*core journals*) de otras zonas o grupos de revistas menos utilizadas. La aplicación práctica de la ley de Bradford proporcionó los mecanismos para seleccionar las publicaciones periódicas más relevantes, en principio para cubrir una determinada área del conocimiento.

77

La expansión de los estudios bibliométricos se vio modificada durante el período de postguerra. Sencillamente porque los bibliotecarios y las bibliotecarias identificaron sus pautas de suscripción de publicaciones en relación a la conformación de este grupo de revistas centrales por disciplinas, lo que derivó en un aumento mayúsculo de su utilización en detrimento de aquellas publicaciones que habían quedado relegadas en los análisis cuantitativos de la bibliometría. Guédon (2011) afirma que, durante la década de 1960, Eugene Garfield transformó las distribuciones estadísticas de Bradford en su propia ley de concentración, lo que le permitió crear el Science Citation Index y, con ello, la historia contemporánea de los estudios cuantitativos de la ciencia. Lo que hasta entonces se denominaba como *core journals* se empezó a denominar *core science*.

---

1. Se trata de una base de revistas científicas activas a 2016 con actualización de las indexaciones a 2017. Se construyó a partir de las series ISSN y del Directorio de Latindex de 28 países de América Latina y el Caribe. Posteriormente, se agregaron las revistas incluidas en las bases indexadoras regionales (Latindex Catálogo, Scielo y Redalyc). En algunos casos, los registros no eran consistentes, existían repeticiones, ausencias o hasta información mal registrada. Frente a este panorama, se chequearon individualmente los casos problemáticos. La reconstrucción de un universo de revistas latinoamericanas en actividad nos permitió avanzar sobre un grupo de revistas que hasta el momento no habían sido estudiadas y, por tanto, dar cuenta de una estructura de circulación regional (Salatino, 2018a).

La cienciometría surgió a finales de la década de 1960 como una especialización de los estudios bibliométricos basados en la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos. Existen actualmente muchos debates en torno a la adjudicación y propiedad del término “cienciometría” (Hood y Wilson, 2001; Wouters, 1999), pero se reconoce, que la formulación primera de ese término se debe al investigador ruso Vassily V. Nalimov en 1969. De todas formas, su efectiva circulación y desarrollo a escala global tuvieron su anclaje en los trabajos de Eugene Garfield en el Institute for Scientific Information (ISI-WoS). Garfield tomó buena parte de los estudios bibliométricos anteriormente referidos y dio origen al Science Citation Index en 1964. Para Heilbron (2002) el modelo de Garfield también se basó en la aplicación del Shepard’s Citorator, una base de datos de derecho especializada en jurisprudencia y leyes que lograba sistematizar criterios de selección, lo que permitía la jerarquización de determinados recursos en diferentes áreas jurídicas (principalmente jurisprudencia). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fue, por su parte, pionera en los estudios cuantitativos de la ciencia y la tecnología. La OECD editó en 1962 el conocido Manual de Frascati, que representa, según Vessuri (1991), el intento normalizador más importante llevado a cabo por un organismo internacional, a fin de conseguir un lenguaje común acerca de las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología, y proceder a una medición lo más uniforme posible de las tareas de investigación y desarrollo (Vessuri, 1991, p. 66).<sup>2</sup>

Todo este sistema se estructuró sobre la constitución de las revistas científicas como principal medio de divulgación de la ciencia desplazando el rol histórico del libro. Los resultados de investigación científica pasaron a tener como medio de comunicación preferencial a las revistas, exacerbando lo que algunos autores han denominado como la “cultura del paper” (Garfield, 1996; Plume y van Weijen, 2014) o la “cultura de la citación” (Wouters, 1999). Se puede sugerir que el rol de las revistas científicas en las últimas décadas ha llevado a una reconversión de su función primigenia, la comunicación de la ciencia, transformándose en un instrumento de evaluación y, por tanto, delineado en función de los requisitos internacionales de “excelencia”. Esos requisitos han sido incorporados por los sistemas científicos para las evaluaciones y promociones de sus investigadores e investigadoras. Esto puede constatarse tanto a escala regional como nacional. Vessuri, Guédon y Cetto destacan que: “estos procesos de desarrollo científico transforman la cuestión de la calidad de la ciencia en una cuestión de competencia por los mejores lugares en los rankings; se introducen a las revistas científicas como instrumento primordial de la gestión y evaluación de la ciencia, definiendo asimismo las reglas de la competencia” (Vessuri, Guédon y Cetto, 2014, p. 653).

Es importante detenernos en este hito dentro de la historia de la ciencia donde las publicaciones científicas formaron parte de la configuración de diferentes dispositivos que permitieron medir y cuantificar la producción científica. La función de las revistas

---

2. Gaillard llevó adelante un estudio de las implicancias de la medición y evaluación de la ciencia periférica según los indicadores del Manual de Frascati. El autor concluye que las inconsistencias en el desarrollo de algunos indicadores han tenido como consecuencia la generación de diagnósticos poco precisos. Al respecto véase: Gaillard, 2010.

como un registro social del avance de la ciencia, parafraseando a Guédon (2011), se vio intervenida por la presencia de agentes externos al mundo científico.<sup>3</sup> En este sentido, aquella discusión planteada por Bourdieu asociada al rol de las revistas científicas como instrumento de visibilidad de la ciencia se vio expandida. Ahora las revistas no solo diferencian lo publicable de lo no publicable, sino también establecen jerarquías dentro del mundo de lo publicado.

Para Bourdieu (2003 [2001]), la cienciometría se basa en los mismos fundamentos del estructural funcionalismo mertoniano ya que plantea el control y la evaluación de la ciencia con fines de formular políticas públicas. Para el autor, “los indicadores cienciométricos: ofrecen a los administradores científicos los medios aparentemente racionales de gobernar tanto a la ciencia como a los científicos y de ofrecer unas justificaciones de aire científico a las decisiones burocráticas” (Bourdieu, 2003, p. 33). En este sentido, la cienciometría se instrumentaliza en una forma de gestión de las instituciones y agentes científicos a partir de la cuantificación de la producción científica y su transformación en indicadores.

Al mismo tiempo, la aplicación de la cienciometría en diferentes campos científicos nacionales implica una homogeneización de las asimetrías y desigualdades preexistentes en dichos campos. Es decir, la mundialización de por ejemplo el índice de impacto (Fleck, 2013; Garfield, 2007; Wouters, 1999) implica comparar con el mismo indicador revistas con contextos de publicación muy diferentes. En este sentido, nos preguntamos, por ejemplo, ¿qué consecuencias trae aparejado comparar una revista británica con una mexicana a partir de sus índices de impacto? ¿Son comparables las citas de un autor o autora del Norte con alguno o alguna del Sur? Los métodos cuantitativos de evaluación de la circulación de la ciencia tienden a borrar las diferencias, por tanto, a invisibilizar asimetrías. Existen diversas diferencias y jerarquizaciones en el sistema académico mundial, una de las principales, es el uso del inglés como *lingua franca* (Ortiz, 2009); lo que se traduce en una desventaja estructural para la publicación científica de regiones periféricas donde el inglés no es lengua nativa.

79

## 2. La ciencia indexada en América Latina

El desarrollo e institucionalización de la indexación y de los indicadores cuantitativos como guías para evaluar la ciencia ha promovido una serie de fenómenos. En primer lugar, han modificado buena parte de las reglas de juego dentro de los campos científicos nacionales. Si la evaluación de la práctica individual o institucional de los

---

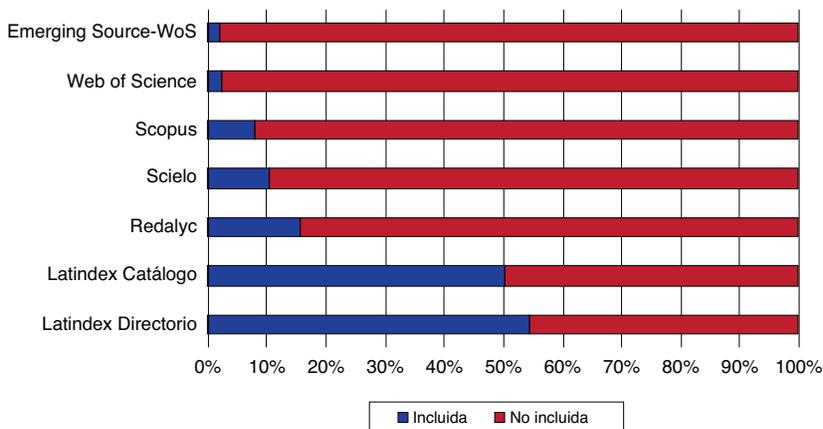
3. A este respecto, debemos explicitar que no sostenemos una mirada negativa sobre los estudios bibliométricos o cienciométricos per se. Consideramos que forman parte de una perspectiva y disciplina específica dentro de la cual son altamente valorados e importantes para su desarrollo. Hacemos particular referencia al tipo de estudios cienciométricos que se basan en datos provenientes de bases e indexadores de corriente principal (*mainstream*) y con lógicas político-institucionales muy diferentes a la de regiones periféricas como América Latina y el Caribe. Y que se han constituido en la base material de las propuestas teóricas y prácticas de modalidades de evaluación de la ciencia que privilegian las citas, los factores de impacto y los rankings internacionales.

agentes científicos se vincula, en mayor o menor medida, en relación a la cantidad de su producción, esto genera una serie de articulaciones tendientes a modificar las prácticas de producción de conocimiento científico. El eje de la evaluación se centra en la productividad medida en función de alguno de estos “indicadores”, en especial, porque, más allá de la advertencia de sus limitaciones (Babini, 2016; Beigel, 2014; Guédon, 2014; Velho, 1986; Vessuri, 1987; Vessuri, Guédon y Cetto, 2014), se han consolidado como medida de la “excelencia” científica.

En segundo término, la presencia de la producción científica de países emergentes y periféricos hacia el interior de estos “rankings” de excelencia<sup>4</sup> es mínima en función de su visibilidad e impacto. Históricamente la ciencia latinoamericana ha sido subrepresentada en las bases indexadoras como Web of Science (ex Thompson-Reuters, hoy Clarivate Analytics) o Scopus (ex Elsevier, hoy Relx).<sup>5</sup> Según nuestra base de datos, se estima que para 2016-2017, América Latina contaba con 10.104 revistas activas, de la cuales solo 232 están incluidas en Web of Science y 810 en Scopus (Salatino, 2018a). A continuación, puede observarse la distribución de revistas editadas en América Latina y el Caribe activas a 2017 en relación a su inclusión a diferentes bases indexadoras.

**Gráfico 1. Distribución relativa de revistas latinoamericanas según inclusión en bases indexadoras (n=10.104)**

80



Fuente: Base de revistas científicas latinoamericanas y Salatino (2018a)

4. Aquí se hace referencia a los rankings de revistas del estilo del SCImago Journal Rank. Los rankings universitarios también han sido objeto de recientes críticas. Al respecto véase: Albornoz y Osorio, 2018; Hammarfelt, de Rijcke y Wouters, 2017.

5. Muchos estudios han detectado ya la poca incidencia de la producción latinoamericana en bases internacionales de corriente principal. Desde los estudios pioneros de Vessuri, Velho y Cetto hasta contemporáneas investigaciones cuantitativas, al respecto véase: Aguado-lópez y Becerril-García, 2016; Beigel, 2016; Vélez-Cuarteras, 2017, 2018; Lucio-Arias *et al.*, 2015; Machin-Mastromatteo, Tarango y Medina Yllescas, 2011; Minniti *et al.*, 2018.

Un elemento fundamental a considerar es que en la región existe un 36% de revistas que no se encuentran incluidas en ninguna base indexadora. Es un porcentaje alto que implica morigerar afirmaciones de sentido general cuando se analizan las revistas latinoamericanas.

En esta comparación de revistas indexadas en bases internacionales y regionales podemos observar que Latindex y Redalyc son las más inclusivas. Para el caso de Latindex tanto su Catálogo (con proceso de evaluación) como el Directorio (registro de revistas con algún interés científico sin evaluación) alcanzan más del 50% de todas las revistas editada en 28 países de América Latina y el Caribe. Scielo incluye al 10% mientras que Scopus es la base de corriente principal que más revistas incluye. Web of Science y su reciente recurso Emerging-Source se encuentran limitados solamente al 2,3% y 1,9% respectivamente.

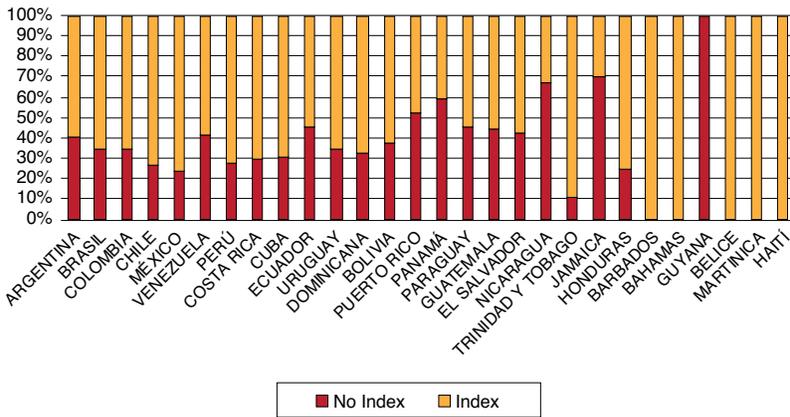
Para el caso de las revistas indexadas, la heterogeneidad hacia el interior de las indexaciones es muy alta. Podemos observar que no es lo mismo analizar las colecciones de Scielo o Redalyc y las de Latindex. Cada una incluye un universo diferente de revistas y por lo tanto es necesario deconstruir las aproximaciones que consideran al mundo indexado como monolítico y homogéneo.

En tercer lugar, los indicadores cuantitativos hegemónicos son producidos y promovidos por un conjunto de empresas científicas ancladas en los centros del sistema académico mundial. Por lo que allí se conjugan los intereses comerciales de búsqueda de rentabilidad (y, por lo tanto, de un mercado para sus productos) y la constitución “parroquial” y “eurocéntrica” de un sistema de medida de muy dudosa aplicación en contextos y campos científicos diferentes. En el último tiempo desde América Latina, se han indagado diversos caminos para la construcción de indicadores regionales, siendo el caso de la Red Iberoamericana Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) un ejemplo exitoso. Sin embargo, la cobertura y el análisis asociados a publicaciones científicas y circulación de conocimiento científico en general continúan siendo un desafío.

Por último, el uso de indicadores para la evaluación científica ha generado en espacios científicos latinoamericanos un proceso de segmentación de la circulación de revistas y artículos. Desde finales de los años 80 y durante los 90, América Latina fue testigo de una expansión en términos absolutos de sus publicaciones periódicas. Uno de los motivos fue la consolidación de la revista científica como instrumento privilegiado de circulación de conocimiento científico. En muchas áreas disciplinares, el paper fue considerado un fin en sí mismo y, por lo tanto, se promovió la creación de revistas propias. En especial, debido a las limitaciones que trae consigo la publicación en inglés, por tanto, se expandieron los circuitos de publicación anclados en el español y el portugués como idiomas principales. Dicha expansión se cimentó en las diferencias histórico-estructurales de los campos científicos nacionales en la región. Lo que produjo como consecuencia fue la generación de diferentes espacios de circulación con diferentes estrategias de consagración que conviven en la actualidad (Salatino, 2018).

Si analizamos las revistas indexadas latinoamericanas, podemos apreciar con mayor profundidad de qué manera las políticas de indexación ha moldeado la circulación regional. A continuación, observamos la distribución de revistas de 28 países de América Latina y el Caribe en relación a su inclusión en alguna base indexadora:

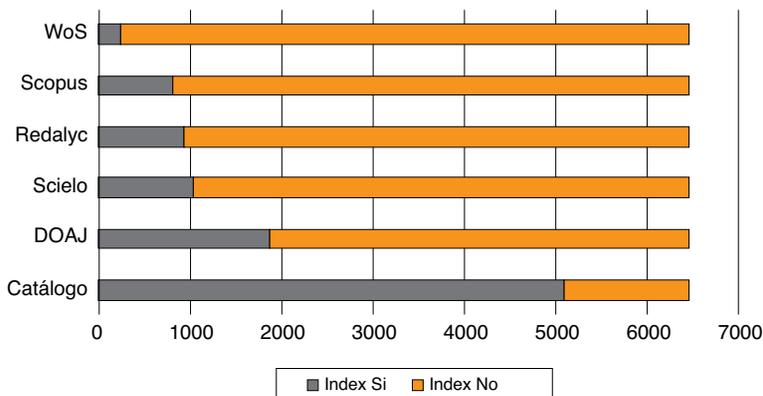
**Gráfico 2. Distribución relativa de revistas indexadas por país de edición (n=10.104)**



Los países que poseen mayor cantidad de revistas indexadas considerando el promedio regional son: Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Nicaragua, Paraguay y Perú. En tanto que México, Venezuela, Colombia y Cuba son países que poseen menos revistas no indexadas en relación con el promedio latinoamericano. Para el caso brasileño, el 40% de sus revistas no tienen inclusión alguna, el 36% para Argentina, 34% para Chile, 31% para México y 27% para Colombia. Estos datos dejan claro que existe una gran heterogeneidad en las estrategias de indexación de revistas científicas a escala regional. El rol de las potencias científicas regionales (Brasil, Argentina, Chile, Colombia y México) se ve matizado a partir de la cantidad considerable de publicaciones que no se encuentran incluidas en ninguna base indexadora.

Como pudimos mostrar en otro lugar (Salatino, 2018a), 6450 revistas científicas se encuentran insertas en alguna base regional o internacional. El catálogo de Latindex es la base más inclusiva seguida de DOAJ (Directory of Open Access Journal), Scielo (Scientific Electronic Library Online), Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe) y Scopus. El caso de Web of Science continúa siendo el más restrictivo y, por tanto, posee una menor representación.

**Gráfico 3. Distribución relativa de revistas indexadas según base de datos (n=6450)**



Fuente: Base de revistas científicas latinoamericanas y Salatino (2018a)

Las consideraciones acerca de integrar un grupo de excelencia o de elite se replica hacia el interior del mundo indexado de revistas. Resulta un horizonte preestablecido para la consolidación de una revista el ser incluida en una base restrictiva, prestigiosa, en inglés y de suscripción cerrada. Es el caso paradigmático de WoS, donde solo se encuentran una pequeña parte de las revistas indexadas de América Latina.<sup>6</sup> Solo el 2,3% de las revistas de la base total (n=10.104) están disponibles en algún recurso de Web of Science, y el 3,6% si solo consideramos a las revistas indexadas (n. 6450). Para comparar, podemos mencionar el caso de las revistas del Catálogo de Latindex que representan el 50,32% del total de la base y el 78,8% de las revistas indexadas.

83

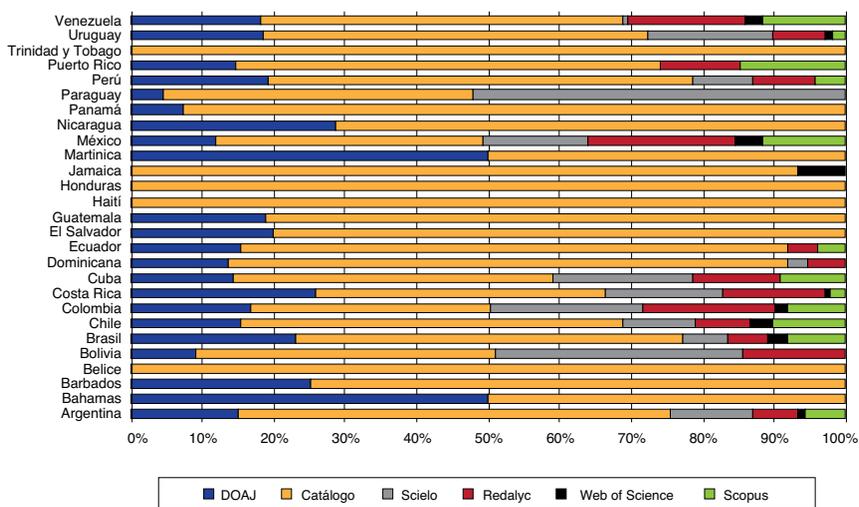
El amplio desarrollo de la comunicación científica en Argentina, Chile, Brasil, Colombia y México ha llevado a perder de vista singularidades específicas de determinadas regiones y países. Si observamos las revistas indexadas, podemos detectar que su inclusión a diferentes bases regionales posee diferencias nacionales. Así advertimos que la diseminación de Scielo en la región es muy disímil. Bolivia, Paraguay, Cuba, Costa Rica y Colombia son los países editores con mayor cantidad de revistas incluidas en proporción en Scielo. El número es mucho menor para Chile, Argentina, México y Brasil. Y para 16 países es casi inexistente. Muy similar es el caso de Redalyc donde su distribución en los casos nacionales es escasa. Venezuela,

6. Es importante destacar que un grupo de criterios para la inclusión en bases de corriente principal del tipo Web of Science o Scopus son las citas recibidas. Concretamente las citas recibidas por la revista postulante hacia el interior de las colecciones de la base que busca integrar. Para el caso de revistas latinoamericanas muchos estudios ya han concluido la escasa visibilidad, impacto y niveles de citación en la corriente principal. La cuestión del idioma de publicación aquí resulta una cuestión ineludible ya que la mayor proporción de literatura citada en el sistema académico mundial es inglés lo que presenta desafíos lingüísticos y simbólicos muy importantes para agentes periféricos que poseen como lengua nativa el español o el portugués.

Puerto Rico, México, Cuba, Costa Rica, Colombia y Bolivia son los países que mayor cantidad de revistas poseen en la base de la UAEM (Universidad Autónoma del Estado de México) en proporción. El catálogo de Latindex es claramente la base mayor y mejor representada en la región. Su distribución es muy grande y posee porcentajes de inclusión muy similares entre todos los países. Concretamente, aquellos países que poseen muy pocas revistas (Trinidad y Tobago, Jamaica, Honduras, Haití, Guatemala, El Salvador, Belice, Barbados) se encuentran insertas dentro de Latindex. En menor proporción, el caso de DOAJ es similar. La base madre de la corriente de acceso abierto tiene una amplia distribución con porcentajes regulares según los países y con una mayor presencia en aquellos países con menor tradición editorial.

En cuanto a las bases internacionales de acceso cerrado (Scopus y WoS), su representación en el espacio regional es mínima. Para el caso de Scopus, su mayor presencia se registra en Venezuela, Puerto Rico, México, Chile, Brasil, Cuba y Colombia. Y, por su parte, no tiene presencia en 14 países. La situación con WoS es aún más restrictiva con solo nueve países de 28 incluidos: Venezuela, Uruguay, México, Jamaica, Costa Rica, Colombia, Chile, Brasil y Argentina.

**Gráfico 4. Revistas indexadas por país de edición y base de datos (n=6450)**



Fuente: Base de revistas científicas latinoamericanas y Salatino (2018a)

A partir del gráfico anterior podemos observar el importante rol que posee el Catálogo de Latindex en la circulación regional de revistas. Latindex Catálogo es la base más abarcativa sin la cual las distribuciones de indexación mermarían muchísimo.

Todos estos elementos contextualizan la diversidad de formas de circulación que poseen las revistas latinoamericanas, cuán disímiles son las estrategias de inclusión en alguna base indexadoras, las asimetrías existentes, y principalmente, la falacia

de pensar el mundo indexado como monolítico y representativo de todo el espacio regional de publicaciones periódicas. En especial, cuando buena parte de lo publicado no se encuentra indexado (36%).

#### 4. La indexación como fetichismo

Hasta aquí hemos señalado la consolidación de las revistas científicas como dispositivos consagradorios a partir de su inclusión en tal o cual base indexadora. Pero, ¿qué significa indexar? Si situamos el término en el campo de la bibliotecología, el concepto remite al procedimiento de inclusión en una base de datos a partir de un proceso de evaluación. Dicho proceso de evaluación se encuentra ligado a un conjunto de criterios y parámetros preestablecidos que buscan ponderar la organización y gestión editorial llevando en consideración cuestiones formales y de presentación, así como la adecuación a normativas internacionales acerca de publicaciones científicas y la calidad de los aportes. Así planteado, es un proceso simple de comprender, que está limitado estrictamente al área de la comunicación científica. La indexación funciona como un sello de circulación que le otorga a la revista científica una valoración de calidad editorial reconocida. No obstante, como veremos, la indexación posee consecuencias concretas y específicas que sobrepasan los límites de los estudios sobre la comunicación científica ya que atañen a las formas en que la ciencia es concebida, producida, divulgada y valorada en la actualidad.

Para ser indexada, cada revista científica se debe adaptar a los criterios establecidos por cada base indexadora. Por ejemplo, para ser incluida en el Core Collection de Web of Science una revista tiene que cumplir veintiocho criterios. Veinticuatro de ellos diseñados o seleccionados para evaluar el rigor y las prácticas a nivel editorial de la revista y cuatro criterios de impacto diseñados para seleccionar las revistas más influyentes en sus respectivos países utilizando la actividad de citación como indicador primario.<sup>7</sup> Por tanto, el proceso de organización y gestión editorial de una revista se tiene que adecuar estrictamente a un conjunto de prácticas para lograr una buena puntuación en la evaluación, sumado a la necesidad de contar con citaciones en las revistas indexadas en bases de la corriente principal.

85

La indexación se convierte así en un modelo de práctica editorial que orienta (gratifica aceptando o castiga excluyendo) a las revistas según se acerquen o alejen de sus requerimientos. Este modelo de práctica editorial para la comunicación científica se replica también en América Latina moldeando el espacio de circulación en la región. Tanto es así que la primera gran segmentación se presenta entre las revistas indexadas y las que no se encuentran en ninguna base. De la instauración de la lógica de la indexación se desprende una clasificación sencilla entre lo que se encuentra incluido y lo que no. Esta primera marca implica un recorte del universo de lo publicado. Lo indexado representa también, por su anverso, un sistema de exclusión.

---

7. Al respecto véase: <https://clarivate.com/webofscienccegroup/solutions/webofscience-core-collection-editorial-selection-process/>.

De esta forma, la indexación en la discusión científica contemporánea excede los límites de su acepción bibliotecológica. Implica un conjunto de rasgos estructurales que se encuentran relacionados y forman parte casi orgánicamente del mismo fenómeno que incluye desde el estudio de citaciones, índices de impacto, indicadores de productividad, rankings, clasificaciones nacionales de revistas, hasta la institucionalización de sistemas de evaluación guiados por la indexación. Es así como a partir del primer recorte que implica estar o no indexado se establecen y derivan una serie de indicadores cuantitativos tales como el factor de impacto, Eingenfactor, Article Influence Score, SJR, SJR2, H-Index, SNIP, I3, entre tantos otros. Todos ellos utilizados para medir y evaluar a revistas, agentes e instituciones científicas. A estos indicadores se les pueden añadir los rankings de revistas o índices nacionales de revistas del tipo del Qualis en Brasil, Publindex en Colombia, o del índice mexicano de revistas.

En suma, la indexación se presenta concretamente como una estructura que engloba diferentes fenómenos, vincula patrones cuantitativos de evaluación de la ciencia y clasifica de manera jerárquica artículos y revistas científicas. Pero, más allá de ellos, la indexación adquiere otra característica o cualidad que es la que nos interesa discutir aquí. La indexación pasa de ser un “índice”, un “indicador” y, en definitiva, de proveer un indicio sobre la calidad eventual de la producción científica, a constituirse en un ícono, valorado en sí mismo, que acaba substituyendo al objeto que pretende representar. En otras palabras, se convierte en un fetiche, pasa a tener una valía propia y, de ser una señal de que un trabajo científico concluido pueda ser de relevancia y calidad, pasa a convertirse en su objetivo primero y previo: el conseguir ser publicado en una revista bien indexada. Este objetivo desplaza, inclusive, los objetivos intrínsecos que motivan la investigación. Lo que argumentamos es que a partir de la llegada del Science Citation Index (1964) se pusieron en marcha diferentes formas de decodificación engañosa de la práctica de publicación científica. Se entró en lo que podríamos llamar en un proceso de “fetichización” de esta práctica. De esa forma, se le atribuye a la indexación la cualidad de decir lo que es “verdadero” y “legítimo” dentro de la actividad científica. Y, por lo tanto, la indexación, y las métricas que de ésta se hacen derivar, pasan a ser erigidas en la base de la gestión y evaluación de la ciencia.<sup>8</sup> Extendiendo la imagen del fetiche, podríamos llegar a decir que la indexación acaba produciendo una suerte de encantamiento o hechizo que lleva a ver en las revistas indexadas una cualidad que no existe necesariamente en la realidad. Deriva engañosamente la calidad de lo que es allí publicado, de la calidad atribuida por el índice al medio en que se publica. Así, convertido en una suerte de fetiche, un mero índice termina adquiriendo una dimensión cuasi mágica: deleita y subyuga con su atractivo. Deleita, por la fenomenal simplificación que ofrece de la complejidad de lo real, por la practicidad y rapidez con la que permite ordenar y jerarquizar lo que es producido en ciencia y a quienes lo producen —de ahí su particular atractivo entre los administradores y gestores de la ciencia. Subyuga, porque obliga a someterse a las reglas del juego que ella crea —y que fueron definidas para otro “juego”—: el uso de los recursos bibliográficos en las bibliotecas y no el de medir la “productividad” de los

86

---

8. Véase, por ejemplo, lo que ha sido la experiencia británica en el uso de métricas para la evaluación y gestión de la investigación científica (Wilsdon *et al.*, 2015; López-Ruiz, 2019).

investigadores o ser la última palabra sobre la calidad de sus investigaciones —una “verdad” que, como venimos viendo, extrapola artificialmente la realidad y en definitiva es construida de manera bastante cuestionable.<sup>9</sup>

El fetichismo de la indexación funciona con claridad para analizar a los agentes y las instituciones científicas que con el paso del tiempo han internalizado o naturalizado estas dinámicas de exclusión y selección. Lo que se observa en la superficie del fenómeno es un conjunto de empresas editoriales que han llevado adelante una selección de las mejores revistas científicas; ¿quién podría oponerse a la singularización de la excelencia? No obstante, esta idea que iguala indexación con excelencia ha sido ampliamente criticada, aunque su uso práctico ha perdurado en el tiempo. Por otra parte, se encuentran aquellos agentes o instituciones científicas que se posicionan críticamente frente a este fenómeno de fetichización, reconociendo sus límites y alertando de las perversiones que se pueden suscitar en el mundo académico. Pero, a pesar de ello, dado el grado de desarrollo de la competencia científica internacional, se ven obligados a jugar el juego adhiriendo a esas reglas ya que una posición anárquica implicaría quedar fuera de sus respectivas carreras científicas o, por lo menos, correr el riesgo de estarlo. Por desconocimiento o reconocimiento, los efectos de la indexación como fetichismo se presentan como ineludibles.

Al mismo tiempo, hacia el interior de los estudios cuantitativos y de estas grandes empresas editoriales se sostiene que la indexación (y sus derivas) es la forma más fiable de conocer, sistematizar y evaluar la ciencia. Existe una creencia generalizada en la construcción de indicadores cuantitativos, rankings y criterios indexatorios que llevó a una gran expansión de las redes cuantitativas. Se crearon carreras especializadas, revistas científicas, congresos, premios internacionales, consejos asesores para políticas públicas y el encumbramiento de determinadas figuras académicas representantes fidedignas de los valores positivos de la indexación.

87

De esta forma, podemos decir que el fetichismo de la indexación posee al menos dos aristas. La primera está asociada específicamente a su función de legitimación de las prácticas de externalización-tercerización-cuantificación de la ciencia que se traduce en una serie de construcciones simbólicas y prácticas que erigen una imagen de la indexación acrítica, ascética y garante de la excelencia científica. La segunda está vinculada al desarrollo de un creciente proceso de mercantilización que ha derivado en una mega concentración del negocio editorial.

---

9. En la literatura disponible, la relación entre el mundo académico y la idea de fetichismo ha sido debatida parcialmente. Existen aportes que critican concretamente la diseminación del factor de impacto (Ampuja, 2016; Fleck, 2013; Hornborg, 2014), el mercantilismo académico (Machado y Bianchetti, 2011; Willmott, 2011), el fenómeno del productivismo (Alcadipani, 2011; Castiel y Sanz-Valero, 2007; Rego, 2014; Machado, Grosch y Santos, 2017) y la vinculación con las formas de gestión de la ciencia (Bispo, 2008; Vessuri, Guédón y Cetto, 2014). Nuestro posicionamiento implica una aproximación desde América Latina a la cuestión del fetichismo de la indexación. Esto nos lleva a considerar las tramas y consecuencias específicas para campos científicos periféricos, al tiempo de incluir una mirada crítica a las críticas provenientes del Norte. Y, por otra parte, la idea de la indexación como “fetichismo” en este trabajo aborda el fenómeno de la constitución de la competencia científica basada en criterios cuantitativos de forma estructural.

En relación a la primera arista, la indexación se convierte en fetichismo al ser garante de la reproducción y legitimación del orden científico imperante. La estructuración misma de la lógica de indexación implica la división entre la valoración de lo publicado a partir del soporte donde es publicado. Es decir, se torna más importante y relevante el medio en el cual se publica que lo publicado en sí. O, en otros términos, la estimación del aporte específico de la publicación científica queda subsumida a la evaluación de la revista donde se publicó el aporte: al factor de impacto de la revista o al cuartil en el cual se encuentra indexada. Parafraseando a Lukács (1923), el fetichismo transforma las relaciones cualitativas en atributos cuantitativos. De esta manera se des-subjetiviza la práctica científica reduciéndola a criterios de productividad. Los criterios clásicos de autoridad científica se vieron cubiertos por la niebla mercantilizadora de las bases de datos y del factor de impacto. La autoridad científica entendida como la capacidad técnica de hablar y actuar legitimante en el mundo científico se vio paulatinamente asociada a la medición de la cantidad de artículos publicados por cada investigador o investigadora, cuántos de esos artículos fueron publicados en revistas incluidas en bases de corriente principal como Web of Science o Scopus o cuántos artículos de ellos están incluidos en el primer cuartil (Q1). En buena medida, esta primera arista del fetichismo de la indexación se asocia directamente con la tercerización de la evaluación científica, cuando hasta entonces era la misma comunidad científica la encargada de evaluar y generar los criterios de evaluación de sus prácticas. Es decir, con el paso del tiempo, agentes externos al mundo científico se encargaron de generar índices, rankings e informes de productividad que permitieron valorar la producción científica en función de dichos artefactos cuantitativos en detrimento de la evaluación cualitativa a través del juicio experto. Como veremos en el último apartado, este fenómeno ha alcanzado en la actualidad diversos grados de heteronomía debido a la institucionalización de criterios cuantitativos en las agencias y consejos científicos de muchos países de América Latina.

88

Siendo así, si nos situamos desde este punto de partida podemos desagregar con mayor detenimiento las implicancias de la segunda arista del proceso de fetichización. El fenómeno de integración vertical y horizontal de las empresas, su transnacionalización y la concentración del mercado en manos de unos pocos consorcios editoriales afecta a toda la industria de contenidos, sean estos libros, revistas o soportes multimediales electrónicos. En la última década, por ejemplo, se ha desarrollado una fuerte crítica a la concentración oligopólica de la industria editorial asociada a revistas científicas (Bergstrom y Bergstrom, 2004; Björk *et al.*, 2012; Larivière *et al.*, 2015; Wenzler, 2017) en la cual se destaca la creciente mercantilización y readecuación de las prácticas editoriales a la creciente demanda de índices cuantitativos que garanticen la excelencia científica. A este respecto, Larivière, Haustein y Mongeon (2015) demostraron que solo cinco grandes corporaciones (Reed-Elsevier, Wiley-Blackwell, Springer, Taylor y Francis y Sage) poseían la mayor concentración del mercado editorial. El análisis de más de 45 millones de documentos indexados en Web of Science determinó que el promedio de concentración durante el 2013 alcanzó el 50% y, en algunas disciplinas, llegó al 70%. De esta manera, el creciente proceso de mercantilización del conocimiento ha llevado a consolidar grandes niveles de ingresos para las corporaciones editoriales. Si se toma en cuenta las ganancias del período 2012-2013 de las cinco grandes corporaciones oligopólicas de la comunicación científica mundial cada una suma más de dos billones de dólares de ganancias: “un 42% más que empresas farmacéuticas

como Pfizer, 29% más que el banco ICBC y por arriba del 10% más que la automotriz Hyundai Motors, las cuáles son las empresas farmacéuticas, bancarias y automotrices más reeditables según Forbes' Global 2000" (Larivière, Haustein y Mongeon, 2015, p. 10). Según datos del listado Forbes 2000 de 2018, Relx, el consorcio que hasta inicios del 2019 se conocía como Reed-Elsevier, reportó una mejora del 6% en las ganancias operativas, ascendiendo, a diciembre de 2018, a 2.35 mil millones de libras. Vemos, así, cómo el negocio de la comunicación científica claramente trasciende el ámbito académico, impregnándolo de un entramado de acumulación y concentración de capital económico que impacta directamente en las formas en que la ciencia produce y comunica su conocimiento.

Pero este proceso no es reciente, sino que viene de larga data. Como prueba de ello, Guédon (2017) sistematizó los hitos de la consolidación de los oligopolios en la publicación científica. Tras la Segunda Guerra Mundial, la aceleración de la investigación científica (y su publicación) dio pie a que las editoriales comerciales se beneficiaran de esta expansión. Fue así que Garfield propuso en la revista Science en 1955 el Science Citation Index, lanzado en 1964, como ya mencionamos, con el fin de consolidar un grupo de "revistas centrales". A partir de la crisis de los precios de las suscripciones a revistas a mediados de la década de 1970, las grandes corporaciones iniciaron ya su camino hacia la publicación electrónica. En 1996, Academic Press provocó una gran reforma en el sistema introduciendo lo que fue conocido como "El gran trato", que consistía en la venta a instituciones científicas y universidades de paquetes de revistas con el fin de atraer mayores suscripciones. El éxito que tuvo esta política comercial provocó un proceso de acumulación y concentración del mundo editorial aún mayor, impidiendo a pequeñas editoriales su acceso al mercado.

89

En la actualidad podemos advertir que la suscripción institucional —para bibliotecas universitarias, por ejemplo, y solo en formato electrónico— de Springer es de 1892 dólares, y de Elsevier de 3437 dólares. El costo por artículo de una revista de SAGE como *International Sociology* es de 137 dólares; una de Springer, como *Scientometrics*, es de 39 dólares; y de un artículo en *Nature* de 32 dólares.<sup>10</sup> A esto se suma que en la última década se ha expandido una modalidad en la cual los autores y las autoras pagan por publicar, se trata de una modalidad de acceso abierto en la cual los costos editoriales corren por cuenta de quien produce el artículo. Como ya vimos, a esto se denomina APC (*author processing charges*) y forma parte del acceso abierto híbrido, una especie de acceso abierto mercantilizado. Por ejemplo, para publicar en alguna de las versiones de PLOS se debe abonar entre 2350 y 3000 dólares (1595 dólares para el caso de PLOS One).<sup>11</sup>

10. Al respecto puede observarse respectivamente:

\* <https://www.springernature.com/gp/librarians/licensing/journals-price-list>

\* <https://www.elsevier.com/books-and-journals/journal-pricing>

\* <https://us.sagepub.com/en-us/sam/journal/acta-sociologica#editorial-board>

\* <https://www.springer.com/computer/database+management+%26+information+retrieval/journal/11192?detailsPage=editorialBoard>

\* <https://www.nature.com/subscriptions/purchasing.html>

\* <https://journals.plos.org/plosbiology/s/publication-fees>

\* <https://www.thetimes.co.uk/article/relix-unruffled-by-university-revolt-over-its-journals-k596lw12h>

11. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosbiology/s/publication-fees>.

Como puede apreciarse, el proceso de fetichización de la indexación implica un fuerte impulso a la mercantilización de la circulación del conocimiento científico. Esto demuestra el ímpetu mediante el cual las principales corporaciones editoriales mundiales han buscado la distinción mediante el recurso de arbitrar, clasificar y jerarquizar, desde las revistas por ellos publicadas, lo que debe entenderse como “excelencia científica”. Se ha “terciarizado” así una parte nodal de la evaluación de la ciencia —que pasa a ser validada por la comunidad científica pero ya no a tenerla a ésta como el principal referente— y se favorece la disposición mercantil en la estructuración del sistema académico mundial. El traslado de este mismo proceso de mercantilización a espacios regionales como América Latina ha sido más dificultoso para estas grandes organizaciones, aunque han tenido ganancias simbólicas y materiales en casos específicos, como advertiremos a continuación.

## 5. La cuantificación de la evaluación científica latinoamericana

Uno de los efectos más radicales del fetichismo de la indexación se asocia a la valoración de lo indexado como garantía de mejor ciencia. Este efecto, muy conciso y concreto, lo que se entiende como práctica científica de “excelencia”, está en función de la productividad que pueda demostrarse en espacios de corriente principal a nivel internacional (*mainstream*), lo que ha llevado al desarrollo de formas muy peculiares de adopción de esta lógica en los campos científicos nacionales en América Latina. Lo que puede expresarse, en otros términos, como el fenómeno del fetichismo de la indexación ha provocado que muchos consejos científicos nacionales en la región adopten criterios cuantitativos de evaluación de sus instituciones y agentes.

90

Este fenómeno tiene dos efectos concretos en América Latina. Por un lado, la extensión del uso de indicadores cuantitativos para medir la producción científica de instituciones y agentes científicos. Es decir, los concursos de ingreso y promoción en la carrera científica se encuentran fuertemente atados a la valoración cuantitativa de la producción científica de quien se disponga a participar en estas esferas. Sumado a esto, las políticas científicas de muchos países de la región generaron diversos instrumentos normativos de jerarquización de las revistas científicas. Así, a nivel nacional se cuenta con una evaluación y posterior clasificación de revistas que indica de mayor a menor su relevancia e importancia. Esto es, los mismos Estados generan una clasificación basada en criterios de la corriente principal para evaluar proyectos editoriales nacionales. En ese esquema, solamente aquellas revistas que se hayan adaptado de mejor manera a las reglas de la competencia científica internacional son destacadas y reconocidas.

Durante la última década, se puede mencionar un fuerte desarrollo de indicadores cuantitativos para evaluar la producción de la comunidad científica brasileña que responde a la implementación de criterios de evaluación de la ciencia por la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES, por sus siglas en portugués). Creada en 1976 para evaluar el desempeño de los programas de graduación y posgraduación, consolidó, a partir de 1998, criterios cuantitativos de evaluación. Miranda y Mugnaini (2013) analizaron el formulario de evaluación de CAPES destacando que la producción intelectual es uno de los cinco componentes

de ese formulario. El peso de las publicaciones científicas varía entre un 30 y un 65%, siendo primordial en las evaluaciones el factor de impacto, seguido de la indexación de las revistas en bases como Web of Science o Scopus. En este sentido, Mafalda, Amorim, Degani-Carneiro y Ávila (2015) concluyen que la relación establecida en Brasil entre indicadores bibliométricos y política científica, tomando estudios cuantitativos de la ciencia, produce una excesiva dependencia de los productos y recursos de las grandes empresas como Thomson Reuters (actual Clarivate Analytics) o Elsevier (actual Relx). El gobierno brasileño creó en 2002 el registro de producción científica Qualis-CAPES, que clasifica las revistas nacionales e internacionales en función de su factor de impacto segmentando las publicaciones periódicas en categorías. Dicha clasificación es utilizada por CAPES para evaluar los programas de posgraduación a nivel institucional y a los investigadores y las investigadoras individualmente.

Un elemento más a considerar es el acuerdo entre Scielo y Clarivate Analytics (ex Thompson & Reuters). En 2014 Scielo firmó un contrato a partir del cual las colecciones nacionales de revistas científicas (solo aquellas quienes decidieron financiar el acuerdo) forman parte de un recurso específico de Web of Science: el Scielo Citation Index. La apuesta de Scielo es congruente con la dirección de la política científica brasileña, es decir: aumentar los espacios de visibilidad de la ciencia de Brasil en espacios de consagración de corriente principal. Sin embargo, estudios recientes señalan que las citas brasileñas no han aumentado en el período 2014-2018 (Ainsworth y Russell, 2018; Minniti, Santoro y Belli, 2018) y tampoco las descargas (Lucio-Arias, Velez-Cuartas y Leydesdorff, 2015).

En el caso argentino, en 2014 el CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), a través de su resolución n° 2249 del directorio, promovió la formalización de tres niveles de revistas para el caso de las ciencias sociales y humanidades, conformando el primero de ellos las publicaciones indexadas en Web of Science, SCOPUS, Circ-A y Scielo (CONICET, 2014). A pesar de que la resolución posee carácter consultivo, es importante destacar que dentro de la institución se ha iniciado un proceso de singularización de la producción científica en función de su indexación e índice de impacto. En este sentido, un estudio llevado a cabo por Beigel (2014) sobre los criterios de evaluación de las publicaciones en las comisiones asesoras del CONICET concluye que existe una tendencia general, transversal a todas las áreas científicas, a priorizar la indexación de las revistas por sobre la evaluación de la originalidad del artículo en sí mismo.

Para el caso colombiano, Publindex empezó en 2002 y tiene un servicio de indexación (que evalúa e indexa las revistas nacionales según criterios propios) y otro de homologación (que evalúa las publicaciones extranjeras en las que se publican datos de investigaciones asociadas a las instituciones colombianas de enseñanza superior). En este caso se evalúa la calidad según las bases de datos en las cuales esas revistas se indexan. A las revistas se las puede clasificar en seis estratos (A1, A2, A3, A4, B y C). El debate en la ciencia colombiana ha sido álgido a partir de un conjunto de fuertes advertencias de científicos y científicas acerca de la adopción de criterios restrictivos y de corriente principal.

Los sistemas Qualis (Brasil) y Publindex (Colombia) son los más grandes, están entre los más antiguos y se destacan porque presentan un grado de complejidad más elevado en su modelo de evaluación. La característica fundamental de estos dos sistemas es la asignación de conceptos de calidad y la clasificación de publicaciones por niveles. De esa manera, el medidor de la calidad de una publicación deja de ser el simple hecho de su inclusión en la evaluación, centrándose, entonces, en la verificación de si la revista aparece en los estratos más elevados de la referida clasificación. Otra característica es que los dos sistemas no solo evalúan revistas nacionales, sino también asignan conceptos a revistas internacionales (en las cuales se incluyen publicaciones de autores nacionales) (Mafalda *et al.*, 2015).

En 2016, tanto en México como en Colombia se dio paso a una transformación profunda en los sistemas de evaluación científica basados en las publicaciones. Así, en ambos países, sus respectivos organismos científicos tomaron en consideración para la clasificación de las revistas a las inclusiones en Web of Science y Scopus (Colciencias, 2016; CONACYT, 2016). Alperín y Rozemblum (2017) destacan que ambas políticas toman una apuesta por la internacionalización vía indexación donde se relaciona internacionalización con el ingreso a la ciencia universal. En esta misma línea, Vasen y Lujano Vilchis (2017) mencionan que los cambios producidos en México y Colombia se debieron a un diagnóstico requerido por los respectivos estados al SCImago Research Group. A partir del diagnóstico realizado por la división académica de Relx en América Latina, los gobiernos avanzaron con las reformas en la clasificación de revistas nacionales.

92

Una cuestión fundamental para completar este análisis concierne a los sistemas de evaluación utilizados por las diferentes bases de datos y corporaciones editoriales. Es decir, cada base de datos —ya sea regional, internacional cerrada o en acceso abierto— posee un listado de criterios según los cuales las revistas son evaluadas para ser incluidas. Según el proceso de jerarquización de las bases de datos, podríamos asumir que los criterios de Web of Science y Scopus, por ser más restrictivos, garantizan de mejor manera la calidad. Sin embargo, estudios recientes han deconstruido estos sentidos comunes asociados a la excelencia científica basada en la inclusión en bases de la corriente principal. Chavarro (2013) analizó los criterios del Catálogo de Latindex en relación a los de WoS, Scopus y Scielo; allí demostró que no existe una correlación entre calidad editorial y calidad científica y que, por lo tanto, el catálogo de Latindex como base indexadora es muy similar al resto. En un estudio de amplio alcance, Rozemblum *et al.* (2015) analizaron los criterios y objetivos de indexación de Latindex, Redalyc, Scielo, Scopus y Web of Science. El estudio concluye también advirtiendo que no es posible medir la calidad científica de las revistas a partir de indicadores relacionados con la calidad editorial; por tanto, la indexación no es un parámetro suficiente para determinar la calidad de las revistas y sus contenidos. Uno de los hallazgos más importantes al que arriban los autores y las autoras es que, de la totalidad de bases analizadas, solamente entre un 9% y un 16% de los criterios se relaciona con la calidad de las revistas (originalidad y revisión por pares), mientras que el resto, entre el 91% y el 84%, se refiere a cuestiones editoriales y de visibilidad (Rozemblum *et al.*, 2015, p. 76).

Por otra parte, en un estudio reciente de gran envergadura, Bongiovani y Gómez comprobaron, a través de la proyección de una gran encuesta a investigadores, que el 85% considera que la revisión por pares sigue siendo el criterio científico más estabilizado. Las autoras detectaron que el valor de la evaluación por pares se encuentra ligado al prestigio de la editorial que publica la revista (Bongiovani *et al.*, 2015, p. 54). Este panorama general plantea las diversas modalidades que ha asumido en la región la inserción de patrones de la indexación que, fomentado por los estados nacionales, han consolidado sistemas de evaluación de la ciencia altamente heterónomos. Es decir, las discusiones tradicionales acerca del prestigio y reconocimiento científico se han transformado fuertemente en las últimas décadas.

La configuración de una estructura de indexación en el sistema académico mundial privilegió a determinadas formas de entender/comprender/apreciar las revistas científicas. Se clasificó, se jerarquizó y se le dio prioridad a un tipo particular de ciencia publicada en determinadas revistas. Sobre esta estructura se construyeron índices de impacto, informes de citas, rankings universitarios, cuartiles de referencias, los que terminaron teniendo el rol de invisibilizar las clásicas relaciones de otorgamiento de prestigio y reconocimiento académico. Estas no se eliminaron: se tercerizaron. Se tercerizó la evaluación científica y, por ende, la forma en que los agentes científicos perciben las relaciones de distinción y reconocimiento. A esta nueva manera de atribución de valor y reconocimiento en el campo científico es a lo que llamamos aquí, de forma epilógica, el fetichismo de la indexación.

## Conclusiones

93

Hasta aquí hemos abordado las formas en las cuales la indexación como fetichismo ha impregnado la práctica científica y a los gestores de la ciencia en América Latina. Cómo el reconocimiento dentro del sistema científico académico —pero también el ingreso y la promoción dentro de él— pasó a depender de cuánto y dónde se publica. La relación entre indexación y excelencia se convierte en una creencia a la que se adhiere sin cuestionar sus presupuestos ni la configuración histórica de las prácticas que de ella derivan. El número de trabajos publicados y el mero nombre de ciertas revistas “bien” indexadas pasan a tener un efecto de encantamiento sobre los miembros de la comunidad científica, al punto de encontrar defensores acérrimos de la corriente principal (*mainstream*) —representada por las revistas indexadas en las bases más restrictivas y generalmente de artículos escritos en inglés— y de los valores universalizados por ella como sinónimos de “ciencia de excelencia”.

Si bien es una discusión de larga data donde se han presentados diversos aportes y lecturas críticas, concretamente en este trabajo buscamos analizar empíricamente la expansión de las políticas de indexación —y su fetichización— en una región periférica respecto del sistema científico mundial como es América Latina. Así, hemos podido observar las múltiples formas con las que la indexación se presenta en el plano de las revistas científicas en la región. A partir de las distribuciones de estadística descriptiva, identificamos que las publicaciones periódicas se encuentran muy poco representadas en bases como WoS o Scopus, ligeramente más incluidas en Scielo y Redalyc, y que Latindex Catálogo se manifiesta como la base que reúne el mayor

número de revistas indexadas. Sin embargo, un dato no menor es que buena parte de la producción latinoamericana no se encuentra incluida en ninguna base indexadora (la cual circula en espacios locales ligados a determinadas disciplinas, organizaciones y editoriales comerciales, lo que hemos analizado en otro lugar: Salatino, 2018a; Salatino, 2019).

Por otra parte, dado el grado de heterogeneidad y diferenciaciones internas incluso dentro del mundo indexado, es importante destacar los límites que poseen los estudios basados en análisis de WoS o Scopus para la ciencia en la región. Aquí nos referimos a casos como los de Brasil, México y Colombia, especialmente. Por eso mismo es necesario situar las discusiones acerca de las publicaciones latinoamericanas en el contexto socio-histórico de su producción y, por ende, promover que todas estas características específicas sean consideradas y valoradas por los sistemas de evaluación de la ciencia en nuestra región.

Un punto nodal que no puede ser ignorado en esta discusión —y por ello planteamos en este trabajo un último acápite sobre los sistemas nacionales de ciencia— es que en América Latina la mayor parte de los sistemas científicos son financiados con fondos estatales. La presencia de agencias de financiamiento privado o de editoriales científicas comerciales es muy escasa. Ya sea a partir del salario de los investigadores o del financiamiento de proyectos, son los propios Estados los que estimulan la producción científica y evalúan sus resultados. Una pregunta que surge entonces es por qué estos mismos Estados deberían pagar para el acceso a estos resultados y qué sentido tiene que sus políticas estimulen la publicación en revistas internacionales de acceso cerrado. Claramente, son estos Estados, a través de sus políticas de ciencia y técnica, los que tienen la capacidad de reconfigurar y dar los perfiles esperados a sus sistemas científicos. En este sentido, un informe reciente —*Future of Scholarly Publishing and Scholarly Communication: Report of the Expert Group to the European Commission* (Comisión Europea, 2019)— concluye que el panorama de la publicación académica solo puede cambiar de manera significativa si los organismos de financiamiento toman la iniciativa e inician el cambio, apoyando el desarrollo de un sistema académico de publicación y comunicación que corrija los defectos que se observan actualmente. Por eso, son los organismos —en nuestro caso principalmente públicos— de los distintos países de América Latina los que, con su financiamiento y su mayor libertad de acción, pueden dar la orientación y los estímulos para una ciencia abierta y plural que esté en consonancia con la realidad de sus países y responda a sus demandas, dejando atrás el fetichismo de la indexación.

El cambio difícilmente pueda venir de los propios investigadores o de la comunidad científica, y esto por una serie de motivos. Estar inmerso en las prácticas de publicación y evaluación no implica directamente comprender las relaciones estructurales que subyacen al mundo editorial —parte de las cuales hemos tratado de mapear sintéticamente aquí. En la gran mayoría de los casos, ha habido una aceptación acrítica —y en algunos otros hasta celebratoria—, por parte de los investigadores y las investigadoras en general, de las “reglas del juego”, que llevan a convertir a la indexación en fetiche, naturalizando así esta forma de hacer ciencia. Un encuadre posible para futuros trabajos que busquen continuar y ampliar el análisis de este fenómeno es pensar en términos de una determinada racionalidad de gobierno que

subyace a estas prácticas. El fetichismo de la indexación se presenta entonces como un mecanismo o dispositivo propio de un arte de conducir la conducta de los hombres, una forma de gobierno —o una “gubernamentalidad”, en los términos en que define este concepto Michel Foucault (2006 [1978], 2008 [1979])— propia del neoliberalismo contemporáneo, en la que los sujetos se dejan gobernar y se gobiernan a sí mismos según su propia racionalidad, la que ha sido internalizada y ha pasado a ser constitutiva de su subjetividad. Este planteo va en sintonía con los de autores como Beer (2016), Muller (2018) o Zuboff (2019), que plantean la relación estrecha que existe entre la información, la tecnología, las métricas y el poder, y la necesidad de comprender el papel que estas tienen actualmente en la organización de nuestro mundo social y en la configuración de nuestras vidas.

Por otra parte, no se puede ignorar que, si la indexación como instrumento para resolver prácticamente demandas de la gestión y de la evaluación dentro del campo científico se ha presentado como una alternativa efectiva y exitosa, al menos en apariencia, es porque concretamente hay un problema generado por el aumento exponencial de la producción científica en las últimas décadas que es necesario administrar. El fetichismo de la indexación lleva a apelar y reforzar la creencia de que es por esta vía sintética y “objetiva” que se resuelve el problema administrativo de la ciencia. Así, con su ilusión fantasmagórica invisibiliza hasta qué punto la indexación y la cuantificación como medios acaban substituyendo a los fines a los que debería servir. O, en otras palabras, dentro de las comunidades científicas terminan primando criterios “manageriales” que distan cada vez más de los criterios de validación y control que la propia comunidad ha establecido. Se está así frente a la paradoja de que quienes evalúan a la ciencia en la actualidad y siguen esta ratio administrativa, aplicando instrumentos cuantitativos de medición y ponderación, son los mismos científicos.

95

Aún más paradójico es advertir que dichos indicadores devenidos en instrumentos centrales de evaluación y gestión de la ciencia en nuestros países son desarrollados por empresas editoriales de información científica como Clarivate Analytics (ex Thompson & Reuters) o Relx (ex Elsevier) que son totalmente externas a las comunidades científicas latinoamericanas. Es decir, los regímenes de evaluación de la ciencia toman prioritariamente como indicadores legítimos de excelencia científica medidas generadas por empresas comerciales de los centros del sistema académico mundial. Asimismo, la construcción de los indicadores cuantitativos como el factor de impacto se basa en la producción científica indexada en Web of Science o Scopus, bases de indexación en las cuales, como hemos visto en este trabajo, la presencia de la ciencia regional es ínfima. Por ello, no tan solo se utilizan “indicadores” de excelencia científica externos, sino que dichos “indicadores” refieren a un universo de producción completamente distinto al regional. Sin embargo, frente a esta situación, no es extraño que muchos gestores o responsables de la formulación de la política científica frente a cualquier cuestionamiento de las “reglas del juego” respondan que estas reglas las establece la propia comunidad.

La propuesta de pensar en términos de fetichismo de la indexación no pretende dar una respuesta definitiva a estas cuestiones. Buscamos generar un diagnóstico de las relaciones de poder veladas por la indexación y señalar algunos indicios ineludibles

que posibiliten un análisis empírico concreto acerca de los regímenes de evaluación de la ciencia latinoamericana. Al mismo tiempo, esperamos que la idea de fetichismo de la indexación sirva de estímulo para reflexionar críticamente acerca de nuestra práctica y nuestro tránsito por la vida académica.

## Bibliografía

Aguado-López, E. y Becerril-García, A. (2016). ¿Publicar o perecer? El caso de las Ciencias Sociales y las Humanidades en Latinoamérica. *Revista española de documentación científica*, 39(4), 1–14.

Albornoz, M. (2007). Los problemas de la ciencia y el poder. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 3(8), 47–65.

Albornoz, M. y Osorio, L. (2018). Rankings de universidades: calidad global y contextos locales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 13(37), 13–51.

Alcadipani, R. (2011). Resistir ao produtivismo: uma ode à perturbação Acadêmica. *Cadernos EBAPE.BR*, 9(4), 1174–1178. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/s1679-39512011000400015>.

96

Ampuja, M. (2016). The new spirit of capitalism, innovation fetishism and new information and communication technologies. *Javnost*, 23(1), 19–36. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/13183222.2016.1149765>.

Babini, D. (2014). El riesgo de que el acceso abierto sea integrado dentro del sistema tradicional de publicación comercial – necesidad de un sistema global no comercial de comunicaciones académicas y científicas. *Rev Eletron de Comun Inf Inov Saúde*, 8(4), 438–442. Recuperado de: <https://doi.org/10.3395/reciis.v8i4.982.es>.

Babini, D. (2016). ¿Derecho o mercancía? El conocimiento como bien común. *Megafón, La Batalla de Las Ideas, CLACSO* (8).

Babini, D. y Machin-Mastromatteo, J. D. (2015). Latin American science is meant to be open access: Initiatives and current challenges. *Information Development*, 31(5), 477–481. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1177/0266666915601420>.

Beer, D. (2016). *Metric Power*. Londres: Palgrave Macmillan.

Beigel, F. (2014). Publishing from the periphery: Structural heterogeneity and segmented circuits. The evaluation of scientific publications for tenure in Argentina's CONICET. *Current Sociology*, 62(5), 743–765. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0011392114533977>.

Bergstrom, C. T. y Bergstrom, T. C. (2004). The costs and benefits of library site licenses to academic journals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(3), 897–902. Recuperado de: <https://doi.org/10.1073/pnas.0305628101>.

Bispo, T. (2008). The market for publishers in Brazil. *Publishing Research Quarterly*, 24(3), 178–186. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s12109-008-9076-9>.

Björk, B.-C. y Solomon, D. (2012). Open access versus subscription journals: a comparison of scientific impact. *BMC Medicine*, 10(1), 73. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-73>.

Bongiovani, P.-C. y Gómez, N.-D. (2015). Conocimientos y opiniones sobre Acceso Abierto en Argentina, México y Brasil. En J. P. Alperín et al. (Eds.), *Hecho en Latinoamérica: acceso abierto, revistas académicas e innovaciones regionales* (43-62). Buenos Aires: CLACSO. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/25666/>.

Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*. Barcelona: Anagrama.

Bradford, S. (1934). Sources of information on specific subjects. *Engineering*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Castiel, L. D. y Sanz-Valero, J. (2007). Entre fetichismo e sobrevivência: o artigo científico é uma mercadoria acadêmica? *Cadernos de Saúde Pública*, 23(12), 3041–3050. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2007001200026>.

97

DORA (2012). Declaración de San Francisco de evaluación de la investigación DORA. Disponible en: <http://blogs.ujaen.es/cienciabuja/wp-content/uploads/2013/10/dora.pdf>.

European Commission/Guédon, J.C. (2019). Future of scholarly publishing and scholarly communication. Publications Office of the EU. Recuperado de: <https://doi.org/10.2777/836532>.

Fleck, C. (2013). “The impact factor fetishism”, *Archives Europeennes de Sociologie*, 54(2), 327–356. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/S0003975613000167>.

Foucault, M. (2006). *Seguridad, territorio, población. Curso en el Collège de France (1977-1978)*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Foucault, M. (2008). *Nacimiento de la biopolítica: curso en el Collège de France (1978-1979)*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Gaillard, J. (2010). Characteristics and Implications for the Frascati Manual. *Science, Technology & Society*, 15(1), 77–111. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/097172180901500104>.

Garfield, E. (2007). From The Science of Science to Scientometrics: Visualizing the History of Science with HistCite Software. *Journal of Informetrics*, 3(3).

Guédon, J.-C. (2011). Between quality, and excellence; from nation to region: strategies for Latin American scholarly and scientific journals. En A. M. Cetto y J. O. Alonso-Gamboa (Eds.), *Calidad e impacto de la revista iberoamericana*. México: Latindex-UNAM.

Guédon, J.-C. (2014). The Future of the Academic Journal. En B. Cope and A. Philips (Ed.), *The Future of the Academic Journal*. Londres: Chandos Publishing.

Guédon, J.-C. (2017). Open Access: Toward the Internet of the Mind, 38. Recuperado de: <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/open-access-toward-the-internet-of-the-mind>.

Hammarfelt, B., De Rijcke, S. y Wouters, P. (2017). From Eminent Men to Excellent Universities: University Rankings as Calculative Devices. *Minerva*, 55(4), 391–411. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11024-017-9329-x>.

Hornborg, A. (2014). Technology as Fetish: Marx, Latour, and the Cultural Foundations of Capitalism. *Theory, Culture & Society*, 31(4), 119–140. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0263276413488960>

Larivière, V., Haustein, S. y Mongeon, P. (2015). The oligopoly of academic publishers in the digital era. *PLoS ONE*, 10(6), 1–15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127502>.

98 Leiden Manifesto (2015). Leiden Manifesto, 9–11. Recuperado de: <http://www.leidenmanifesto.org/>

Lucio-Arias, D., Velez-Cuartas, G. y Leydesdorff, L. (2015). Scielo Citation Index and Web of Science: Distinctions in the Visibility of Regional Science. *Proceedings of ISSI 2015*, 1152–1160. Recuperado de: <http://www.issi2015.org/files/downloads/all-papers/1152.pdf>.

Lucio-Arias, D., Velez-Cuartas, G. y Leydesdorff, L. (2015). Scielo Citation Index and Web of Science: Distinctions in the Visibility of Regional Science. *Proceedings of ISSI 2015*, 1152–1160. Recuperado de: <http://www.issi2015.org/files/downloads/all-papers/1152.pdf>.

Lukács, G. (1969 [1923]). *Historia y conciencia de clase*. México: Grijalbo.

Machado, A. M. N. y Bianchetti, L. (2011). (Des)feticização do produtivismo acadêmico: desafios para o trabalhador-pesquisador. *Revista de Administração de Empresas*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S0034-75902011000300005>.

Machado, A. M., Grosch, M. S. y Santos, V. dos (2017). Regulação e controle na Pós-Graduação: do produtivismo acadêmico à noção de excelência com pertinência territorial. *CONJECTURA, Filosofia e Educação*.

Machin-Mastromatteo, J. D., Tarango, J. y Medina-Yllescas, E. (2017). Latin American triple-A journals 1: A quality roadmap from the quality indicators and journals' presence

in Web of Science and Scopus. *Information Development*, 33(4), 436–441. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0266666917718138>.

Mafalda, K., Amorim, D. O., Degani-Carneiro, F., Ávila, S. y Marafon G. (2015). Sistemas de evaluación de las revistas científicas en Latinoamérica. En J. P. Alperín et al. (Eds.), *Hecho en Latinoamérica: acceso abierto, revistas académicas e innovaciones regionales* (63–76). Buenos Aires: CLACSO.

Minniti, S., Santoro, V. y Beli, S. (2018). Mapping the development of Open Access in Latin America and Caribbean countries. An analysis of Web of Science Core Collection and Scielo Citation Index (2005–2017). *Scientometrics*, 117(3), 1905–1930. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2950-0>.

Mugnaini, R. (2006). *Caminhos para adequação da avaliação da produção científica brasileira: impacto nacional versus internacional* (Tesis de doctorado). Universidad de San Pablo.

Muller, J. (2018). *The Tyranny of Metrics*. Princeton y Oxford: Princeton University Press.

OECD. (2006). Revised fields of science and technology (FOS) in the Frascati Manual. Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators. Recuperado de: <https://www.oecd.org/sti/inno/frascati-manual.htm>.

Ortiz, R. (2009). *La supremacía del inglés en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina.

99

Rego, T. (2014). Productivism, research and scholarly communication: between poison and medicine. *Educação e Pesquisa*, 40(2), 325-346. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022014061843>.

Rozemblum, C., Unzurrunzaga, C., Banzato, G. y Pucacco, C. (2015). Calidad editorial y calidad científica en los parámetros para inclusión de revistas científicas en bases de datos en Acceso Abierto y comerciales. *Palabra Clave*, 4(2), 64–80.

Salatino, M. (2018a). *La estructura del espacio latinoamericano de revistas científicas*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Cuyo.

Salatino, M. (2018b). Más Allá de la Indexación: Circuitos de Publicación de Ciencias Sociales en Argentina y Brasil. *Dados*, 61(1), 255-287. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/001152582018152>.

Salatino, M. (2019). Circuitos locales en contextos globales de circulación. Una aproximación a las revistas científicas argentinas. *Palabra Clave*, 9(1). Recuperado de: <https://doi.org/10.24215/18539912e073>.

Unzué, M. (2009). La educación Superior en Latinoamérica hoy. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires, Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.

Vasen, F. y Lujano, I. (2017). Sistemas nacionales de clasificación de revistas científicas en América Latina: tendencias recientes e implicaciones para la evaluación académica en ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 17(231), 199–228.

Velho, L. (1986). The “meaning” of citation in the context of a scientifically peripheral country. *Scientometrics*, 9(1–2), 71–89. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/BF02016609>.

Vessuri, H. (1987). La revista científica periférica. El caso de *Acta Científica Venezolana*. *Interciencia*, 12(3).

Vessuri, H., Guédon, J. C. y Cetto, A. M. (2014). Excellence or quality? Impact of the current competition regime on science and scientific publishing in Latin America and its implications for development. *Current Sociology*, 62(5), 647–665. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0011392113512839>.

Wenzler, J. (2017). Scholarly Communication and the Dilemma of Collective Action: Why Academic Journals Cost Too Much. *College & Research Libraries*, 78(2), 183–200. Recuperado de: <https://doi.org/10.5860/crl.78.2.183>.

Willmott, H. (2011). Journal list fetishism and the perversion of scholarship: Reactivity and the ABS list. *Organization*, 18(4), 429–442. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/1350508411403532>.

100

Wilsdon, J. et al. (2015). *Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management*. Higher Education Funding Council for England. Recuperado de: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4929.1363>.

Wilsdon, J., Bar-Ilan, J., Frodeman, R., Lex, E., Peters, I. y Wouters, P. (2017). Next-generation metrics. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 26. Recuperado de: <https://doi.org/10.2777/337729>.

Wouters, P. (1999). *The Citation Culture*. Science Dynamics, Ph.D. Thesis, 278. Recuperado de: <https://doi.org/10.1039/c3cc44073g>.

Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. Nueva York: Public Affairs.

### **Cómo citar este artículo**

Salatino, M. (2021). El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia mundial. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 73-100.

## **Desenvolvimento de líderes em uma indústria siderúrgica: percepção das competências pela formação universitária \***

### **Desarrollo de líderes en una industria siderúrgica: percepción de competencias mediante la educación universitaria**

#### ***Development of Leaders in a Steel Industry: Perception of Skills through University Education***

**Karla Maria P. de Carvalho, Edna Maria Q. de O. Chamon  
e Gladis Camarini \*\***

O tema liderança tem sido discutido dentro das organizações e das universidades. É um grande desafio a formação de pessoas capazes de desenvolver suas competências, em especial a liderança, e por meio delas conquistar resultados diferenciados. Este artigo apresenta uma pesquisa sobre como o tema é tratado pelos cursos nas universidades na visão de estudantes e de profissionais já formados. Foi realizada uma pesquisa exploratória, com aplicação de questionário, com perguntas abertas e fechadas respondidas por líderes e estagiários de uma das unidades em uma indústria siderúrgica de grande porte. Os resultados indicaram que o tema liderança tem sido discutido dentro das universidades, 61% dos respondentes afirmaram ter participado de alguma disciplina ou atividades que pudessem ser diretamente ou indiretamente relacionadas ao papel de líder. Na visão dos participantes da pesquisa, identificar e desenvolver pessoas é o papel mais importante do líder, papel este similar a de um professor universitário que, como formador dos estudantes e futuros líderes, muitas vezes também não estão preparados para desenvolver esta capacidade em seus alunos. Apesar de o tema liderança ser discutido ou vivenciado dentro das universidades, ainda se tem um espaço a ser preenchido por docentes e discentes, para que realmente sejam formados profissionais capazes de desenvolver outras pessoas e enfrentar os problemas globais.

101

**Palavras-chave:** formação; formação universitária; líderes; liderança

---

\* Recebimento do artigo: 05/09/2019. Entrega da avaliação final: 27/11/2019.

\*\* *Karla Maria P. de Carvalho*: doutora em engenharia civil pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Correio eletrônico: karla.p.carvalho@uol.com.br. *Edna Maria Q. de O. Chamon*: professora titular, Universidade Estácio de Sá (UNESA), Rio de Janeiro, Brasil. Professora colaboradora voluntária junto ao Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Correio eletrônico: edna.chamon@gmail.com. *Gladis Camarini*: professora titular, Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS-MG), Varginha, Minas Gerais. Professora colaboradora voluntária junto ao Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Correio eletrônico: gcamarini@gmail.com.

El tema de liderazgo se ha discutido dentro de las organizaciones y las universidades. La formación de personas capaces de desarrollar sus competencias, en especial el liderazgo, y por medio de ellas conquistar diferentes resultados, es un gran desafío. Este artículo presenta una investigación sobre cómo el tema es tratado en cursos universitarios según la visión de estudiantes y de profesionales ya formados. Para ello se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas a líderes y pasantes de una de las unidades de una industria siderúrgica muy importante. Los resultados indicaron que el tema de liderazgo ha sido discutido dentro de las universidades; el 61% de los encuestados afirmó haber participado en alguna disciplina o actividad directa o indirectamente relacionada con el papel del líder. En la visión de los participantes de la investigación, identificar y desarrollar personas es el papel más importante del líder, rol similar al de un profesor universitario que, como formador de los estudiantes y futuros líderes, muchas veces tampoco está preparado para desarrollar esta capacidad en sus alumnos. A pesar de que el tema de liderazgo es discutido dentro de las universidades, todavía queda un gran espacio por crecer en este aspecto.

**Palabras clave:** formación; educación universitaria; líderes; liderazgo

*Leadership is a subject that has been discussed thoroughly within organizations and universities. Training people to make them capable of developing their own skills and achieving remarkable results through them is a great challenge, especially when it comes to leadership. This paper presents a research on how the subject is treated within universities, taking the perspective of students and professionals that have already finished their courses. An exploratory research was carried out through a questionnaire with open and closed questions that was answered by leaders and interns from one of the departments of a large steel company. The results showed that leadership had been discussed within the universities; 61% of the participants stated that they had subjects or activities that were directly or indirectly related to the role of a leader. According to them, identifying and developing people is the most important part of being a leader, which is similar to the role of professors who, as coaches to future leaders, are often not prepared to develop this skill in their students. Although leadership is discussed or experienced in university courses, there is still place for professors and students to truly be trained in this particular aspect.*

**Keywords:** training; university training; leaders; leadership

## Introdução

O papel de liderança para um profissional que atua no setor produtivo das empresas, em especial na área de engenharia, se faz necessário em muitas funções e atividades, desde supervisores de equipes em obras, processos produtivos, até no desenvolvimento de projetos. Embora seja um dos temas mais estudados é considerada uma temática de maior importância nas organizações devido a sua influência nos resultados organizacionais (Freitas *et al.*, 2015).

Segundo a Resolução 11 do Conselho Nacional de Educação em sua Câmara de Educação Superior [CNE/CES] (Brasil, 2002), a formação do engenheiro tem como objetivo, além de outras descritas, planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; supervisionar a operação e a manutenção de sistemas. Neste sentido, pergunta-se se as universidades têm cumprido seu papel no requisito de formação de líderes para o desenvolvimento destas atividades.

Todo profissional precisa ter conhecimentos teóricos e práticos, não somente sobre a parte técnica, mas também precisa ter domínio sobre o relacionamento interpessoal, ancorado em valores e atitudes, bem como conheça os fundamentos da liderança (Vergara, 2016).

Os estudantes, durante a sua formação, independente da área de atuação, percorrem diferentes áreas de conhecimento para que possam ter capacidade de reflexão e seja um profissional crítico. As áreas de Gestão, Administração, Recursos Humanos têm se tornado campos obrigatórios para que os estudantes do ensino superior possam desenvolver suas competências gerenciais e de liderança.

103

Charan (2008) descreve que houve crescimento dos programas de negócios nas universidades nas últimas décadas, e que muitas desenvolveram jovens com pensamentos rápidos, agilidade conceitual, facilidade com modelos e números e a capacidade de diagnosticar uma situação com base em dados. Os jovens durante a sua formação participam de diferentes instâncias nas quais esse aspecto precisa ser evidenciado, tais como as empresas júnior, as representações discentes em diferentes instâncias administrativas tais como comissões de graduação e de pós-graduação, comissão departamental, bem como no conselho universitário, necessitando representar os discentes nas decisões em diferentes níveis dentro da Universidade. No entanto, os alunos devem possuir as competências necessárias para representarem seus pares dentro da instituição.

Porém, estas competências são apenas uma parte pequena do que representa uma liderança. Muitos destes profissionais são demitidos em diferentes momentos de suas carreiras, outros são até promovidos em funções mais elevadas; porém, mesmo estes que foram promovidos ainda não apresentam a formação e as competências necessárias para gerir e desenvolver pessoas (Charan, 2008).

Este artigo tem como objetivo analisar como o tema liderança é desenvolvido dentro da universidade, tendo em vista que muitos universitários, principalmente os formandos dos cursos de engenharia, assumem o papel de líder de equipe ou de

alguma forma de supervisão dentro das organizações. Para este trabalho foi realizada pesquisa exploratória em uma unidade produtiva da indústria siderúrgica no Sudeste do Brasil. Um questionário, com perguntas abertas e fechadas sobre a formação universitária e liderança, foi enviado a líderes com formação universitária, líderes em formação e estagiários universitários.

## Liderança e formação

O papel da liderança e formas de desenvolvê-la vêm sendo discutido por décadas no ambiente organizacional e muitas publicações têm sido elaboradas sobre o tema. Segundo Fonseca (2007) muitos artigos sobre líderes os consideram como elementos essenciais nos processos de mudanças organizacionais internas ou externas.

Para Welch (2013) o maior papel de um líder é criar um ambiente de confiança, respeito e dar suporte à sua equipe. E a maior felicidade de um líder deve ser o de promover pessoas. Um líder deve ter como objetivo o crescimento e desenvolvimento dos membros da sua equipe. Os profissionais devem ser capazes de compreender as forças políticas, econômicas, tecnológicas e sociais que atuam sobre a organização. Além disso, os profissionais devem identificar a relação entre valores organizacionais e a criação do conhecimento (Sohn *et al.*, 2003).

Uma empresa de sucesso deve gerir de forma efetiva as dimensões relacionadas às pessoas, resultados, inovação e flexibilidade. Para atingir estes objetivos, as empresas precisam de profissionais que sejam capazes de gerir não só pessoas, mas também o conhecimento, e para ter a competência relacionada à gestão do conhecimento necessitam de uma formação acadêmica sólida (Sohn *et al.*, 2003).

Neste contexto, as universidades como uma das instituições mais importantes na formação da sociedade exercem um papel fundamental, principalmente devido às exigências das economias globalizadas, ao processo de inovação e mudanças contínuas nas organizações e na sociedade (Pereira, 2009).

O papel de um líder em uma organização varia de acordo com as suas funções; porém, independentemente de sua função, gerir e lidar com pessoas sempre fará parte de suas atribuições e maiores desafios. Santos (2013) afirma que mal se imagina o que pode passar a representar na vida de um aluno um simples gesto do professor, da mesma forma podemos entender a influência de um líder sobre seus liderados.

Kerzner (2017), quando descreve sobre o gerente de projetos, relata que a capacidade do gerente de liderar sua equipe é essencial para o sucesso de um projeto. Um gestor de projeto precisa não somente gerir sua equipe, mas também é necessário habilidade para lidar com os gerentes de outras áreas, além de ter competências como a tomada rápida de decisão e flexibilidade. No estudo das habilidades dos gerentes de projetos, Sousa *et al.* (2007) concluíram que liderança, integração e relacionamento são fundamentais para o bom andamento do projeto. Stuckenbruck (1978) resume gerente de projeto como um gerente de conflitos, não

só conflitos referentes ao projeto, mas também em relação à sua equipe e demais departamentos.

A eficácia do gerenciamento precisa que a pessoa nesta posição apresente conhecimento sobre a área de atuação, bom desempenho para fazer as realizações com esse conhecimento e características pessoais específicas de gestão na execução de suas atividades na organização, principalmente as comportamentais.

Camarini e Sousa ressaltam que “um gerente de projetos trabalha fundamentalmente em equipe. Portanto, pessoas com poucas habilidades de relacionamento interpessoal não são bons candidatos a exercerem este papel” (Camarini e Sousa, 2006, p. 187). Neste mesmo trabalho, em entrevista com 23 gerentes de diferentes atuações, Camarini e Souza (2006) concluíram que a literatura apresenta um perfil bastante teórico que dificilmente um único profissional consegue reunir todas as características.

Quando a empresa nomeia um gerente de projetos, espera-se que este seja capaz de assumir o empreendimento como seu. O gerente de projetos deve tomar todas as decisões necessárias e resolver as dificuldades que possam aparecer durante o desenvolvimento do empreendimento (Maximiano, 2014).

Muitos dos gerentes das organizações lidam com diferentes níveis de incerteza, trabalham com equipes multidisciplinares, diferentes culturas e absorvem recursos humanos especializados (Camarini e Souza, 2006). Desta forma, precisam exercer a liderança para que atinjam os objetivos mais simples e complexos das organizações.

105

Para que se tenha produtividade nas organizações, faz-se necessário que os seus líderes proporcionem aos liderados satisfação no trabalho, comprometimento, e se relacionem bem. A Qualidade de vida nas organizações influencia positivamente o trabalho do líder, pois pessoas felizes proporcionam melhor produtividade e são mais eficientes (Nascimento e Bryto, 2019). Quando os esforços são grandes e os resultados obtidos não são satisfatórios, significa que a estratégia usada não é a mais adequada, os liderados não estão satisfeitos, o clima organizacional fica ruim e as competências e habilidades não estão sendo bem exploradas; assim, o papel do líder é acertar esses desencontros para que os liderados trabalhem mais satisfeitos usando o máximo de suas qualidades (Nascimento e Bryto, 2019).

Líderes, no atual contexto competitivo, devem ser aptos a desenvolver ações relacionadas à preservação e desenvolvimento do conhecimento em todos os setores da organização. O desenvolvimento do conhecimento deve ocorrer por meio da educação, formação e comunicação (Sohn *et al.*, 2003).

Fonseca (2007) verificou que, para os líderes em potencial (líderes em processo de desenvolvimento para liderança), ser líder é motivar as pessoas, levar o grupo a obter resultados, adequar o comportamento a diferentes tipos de pessoas para obter resultados e formar novos líderes. Para este grupo de potenciais líderes, o líder é representado como um líder provedor, que deve ter atenção para a manutenção de oportunidades do grupo, isto é, um líder que seja capaz de valorizar seus subordinados e abrir espaço para que eles se desenvolvam (Fonseca, 2007).

Em um ambiente de aprendizagem há uma grande responsabilidade dos líderes, pois preparar futuros líderes é parte integral da descrição de cargo, devendo ser considerada tão importante quanto as funções relacionadas à estratégia, finanças, marketing ou operações (Charan, 2008). Neste ponto, Santos (2013) afirma que educar é formar; desta forma, ser líder se assemelha à função de professor.

A pergunta que se faz é: como o líder aprende a desenvolver pessoas e formar novos líderes? A Resolução CNE/CES 11 (Brasil, 2002) descreve como função da universidade, preparar futuros supervisores e líderes; porém, o que se tem percebido é que muitos formandos chegam às organizações despreparados, enfrentando diversas dificuldades em seu papel como líder.

No contexto da formação universitária há de se avaliar também a formação do professor universitário, que teria a função de desenvolver as habilidades de liderança nos estudantes. Assis e Castanho (2006) descrevem que é ignorar a realidade a crença de que um professor universitário, com um curso de pós-graduação, terá a habilidade a compreender o sistema educacional, as relações de ensino e aprendizagem, as características da práxis educativa ou as relações entre o professor, o aluno e a instituição. Fatores estes, essenciais na formação do aluno universitário.

Segundo Borba e Porto (2013), pesquisadores têm proposto alterações na formação dos engenheiros de forma a introduzir as complexidades social, ambiental e cultural no ensino da Engenharia, além de relatar que políticas públicas têm contribuído de forma considerável na introdução da formação sociopolítica na grade de disciplinas dos cursos de engenharia.

106

## **Método**

Esta pesquisa se caracteriza quanto a abordagem como qualitativa e quanto aos objetivos como uma pesquisa exploratória. A avaliação qualitativa permite descobrir novas variáveis e relações entre os indivíduos, suas ideias, opiniões e motivações, no caso a liderança e a formação superior, e ilustrar a relevância do tema no contexto social (Prodanov, 2013). Quanto aos objetivos, é exploratória porque pretendeu conhecer melhor a variável de estudo, o seu significado e o contexto onde ela se insere, compreendendo melhor o comportamento humano no contexto da indústria onde foi realizada a pesquisa (Piovesan e Temporini, 1995). Quanto aos procedimentos, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e experimental. Bibliográfica porque buscou-se na literatura referências sobre o tema liderança e formação universitária, aprofundando no tema em busca de respostas para o problema proposto. Experimental por meio de uma pesquisa de campo, pois realizou-se uma coleta de dados sobre como a liderança é abordada nos cursos universitários e como são capazes de formar líderes.

A pesquisa foi realizada em uma das unidades de uma indústria siderúrgica/metalúrgica de grande porte do Brasil, líder do setor no qual atua e está presente em diferentes estados do país, além de ter presença em 14 países. A unidade que foi pesquisada possui aproximadamente 2100 funcionários e está localizada na região Sudeste do Brasil.

A organização possui um programa de desenvolvimento de líderes que se constitui em treinamentos teóricos e práticos para os diferentes cargos existentes na empresa, além de programa de estágio universitário e *trainees*.

O programa de estágio universitário e *trainees* têm como objetivo fundamental a preparação de estudantes e jovens profissionais para ocuparem cargos de analistas, engenheiros ou líderes.

Para compreensão da influência da formação universitária no desenvolvimento de líderes foi realizada uma pesquisa de campo utilizando-se da aplicação de questionário com perguntas fechadas e abertas. O questionário foi elaborado com base na pesquisa de Fonseca (2007) e outras literaturas sobre liderança (Charan, 2008; Welch, 2013).

O questionário foi dividido em perguntas relacionadas à percepção sobre disciplinas dos cursos e atividades relacionadas à liderança vivenciadas na universidade. Perguntou-se também sobre a compreensão do papel do líder nas organizações. Além das perguntas sobre liderança e formação, os respondentes preencheram os dados sociodemográficos, tornando possível a caracterização da amostra da pesquisa. As questões fechadas foram baseadas na escala de Likert que variava entre 1-discordo plenamente e 5-concordo plenamente.

O convite para participação da pesquisa foi feito para os líderes na unidade da organização a ser pesquisada com as seguintes informações: esclarecimento sobre a natureza e finalidade da pesquisa, importância dos cuidados éticos assegurando o anonimato, a confidencialidade e uso exclusivo dos dados para a pesquisa, consentimento de participação e aplicação do questionário aos líderes da indústria onde se deu a pesquisa com as questões sobre os dados sociodemográficos e liderança.

107

Os contatos da pessoa responsável pela pesquisa foram disponibilizados aos convidados de forma que os respondentes pudessem, em caso de necessidade, retirar as dúvidas sobre o preenchimento do questionário e participação na pesquisa.

Para tentar atingir o maior número de líderes, os questionários foram enviados utilizando-se o sistema Google Docs, disponível em [www.docs.google.com/forms](http://www.docs.google.com/forms). O link continha o termo de consentimento livre e esclarecido, o qual esclarece ao participante que ele pode responder ao questionário da pesquisa de forma autônoma, livre e esclarecida, conforme recomendações do Comitê de Ética em Pesquisa.

Todos os procedimentos da pesquisa foram conduzidos de acordo as normas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa para pesquisas que envolvem seres humanos. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, na Plataforma Brasil, sob nº CAAE: 58561816.4.0000.5404.

O questionário foi enviado a 50 líderes e estagiários da indústria pesquisada. Os líderes respondentes desta pesquisa são os líderes diretos de operadores e mantenedores. Dos 50 questionários enviados retornaram 32 questionários. As

respostas do questionário relacionadas à liderança foram tabuladas e analisadas. Alguns resultados foram confrontados com os obtidos em outras pesquisas e teorias sobre o tema.

## Resultados

Do total de respondentes do questionário 69% cursaram ou estão cursando engenharia, 13% metalurgia, 6% administração e 13% outros cursos de graduação. A **Tabela 1** apresenta o tempo de formado dos respondentes, sendo, 25% ainda não concluíram a graduação, 6% concluíram a menos de 1 ano, 32% concluíram entre 1 e 5 anos, e 38% concluíram a mais de 5 anos.

**Tabela 1. Tempo de formado dos respondentes**

Tempo de formado	Número de respostas	%
Ainda está cursando	8	25%
Menos que 1 ano de formado	2	6%
Entre 1 e 3 anos de formado	5	16%
Entre 3 e 5 anos de formado	5	16%
Entre 5 e 8 anos de formado	7	22%
Mais de 8 anos de formado	5	16%

108

Fonte: resultados da pesquisa

A **Tabela 2** apresenta o tempo em que os respondentes estão em sua posição de liderança. 22% ainda não são líderes, 13% são líderes a menos de 1 ano, 22% são líderes na empresa entre 1 e 5 anos, e 44% possuem funções de liderança a mais de 5 anos.

**Tabela 2. Tempo como líder dos respondentes**

Tempo como líder	Número de respostas	%
ainda não estou em função de líder	7	22
entre 1 e 3 anos	3	9
entre 3 e 5 anos	4	13
entre 5 e 8 anos	8	25
mais que 8 anos	6	19

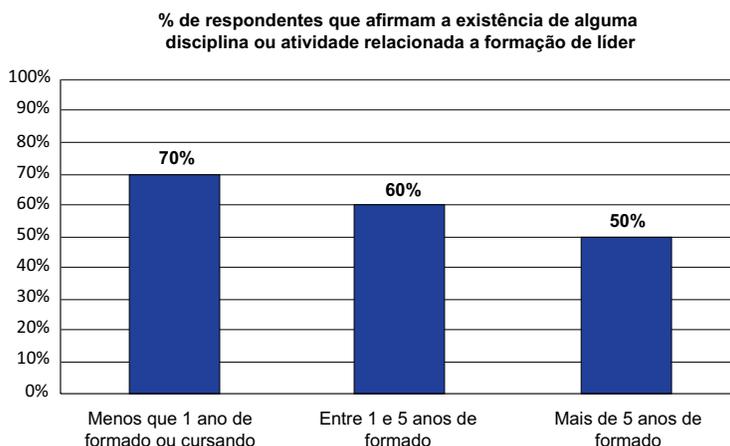
Fonte: resultados da pesquisa

Avaliando os dados das **Tabelas 1 e 2** verifica-se que existem funcionários da empresa pesquisada na função de líder que ainda não concluíram a graduação. Esse resultado pode influenciar no desempenho da liderança e nas habilidades em liderar pessoas para atingirem seus objetivos. Embora a empresa tenha um programa de treinamento para que as pessoas atuem na liderança, a formação pode exercer um papel importante em suas habilidades como líder.

Para os líderes e futuros líderes que responderam esta pesquisa, 61% afirmaram que em sua formação universitária o tema líder/liderança foi de alguma forma discutido ou existiram atividades nas quais puderam vivenciar a função de líder. Neste caso, a possibilidade da participação em outras atividades dentro das escolas permite atingir essa vivência como líder ou até mesmo observar a atuação de líderes no ambiente universitário. 39% não identificaram em sua formação universitária atividades ou disciplinas que fossem relacionadas ao tema liderança. É provável que não houve uma participação efetiva na vida universitária. Ninguém selecionou a opção “não sei responder”.

Na **Figura 1** observa-se que, quanto menor o tempo de formado maior o entendimento por parte dos respondentes desta pesquisa, de que há disciplinas ou atividades relacionadas à liderança em sua formação universitária. Este pode ser um indicador de mudanças no ambiente universitário, onde algumas disciplinas e atividades proporcionam aos estudantes mais do que simplesmente adquirir conhecimento teórico em uma área técnica específica.

**Figura 1. Respostas positivas para a existência de atividades relacionadas à liderança durante a formação universitária**



Fonte: resultados da pesquisa

Segundo Silva e Fabris (2012) há uma tendência a analisar e avaliar as práticas pedagógicas e políticas educativas, possibilitando a formação de um universitário mais crítico, autônomo, mais politizado e esclarecido. Borba e Porto (2013) descrevem que para a formação de um universitário consciente é necessário um conjunto de experiências de aprendizado, um processo participativo em que o estudante constrói o seu próprio conhecimento e experiência com orientação e participação do docente.

O processo educacional tem sofrido inúmeras mudanças e o uso de estratégias de ensino que incentivem o pensamento crítico e reflexivo no estudante devem estar alinhadas ao mundo do trabalho (Caveião, 2016). Além disso, os docentes exercem papéis fundamentais neste desenvolvimento do aluno tais como: ser educador, facilitador, agente de mudança, consultor, pesquisador e líder, preparando os futuros profissionais para as práticas profissionais (Caveião, 2016).

Das atividades envolvidas em sua graduação, trabalho em grupo obteve 40% das escolhas dos respondentes, seguidas por palestra 27%, dinâmicas 13%, seminários 13%, grêmios estudantis 2% e outras atividades 5%. Muitos dos respondentes ligaram as atividades em grupo como direta ou indiretamente ligadas às atividades de liderança.

A seguir encontram-se alguns relatos dos respondentes sobre a temática liderança.

110

“Foram poucas as atividades, mas fizemos alguns exercícios em grupo onde tínhamos alguns ‘cases’ onde envolviam decisões de liderança”.

“Em minha faculdade não tive nenhuma atividade focada na preparação de líderes. Apenas trabalhos em grupo como todo trabalho em equipe necessitamos de um ‘líder’”.

“Trabalhos em grupo, dinâmica em sala de aula, por exemplo, são atividades que tem como objetivo a facilidade de convivência, o expressar, a motivação, as forças, as fraquezas, oportunidades de melhoria, além do aprendizado em si. Em geral, todos esses fatores são algumas características e comportamentos que o líder deve ter”.

“Atividades em grupo. Sempre é avaliado como os integrantes do grupo se dividiram para realizar as tarefas, como e quem teve a iniciativa para a realização”.

“As atividades em grupo e para todo o grupo como apresentações, ajudam a despontar naturalmente quem tem habilidade para ter liderança, e se expor frente a um grande grupo de pessoas”.

“Trabalhos ou outras atividades realizadas em grupo, são ótimas oportunidades para se trabalhar e preparar para ser um líder, mesmo que você não seja o líder do grupo, pode ser uma ótima oportunidade de se observar o líder e se espelhar em seu exemplo, ou aproveitar alguma técnica de outro”.

Trabalhos em grupo são ferramentas importantes para o desenvolvimento de líderes e tem boa aceitação entre os alunos. Charan (2008) descreve que a liderança é desenvolvida por meio de prática e autocorreção. O desenvolvimento destas pessoas é acelerado quando lhes são demandados desafios onde novas competências podem ser adquiridas e quando o feedback é oportuno e preciso.

Segundo Anastasiou e Alves (2012), as estratégias grupais proporcionam aos participantes desafios a serem reconhecidos e enfrentados. As atividades em grupo, devidamente orientadas e desenvolvidas, auxiliam na formação da inteligência relacional o que, segundo estes autores, é entendido como a capacidade de interação competente entre os indivíduos no contexto onde atuam; habilidade esta essencial para um líder.

Quanto às disciplinas descritas pelos participantes desta pesquisa que apresentavam relação com a liderança, foram citadas as seguintes: gestão do processo e pessoas; administração; ética profissional; sociologia; organização industrial; segurança do trabalho; psicologia do trabalho; planejamento estratégico; controle da qualidade; projetos; e TCC (trabalho de conclusão de curso).

Importante relatar que aproximadamente 40% dos participantes responderam como “Nenhuma” à pergunta relacionada sobre qual disciplina teria algum tipo de ligação com o tema liderança.

Uma discussão importante que se faz a alguns anos no ambiente escolar é a falta de relação entre as disciplinas, o que de alguma forma influencia na falta de habilidade dos formandos de compreender os problemas em um contexto global. Morin (2011) relata que os problemas essenciais nunca são parceláveis, assim como os problemas globais têm se tornado cada vez mais essenciais. Morin (2011) ressalta também que o nosso sistema de ensino ao não corrigir este tipo de dissociação. Desde a escola primária até o ensino superior as disciplinas são ministradas isoladamente, distantes do seu meio ambiente, há separação das disciplinas e problemas ao invés de reunir e integrar.

“Assim, os desenvolvimentos disciplinares das ciências não só trouxeram as vantagens da divisão do trabalho, mas também os inconvenientes da superespecialização, do confinamento e do despedaçamento do saber. Não só produziram o conhecimento e a elucidação, mas também a ignorância e a cegueira” (Morin, 2011, p. 15).

Um gerente de projetos, por exemplo, deve tanto liderar quanto gerenciar. Ele deve ter habilidades interpessoais, compreensão dos processos gerenciais e da tecnologia envolvida, capacidade na tomada de decisões, ter visão sistêmica e foco nos resultados (Cleland e Ireland, 2002).

É difícil discutir qualidade do ensino universitário sem passar pela discussão da formação do próprio professor universitário, que comparativamente a um líder, muitas

vezes não é preparado para exercer esta função. Assis e Castanho (2006) afirmam que no Brasil o professor universitário não necessita de estágio ou qualquer outra experiência como docente, dificultando que a qualidade do ensino nas universidades seja alcançada com rapidez. É necessário entender que ensinar não se resume a transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção (Freire, 2002).

Outras atividades universitárias foram descritas pelos respondentes da pesquisa como influenciadoras na formação de um líder: empresa júnior, estágio, desenvolvimento de projetos e docência. A seguir tem-se a descrição de um dos respondentes sobre a atividade de docência que realizou durante a sua formação universitária, atividade esta oferecida pela própria universidade.

“Docência em cursinhos pré-vestibulares. A atividade de docência e orientação aos alunos para passar no vestibular, que auxilia a aprimorar a habilidade de comunicação e gestão de pessoas, são muito relevantes para a preparação de um líder”.

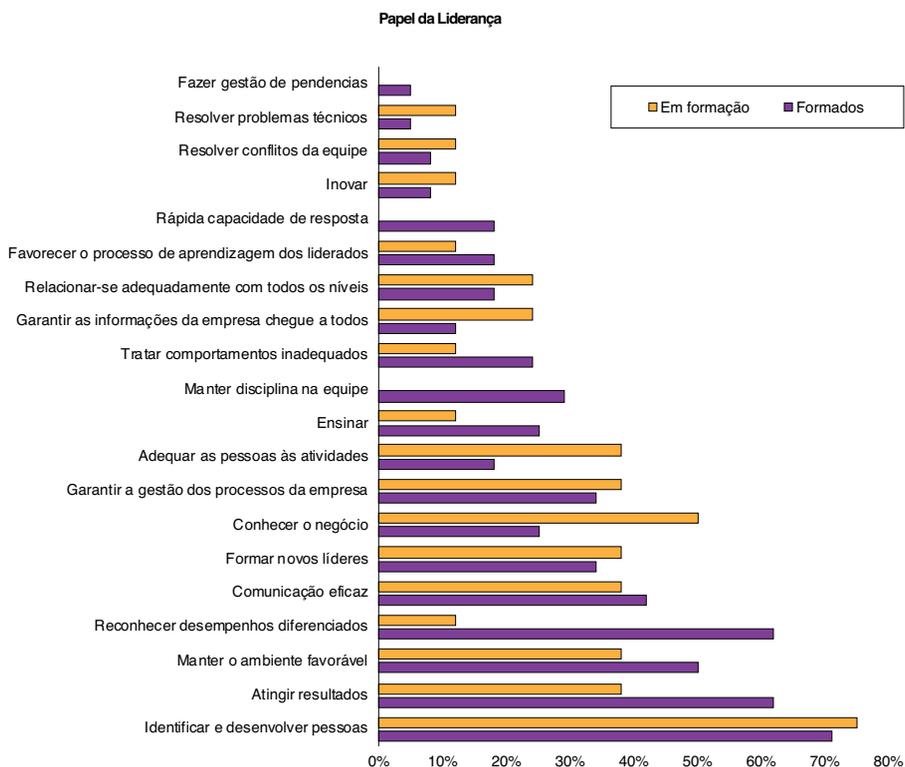
Há de se compreender que o papel do líder muito se assemelha ao de um professor. Santos (2013) relata que por meio do professor, detentor de conhecimentos técnicos para a formação de seus alunos, estes podem ser aplicados para fazer com que o outro aprenda de maneira mais eficaz, sendo este conceito válido também para os líderes em seu papel de formador de novos líderes.

112

A **Figura 2** representa as respostas para a questão sobre o papel da liderança. As respostas foram separadas em dois grupos: os respondentes já formados e os em formação. O item com maior número de escolhas foi o “Identificar e desenvolver pessoas”, com 75% por respondentes em formação e 71% para os respondentes formados.

Estas respostas corroboram com as encontradas por Fonseca (2007) quando discuti as representações sociais de líderes e potenciais líderes, bem como com as descrições sobre o papel do líder realizadas por Charan (2008) e por Welch (2013).

**Figura 2. Escolhas dos respondentes em relação ao papel do líder**



Fonte: Resultados da pesquisa (% refere-se a quantos respondentes elegeram o item)

O item mais escolhido pelos participantes da pesquisa, “identificar e desenvolver pessoas” faz parte de praticamente todas as teorias envolvendo liderança e tem sido o desafio das organizações em crescimento. O Brasil como um país em desenvolvimento precisa gerar, muitas vezes em alta velocidade, profissionais para assumirem cargos de liderança para que seja possível o crescimento sustentável das empresas. Charan (2008) ressalta que a liderança gera e aplica a energia das pessoas, lhes direciona e sincroniza seus esforços. Neste contexto, a liderança de uma empresa representa o potencial dela de estar à frente, diferente de indicadores financeiros, que apenas referenciam onde a empresa já esteve.

Atingir resultados e reconhecer desempenhos diferenciados foram, respectivamente, a segunda e terceira alternativas mais escolhidas como o papel da liderança pelos respondentes formados (ambos com 63%). Para os respondentes em formação, conhecer o negócio foi o segundo escolhido, aparecendo em 50% das respostas.

Apesar de ‘identificar e desenvolver pessoas’ ter sido identificado pelos respondentes como o principal papel de um líder, ensinar foi escolhido apenas por 25% dos formados

e 13% dos respondentes em formação. Desenvolver líderes vai muito além do que simplesmente orientá-los ou colocá-los em uma sala de treinamento. Assim como a relação aluno e professor em um ambiente de ensino-aprendizagem, o líder necessita criar relações e ambientes de desenvolvimento.

Para Assis e Castanho (2006), os professores universitários precisam compreender que dividir o espaço da sala de aula com o aluno não significa perdê-lo, mas sim o crescimento intelectual e pessoal de ambos. Desta mesma forma, o líder deve compreender que a divisão do seu espaço na organização é também promover o crescimento de seus liderados e o seu próprio crescimento. Geisler (2013) afirma que o excesso de controle tende a enfraquecer a motivação do indivíduo, diminuindo assim o envolvimento com as atividades. Ensinar deveria ser compreendido como um papel importante do líder, ferramenta essencial para o desenvolvimento de pessoas.

Santos (2013) afirma que educar é uma atividade impossível, porque ninguém educa a autonomia, e segundo ele, no máximo auto educa-se. Na formação de pessoas não há conhecimento seguro, deve-se evoluir lentamente por meio de experimentação e base histórica. Freire (2002) destaca que no processo de ensino, o aprendiz a partir de certo momento, deve assumir a autoria do conhecimento do objeto.

Em um processo de aprendizagem de adulto, é questão de respeito considerar as condições em que eles vêm existindo. Deve-se estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre o que se pretende com a pergunta, em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor ou do líder (Santos, 2013; Freire, 2002). Santos também afirma que “a ação do professor não se efetua sobre uma matéria que já contém em si todas as suas possibilidades, mas em meio a um processo de autoformação que é também o da produção ininterrupta dessas potencialidades” (2013, p. 20).

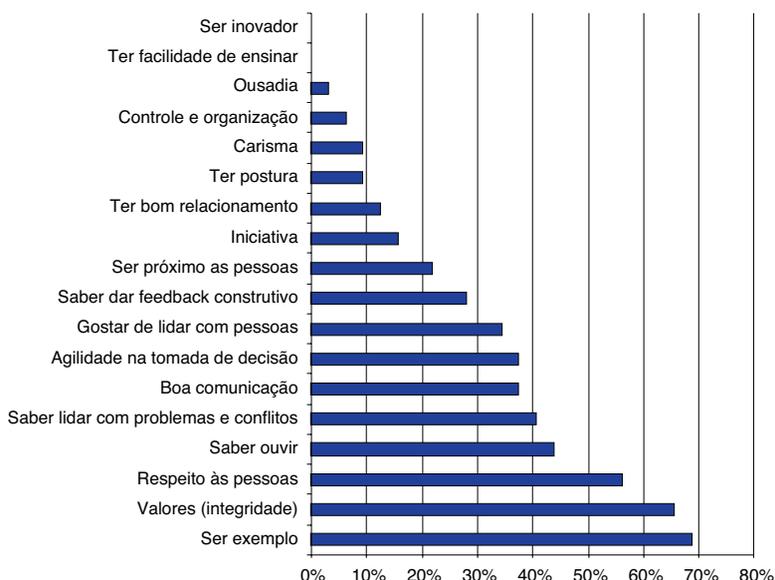
Estudo realizado por Souza *et al.* (2008) relata que, na percepção de muitos empregados, muitas vezes os líderes não possuem maturidade para determinar o método para definição de promoções. Desta forma, as oportunidades são dadas aos mais sociáveis do que aos competentes.

O item referente à comunicação aparece como escolha de 38% dos respondentes em formação e 42% dos formados. A comunicação tem sido discutida nas organizações como causa de diversos problemas, falhas e acidentes. Neste ponto, Freire (2002) relata que o educador que escuta muitas vezes transforma o seu discurso de forma a realmente gerar uma fala com o educando.

Sobre as principais características de um líder, os respondentes acreditam como as mais importantes: ser exemplo, ter valores (integridade), respeito às pessoas e saber ouvir. Ter facilidade de ensinar se confirma como característica não importante pelos respondentes. Segundo Sohn *et al.* (2013), as organizações precisam de profissionais preparados para desenvolver o conhecimento organizacional por meio da educação, formação e comunicação. As respostas sobre as características do líder estão representadas na **Figura 3**.

Ser inovador neste ambiente competitivo e de constante mudança não é compreendido como característica essencial para um líder. Borba e Porto (2013) relatam que as universidades têm se preocupado, dentro de um mercado mundial altamente competitivo, em melhorar o desempenho de engenheiros, adaptando sua formação por meio do desenvolvimento da criatividade do estudante, da resolução de problemas, do desenvolvimento e uso de metodologia de projeto, busca de soluções alternativas e de viabilidade dos empreendimentos.

**Figura 3. Escolhas dos respondentes em relação às características do líder**



Fonte: Resultados da pesquisa (% refere-se a quantos respondentes elegeram o item)

Segundo Isidro Filho e Guimarães (2010) a mudança organizacional ocorre com conhecimento e aprendizagem desenvolvidos por meio das buscas inovadoras para soluções dos problemas. Além disso, a aprendizagem e inovação são compreendidas como conceitos indissociáveis, o que torna ainda mais questionável a ausência da característica ou do papel de inovação nas respostas desta pesquisa.

Na pergunta aberta sobre o que é ser líder, destacam-se as respostas a seguir.

“É saber direcionar equipes, ser exemplo, com ética, sabendo comunicar com eficiência e respeitando pessoas”.

“Servir, desenvolver e atuar junto a equipe buscando utilizar o máximo de potencial de cada um, alocando-os corretamente para o bem da organização e equipe”.

“O bom líder desenvolve pessoas e busca sempre ouvir seus liderados, agindo sempre de forma justa e transparente com a equipe”.

“O principal papel é desenvolver times de alta performance, capazes de superar metas desafiadoras, praticar a melhoria contínua, responder as diferentes prioridades do negócio, desenvolvendo pessoas”.

“Existem muitas definições sobre o que é ser líder, mas acredito que ser líder é enxergar o todo (a organização, as pessoas, sua equipe e você mesmo), entender as necessidades de cada parte, definir o papel de cada uma dessas partes, alinhar às necessidades e a partir daí acompanhar, desenvolver, corrigir, orientar, disciplinar, tomar decisões, traçar novos caminhos, etc.”.

“Saber ouvir, lidar e resolver problemas técnicos e conflitos da equipe, motivar e desenvolver ser seus liderados”.

Isidro Filho e Guimarães (2010) relatam que as estratégias organizacionais voltadas para o conhecimento, aprendizagem e estratégias para o negócio podem moderar positivamente a relação entre conhecimento, aprendizagem e desempenho. A inovação é entendida como componente desta relação nas organizações.

116 As principais atividades, na visão dos respondentes, que mais lhes agregaram aprendizados relacionados à liderança, foram as realizadas em grupo. Quanto às atividades grupais, Anastasiou e Alves (2012) afirmam que os docentes precisam ter domínio das estratégias para conduzir as atividades, tendo em vista que trabalhar em grupo não é apenas juntar alguns alunos para a realização de uma determinada tarefa. Trabalho em grupo tem como objetivo o desenvolvimento inter e intrapessoal, assim como estabelecer e compartilhar objetivos, os quais podem se alterar dependendo da estratégia definida, o processo objetivado e seu processamento (Anastasiou e Alves, 2012).

Preparar formandos para exercer papel de liderança dentro das organizações não é somente um desafio, mas uma necessidade emergente de um país que precisa crescer e se desenvolver. Para isto é necessário que as universidades criem projetos pedagógicos que estimulem os estudantes a contextualizar os saberes e integrá-los em seu conjunto, conforme descrito por Morin (2011). Este autor ainda reforça que as nossas universidades têm formado uma quantidade imensa de especialistas em determinadas disciplinas, sendo profissionais limitados, de forma que não são capazes de atender os desafios atuais que exigem pessoas capazes com uma visão muito mais ampla e holística.

Para Morin (2011), conhecimentos fragmentados são para uso exclusivamente técnicos, não conseguem influenciar a geração de pensamentos que considerem a situação humana dentro de um contexto. Habilidades estas, essenciais para um líder que tem como seu papel principal desenvolver pessoas.

## **Conclusão**

O objetivo foi avaliar se a formação universitária proporciona a formação de líderes. A pesquisa foi realizada com líderes e estagiários de uma das unidades de indústria siderúrgica de grande porte.

Os resultados permitiram observar que há disciplinas e atividades desenvolvidas no ambiente universitário que influenciam diretamente ou indiretamente a formação do líder. 61% dos respondentes relacionam de alguma forma a universidade com o tema liderança. 39% afirmam que em seu curso de graduação não houve atividades ou disciplinas que pudessem contribuir para o desenvolvimento das competências e habilidades relacionadas à liderança, e conseqüentemente, tê-los desenvolvido de alguma forma como líderes.

Outras atividades foram relatadas com ligação na formação de liderança, como dinâmicas, palestras, seminários e até mesmo atividade de docência.

Constata-se que a função do líder muito se assemelha ao papel de um docente, onde desenvolver e formar pessoas são seus principais papéis. Isto é descrito tanto na literatura como na percepção dos respondentes desta pesquisa. Há, porém, um grande desafio na preparação dentro da universidade dos futuros formandos, principalmente os da engenharia, para ocupar cargo de liderança onde o principal papel é o de desenvolver pessoas.

Mesmo existindo a grande necessidade de se adequar os projetos pedagógicos dentro das universidades, que muitas vezes no papel estão maravilhosamente descritos, o que se observa na prática é bem diferente. Neste sentido, os docentes podem fazer toda a diferença, sendo inovadores dentro e fora das salas de aula, criando um ambiente de aprendizagem para alunos e professores.

117

## **Financiamento**

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa.

## **Referências bibliográficas**

Anastasiou, L. G. C. e Alves, L. P. (2012). Processos de Ensino na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: Univille.

Assis, A. E. S. Q. e Castanho, M. E. L. M. (2006). Educação, Inovação e o Professor Universitário. Revista E-Curriculum, 2(3), 1-18.

Borba, M. L. G. e Porto, M. F. A. (2013). A relevância da relação entre o técnico-científico e o sociopolítico segundo a malha de disciplinas do curso de graduação em engenharia civil. *Revista de Ensino de Engenharia*, 32, 43-55.

Brasil (2002). Ministério da Educação. Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, Resolução CNE/CES 11: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Recuperado de: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category\\_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category_slug=junho-2014-pdf&Itemid=30192).

Camarini, G. e Sousa, V. J. (2006). As habilidades do gerente de projetos: um fator de sucesso para as organizações. *REAd*, 12(4), 185-203.

Caveião, C. (2016). Competências e estratégias de ensino-aprendizagem para a formação da liderança do enfermeiro (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Charan, R. (2008). O líder criador de líderes: a gestão de talentos para garantir o futuro e sucessão. Rio de Janeiro: Campus.

Cleland, D. I. e Ireland, R. I. (2002). Gerência de Projetos. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso.

118

Fonseca, R. (2007). A representação social da liderança por líderes e potenciais líderes (Dissertação). Mestrado em Desenvolvimento Humano (MDH), Universidade de Taubaté, Taubaté.

Freire, P. (2007). Pedagogia da Autonomia – Saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra – Coleção Leitura.

Freitas, D. M., Carvalho, M. J., Costa, I. T. e Fonseca, A. M. (2015). Liderança dos presidentes das federações olímpicas brasileiras: análise da autopercepção das competências em função da formação acadêmica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 15(1), 79-88.

Geisler, J. (2013). Como se tornar um ótimo chefe. Rio de Janeiro: Sextante.

Isidro filho, A. e Guimarães, T. (2010). Conhecimento, aprendizagem e inovação em organizações: uma proposta de articulação conceitual. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, 7(2), 127-149.

Kerzner, H. R. (2017). Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling. Nova York: John Wiley & Sons.

Maximiano, A. C. A. (2014). Administração de projetos - como transformar ideias em resultados. São Paulo: Atlas.

Morin, E. (2011). *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Nascimento, L. F. e Bryto, K. K. C. (2019). A influência da liderança na produtividade organizacional: Estudo de caso na empresa Solus Tecnologia. *Revista de Administração e Contabilidade da Faculdade Estácio do Pará*, 6(11), 31-44.

Pereira, M. F., Melo, P. A., Dalmau, M. B. e Harger, C. A. (2009). Transferência de Conhecimentos Científicos e Tecnológicos da Universidade para o Segmento Empresarial. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, 6(3), 128-144.

Piovesan, A. e Temporini, E. R. (1995). Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. *Revista de Saúde Pública*, 29(4), 318-325.

Prodanov, C. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale.

Santos, G. B. (2013). Usos e limites da imagem da docência como profissão. *Revista Brasileira de Educação - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca*, 18(52), 11-24.

Silva, R. R. F. e Fabris, E. T. H. (2012). Os universitários como um público: educação e governamentalidade neoliberal. *Revista Educação e Realidade*, 37(3), 905-921.

119

Sohn, A. P. L., Vieira, F. D. e Casaroto Filho, N. C. Souza e J. A. (2013). Gestão Estratégica do Conhecimento: Uma proposta de formação profissional. *Revista de Ensino de Engenharia*, 32(2), 31-38.

Sousa, V. J., Camarini, G. e Chamon, E. M. Q. O. (2007). Análise das habilidades do gerente de projetos necessárias para o bom desempenho nas organizações. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 3(1), 105-122.

Souza, C. G., Chamon, E. M. Q. O., Chamon, M. A. e Oliveira, A. L. (2008). A cultura organizacional no processo de implementação da manufatura enxuta: estudo de caso em empresas do segmento automotivo. *Anais do III congresso Brasileiro de Psicologia Organizacional e do Trabalho*, Florianópolis.

Stuckenbruck, L. C. (1978). Project manager: the system integrator. *Project management quarterly*, 9(3), 31-38.

Vergara, S. C. (2016). *Gestão de pessoas*. São Paulo: Atlas.

Welch, J. (2013). Ten tips for building and leading winning teams. *CEO Magazine*. Recuperado de: <http://jackwelch.strayer.edu/sites/default/files/ceo-magazine-2013.pdf>.

### **Como citar este artigo**

De Carvalho, K. M. P., Chamon, E. M. Q. de O. e Camarini, G. (2021). Desenvolvimento de líderes em uma indústria siderúrgica: percepção das competências pela formação universitária. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(46), 101-120.

**Soy ejecutivo de una empresa y no me interesa la ciencia.  
¿Debería interesarme? \***

**Sou executivo de uma empresa e não estou interessado  
em ciências. Eu deveria estar interessado?**

***I Am a Company Executive and I Am not Interested in Science.  
Should I Be?***

**Jesús Rey-Rocha e Irene López-Navarro \*\***

El presente estudio tiene como objetivo analizar las variables individuales y organizativas relacionadas con el desinterés por la ciencia y la I+D entre personas con cargos directivos en empresas. Explora cuáles son los componentes de su cultura científica, su percepción e imagen de la ciencia, y sus actitudes frente a ella y la I+D, relacionados con este desinterés, así como su perfil socio-demográfico y las características de las empresas en las que desarrollan su labor. El estudio se ha realizado a través de la encuesta "Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español", primera sobre este tema realizada en España y pionera en el ámbito de los estudios de percepción de la ciencia a escala internacional. El desinterés por la ciencia se asocia con un reducido aprecio de los valores positivos que ella entraña y una asignación de escaso valor al conocimiento científico como base para la toma de decisiones, mientras que, a la hora de explicar el desinterés por su aplicación a la empresa, los encuestados ponen en juego factores más aplicados y pragmáticos, incluso cotidianos, relacionados con el desempeño empresarial y los eventuales beneficios de la I+D.

121

**Palabras clave:** desinterés por la ciencia; percepción de la ciencia; cultura científica; empresas

---

\* Recepción del artículo: 14/02/2020. Entrega de la evaluación final: 17/06/2020.

\*\* *Jesús Rey-Rocha*: Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), Instituto de Filosofía (IFS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España. Correo electrónico: j.rey@csic.es. *Irene López-Navarro*: Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, y Departamento de Psicología Social y Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Salamanca, España. Correo electrónico: irene.lopez@usal.es.

O objetivo deste estudo é analisar as variáveis individuais e organizacionais relacionadas ao desinteresse pela ciência e P&D entre pessoas com cargas gerenciais em empresas. Explora os componentes de sua cultura científica, sua percepção e a imagem da ciência, e suas atitudes em relação a ela e à P&D, relacionadas com esse desinteresse, bem como o seu perfil sociodemográfico e as características das empresas nas quais desenvolvem seu trabalho. O estudo foi conduzido pela pesquisa 'Cultura científica, percepção e atitudes em relação à ciência e inovação no setor empresarial espanhol', primeira sobre este tema realizada na Espanha e pioneira no campo dos estudos de percepção da ciência em escala internacional. O desinteresse pela ciência está associado a uma baixa apreciação dos valores positivos a ela associados e a uma atribuição de baixo valor ao conhecimento científico como base para a tomada de decisões de negócios. Enquanto no momento de explicar o desinteresse pela sua aplicação à empresa, entram em jogo fatores mais aplicados e pragmáticos, até mesmo cotidianos, relacionados ao desempenho das empresas e aos eventuais benefícios da P&D.

**Palavras-chave:** desinteresse pela ciência; percepção da ciência; cultura científica; empresas

*This study aims to analyze the individual and organizational variables related to a lack of interest in science and R&D among people with managerial positions at companies. It explores the components of their scientific culture, their perception of science and their attitudes towards science and R&D (related to this lack of interest), as well as their socio-demographic profile and the characteristics of their companies. The study was carried out through the survey "Scientific culture, perception, and attitudes towards science and innovation in the Spanish business sector", the first of its type in Spain and a frontrunner at an international level in terms of studies on perception of science. The lack of interest in science is related to a low appreciation for the positive values associated with it and the scarce value allocated to scientific knowledge as a basis for making business decisions. When it comes to explaining the disinterest in applying it within the company, more pragmatic, applied and even everyday factors come into play, related to the companies' performance and the prospective R&D benefits.*

**Keywords:** lack of interest in science; perception of science; scientific culture; companies

## Introducción

La “empresa”, como entidad, puede definirse como la “unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos”.<sup>1</sup> Según esta acepción, su dedicación tiene como fin último obtener ganancias, provechos o frutos para sí misma. En el imaginario de la ciudadanía es frecuente la idea de que las empresas se guían fundamentalmente, cuando no única y exclusivamente, por objetivos relacionados con la productividad y rentabilidad; en último término, por intereses económicos. Bajo esta premisa, deberían interesarse por todo aquello que les ayudara en la consecución de dicho objetivo. Ni que decir tiene que más allá del aliciente de los beneficios económicos, la ciencia ha demostrado aportar múltiples beneficios a las empresas en el desempeño de sus actividades (D’Artis y Siliverstovs, 2016; Shefer y Frenkel, 2005), y finalmente a la sociedad a la que van dirigidos los bienes y servicios ofrecidos por estas (Bornmann, 2012; González Quirós, 2003). Así entendido, el interés por la ciencia se centraría en los potenciales beneficios para la realización de las actividades propias de la empresa derivados del conocimiento científico y los resultados de la investigación.

España es un país que ha mostrado tradicionalmente poco interés por la ciencia; su trayectoria histórica así lo refleja, con contadas pero destacadas excepciones en períodos históricos puntuales (Muñoz y Larraga, 2017). Sin embargo, las encuestas sobre percepción social de la ciencia y la tecnología (CyT) revelan un moderado o elevado interés por la ciencia entre la población española, que incluso se ha visto incrementado en los últimos años (European Commission, 2005; FECYT, 2017). No obstante, estos datos deben considerarse con cautela porque se refieren al interés por la CyT en conjunto, de modo que podrían estar enmascarando un interés por la ciencia más reducido que el que despiertan en la ciudadanía sus desarrollos tecnológicos y sus aplicaciones en ámbitos como la medicina y la salud, el medioambiente o la alimentación.

Ese desinterés ha sido y es igualmente patente, en términos generales, en el sector empresarial. Según López (2005), el éxito económico se ha producido en España a través del fracaso tecnológico. Este mismo autor, junto con Santesmases (López y Santesmases, 2006, pp. 329-348), considera que “la base de la modernización tecnológica de España se ha mantenido en la transferencia de tecnología y no en la innovación propia” y señalan que “el aprendizaje histórico de técnicas y ciencias así como el referente a la generación y el uso de innovaciones ha sido limitado en nuestro país” y que “las industrias y las investigaciones experimentales en España han ido siempre a la zaga de los logros extranjeros, desarrollándose... esencialmente mediante la compra de técnicas y modos reproducción ‘llave en mano’”. Según estos autores, “ese éxito económico podría ser precisamente la base del desinterés de las empresas y las industrias españolas por la investigación”. Las reducidas cifras de inversión empresarial en I+D, en comparación con el conjunto de países de nuestro entorno y otros países que deben servirnos de referencia (Cotec, 2017; European

---

1. La definición fue extraída del Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española.

Commission, 2016, 2017; INE, 2018; Observatorio Social de “la Caixa”, 2017; OECD, 2015, 2019; Sanz-Menéndez y Cruz-Castro, 2017; UNESCO, 2016), constituyen un indicador actual de la limitada relevancia del sector empresarial en el sistema de CyT español y su reducido interés por la ciencia y la I+D.

En el presente estudio nos preguntamos qué caracteriza a un cierto sector del empresariado y personal directivo de las empresas que muestra un reducido o nulo interés por la ciencia y la investigación científica. Pretendemos explorar cuáles son los componentes de su cultura científica, su percepción e imagen de la ciencia, y sus actitudes frente a ella y la I+D, relacionados con este desinterés. Todos ellos se conforman en un entorno, el empresarial, que no es homogéneo, como tampoco lo es la población de personas con responsabilidades directivas dentro de las empresas. Así pues, cabe asumir que el interés por la ciencia no es uniforme, sino más bien multifacético. Es necesario, por lo tanto, preguntarse también por el perfil socio-demográfico de los individuos no interesados por la ciencia, así como por las características de las empresas en las que estos desarrollan su labor.

La encuesta sobre cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español (encuesta “Cultura Científica Empresarial” o “encuesta CGe”) (Rey-Rocha y López Navarro, 2018) es la primera sobre este tema realizada en España y pionera en el ámbito de los estudios de percepción de la ciencia a escala internacional. Basándonos en sus resultados, en este trabajo se proporcionan algunos datos indicativos del desinterés por la ciencia del empresariado y las personas con cargos directivos en las empresas españolas. No obstante, el objetivo que se persigue, más allá de la cuantificación y descripción, es contribuir a desvelar cuáles son las variables individuales y organizativas relacionadas con el desinterés por la ciencia y la I+D entre los profesionales con capacidad de decisión y gestión en el ámbito empresarial. La inclusión de una batería de preguntas sobre las distintas dimensiones que constituyen la cultura científica de la empresa y sus directivos, su imagen y percepción de la ciencia y sus actitudes frente a la ciencia, la I+D y la innovación (Rey-Rocha *et al.*, 2016), permite delimitar el significado de ese (des)interés.

## 1. El significado de “interés”

El interés es un constructo multidimensional que combina componentes cognitivos y emocionales (afectivos) (Hidi *et al.*, 2004; Krapp y Prenzel, 2011). En la literatura que trata la conceptualización del interés pueden encontrarse varios conceptos relacionados con él. Hidi (2006, p. 70) lo define como “un estado psicológico que ocurre durante las interacciones entre las personas y sus objetos de interés, y se caracteriza por una atención, concentración y afecto crecientes”.<sup>2</sup> Por su parte, Krapp y Prenzel (2011) han identificado tres objetos de atención en la investigación del fenómeno del interés: atención, curiosidad y motivación intrínseca.

---

2. En el original: “A psychological state that occurs during interactions between persons and their objects of interest, and is characterized by increased attention, concentration and affect”.

Uno de los conceptos más cercanos al de interés es el de actitud, hasta tal punto que pueden encontrarse como sinónimos (Schreiner, 2006), como general (actitud) y subordinado (interés) (Osborne *et al.*, 2003), o como conceptos claramente diferenciados el uno del otro (Gardner, 1998). El criterio diferenciador es que un interés representa una relación específica y destacada entre una persona y un objeto, sujeto, actividad, campo de conocimiento, objetivo, tema, materia, tarea, un segmento de texto o una idea abstracta. En definitiva, el interés se dirige siempre hacia cosas concretas o abstractas (Krapp y Prenzel, 2011; Renninger, 2000); es decir, más que simplemente tener interés, o un interés global, los individuos tenemos interés por algo.

Además, a diferencia de las actitudes, el interés está estrechamente relacionado con el valor subjetivo atribuido al conocimiento de un determinado objeto. En el caso que nos ocupa en este trabajo, un empresario o directivo podría por ejemplo tener una actitud negativa hacia los posibles efectos que los avances de la CyT pueden producir en su empresa y sin embargo estar interesado en comprender dichos efectos (valor subjetivo atribuido al conocimiento de ese objeto). Krapp (2002a, p. 407) subraya que “la mayor parte de la investigación sobre el interés usa el concepto de interés individual como una característica de la persona”,<sup>3</sup> aludiendo a la más o menos estable preferencia de los individuos por una clase particular de objetos de interés.

No obstante, para comprender el interés no basta con fijarse únicamente en las características psicológicas de los individuos, sino que también hay que tener en cuenta el contexto, es decir, las relaciones entre personas y objetos en el marco de la interacción de los individuos con su entorno físico, social y cultural (Krapp, 2002a, 2002b; Krapp y Prenzel, 2011; Silvia, 2006). Así, además del interés individual, hay que tener en cuenta el interés situacional, modulado principalmente por factores externos (Hidi, 1990). En palabras de Hidi (2006, p. 72), “mientras que la posibilidad de interesarse reside en la persona, el entorno y el contenido definen la dirección del interés y contribuyen a su desarrollo”.<sup>4</sup>

Por lo que respecta al interés por la ciencia, según Krapp y Prenzel (2011, p. 32), puede definirse en dos niveles. En el más general, comprendería el conjunto de temas y materias relacionadas con la ciencia que una persona conoce. El nivel más concreto tiene en cuenta que el interés de un individuo por la ciencia puede estar limitado a un determinado asunto, a temas y actividades concretas dentro de un área de especialidad, disciplina o campo científico, o a un determinado ámbito o entorno; por ejemplo, el ámbito profesional en el entorno empresarial.

El interés está estrechamente vinculado con el conocimiento del objeto que lo genera (Krapp y Prenzel, 2011) y con la búsqueda y consumo de información sobre él (Polino, 2018; Revuelta y Corchero, 2011). Bajo esta premisa, el interés por la ciencia está estrechamente relacionado con el conocimiento que se tiene de ella. Así, junto

---

3. En el original: “*Most research on interest uses a concept of individual interest as a characteristic of the person*”.

4. En el original: “*Whereas the potential for interest resides in the person, the environment and the content define the direction of interest and contribute to its development*”.

con el conocimiento de conceptos y leyes fundamentales (conocimiento científico sustantivo) y la comprensión del modo en que se construye y valida el conocimiento científico, el interés por la ciencia es uno de los elementos o componentes formales de la denominada alfabetización científica (Miller, 1983; Withey, 1959).

Por otra parte, el interés, junto con una actitud favorable, ha sido señalado como un prerrequisito de la apropiación de la ciencia (Cámara Hurtado *et al.*, 2017).

## 2. Métodos

Los datos analizados en este estudio proceden de la encuesta “Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español” —abreviadamente, Cultura Científica Empresarial, CCE—, realizada en 2016 a una muestra representativa del universo de empresas españolas. El cuestionario CCE (Rey-Rocha *et al.*, 2016) tiene como objetivo visibilizar las opiniones, actitudes, motivaciones, expectativas e imágenes que el sector empresarial tiene en relación con la ciencia, la I+D y la innovación.

La metodología utilizada en el proyecto CCE está explicada con detalle en publicaciones anteriores (Rey-Rocha y López-Navarro, 2018; Rey-Rocha *et al.*, 2019), donde se describen la población y muestra analizadas, el procedimiento de muestreo empleado y el trabajo de campo de encuesta telefónica. Para facilitar la comprensión del presente artículo, se resumen a continuación los aspectos metodológicos más relevantes de la investigación, para presentar a continuación las variables y el modelo de análisis utilizados en particular en el trabajo que aquí se presenta.

Se tomó como informantes a las personas propietarias de la empresa o quienes detentan responsabilidades directivas. El universo objeto de estudio está constituido por el conjunto de empresas que operan en España, considerando las actividades empresariales correspondientes únicamente a personas jurídicas (no se incluyen los autónomos o personas físicas). La población de referencia incluye las empresas activas a diciembre de 2014, según la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), elaborada por Informa D&B S.A. Partiendo de 451.181 empresas incluidas en esta base de datos que cumplieran los requisitos de estar activas y contar en la base de datos con información sobre su sector de actividad, número de empleados y número de teléfono de contacto, se realizó un muestreo probabilístico para un tamaño inicial de la muestra de 700 empresas, distribuidas por conglomerados en función de su tamaño (número de empleados) y sector de actividad. El tamaño final de la muestra encuestada es de 707 empresas, con un nivel de fiabilidad de  $\pm 3.7\%$  y un nivel de confianza del 95%. Su distribución por tamaño y sector puede consultarse en Rey-Rocha y López-Navarro (2018) y en Rey-Rocha *et al.* (2019, p. 145).

Para captar el interés de la población sobre temas de CyT, los cuestionarios sobre percepción aplicados a la población en general suelen formular, en primer lugar, una pregunta abierta para que la persona encuestada mencione libremente los temas que le interesan —para comprobar si la ciencia aparece de forma espontánea—, y, a continuación, una pregunta cerrada en la que se presentan diferentes temas,

entre ellos ciencia y tecnología, para su valoración. Para representar con precisión la estructura de contenido del interés por la ciencia es necesario considerar el interés como un concepto multidimensional (Krapp y Prenzel, 2011). En la encuesta CCE, las dos primeras preguntas que hemos tomado como variables explicadas (**Tabla 1**) se centran en conocer en qué medida la ciencia se asocia con la idea de interés (pregunta P6.11 del cuestionario) y en particular el grado de interés en los avances en ciencia y tecnología aplicados al sector de actividad específico de la empresa (P12). Las escalas construidas con las respuestas a estas preguntas son indicadores de la “cantidad” o el “grado” de interés por la ciencia.

Por otra parte, las encuestas generales de percepción se interesan por el grado de información de la ciudadanía sobre temas de CyT, y sus resultados suelen mostrar una correlación positiva entre este y el nivel de interés (Polino, 2018). Igualmente, el análisis de los factores que caracterizan la imagen de la ciencia de los empresarios y directivos españoles, realizado con los datos de la encuesta CCE, ha desvelado que su interés por la CyT está definido no solo por la mención explícita de dicho interés, sino también por su actitud proactiva de mantenerse informados sobre estos temas (Rey-Rocha *et al.*, 2019). Por lo tanto, la tercera de las variables explicadas en el presente análisis procede de la pregunta dirigida a conocer si las personas encuestadas tienen como práctica habitual informarse para mantenerse al día sobre CyT en su empresa, es decir, en su condición de empresarios o directivos, no de ciudadanos (P13).

Las tres variables explicadas se han codificado para indicar “desinterés” como objeto de estudio. Todas están correlacionadas entre sí (**Tabla 2**), principalmente las dos que hacen referencia al desinterés por la ciencia en el entorno empresarial: reducido interés por los avances de la CyT aplicados a su sector y no informarse para mantenerse al día sobre CyT en la empresa.

**Tabla 1. Variables explicadas: interés por la ciencia**

<b>Variable y pregunta de la encuesta de la que se ha obtenido</b>	<b>Categorías de la variable final</b>
<p><b>Visión de la ciencia como poco interesante</b>  <i>P6. Cuando piensa en “la ciencia”, ¿hasta qué punto le vienen estas ideas a la cabeza? P6.11. Interés</i>                      1 Nada, 2 Poco, 3 Algo, 4 Bastante, 5 Mucho, No sabe, No contesta</p>	1=Desinteresado o desinteresada (nada, poco o algo) 0=Interesado o interesada (bastante o mucho)
<p><b>Desinterés por los avances en CyT</b>  <i>P12. ¿Hasta qué punto se considera usted interesado o interesada en los avances en ciencia y tecnología aplicados a su sector?</i>                      1 Nada interesado o interesada, 2 Poco, 3 Algo, 4 Bastante, 5 Muy interesado o interesada, No sabe, No contesta</p>	1=Desinteresado o desinteresada (nada, poco o algo) 0=Interesado o interesada (bastante o mucho)
<p><b>Desinformación sobre CyT</b>  <i>P13. ¿Suele informarse para mantenerse al día sobre ciencia y tecnología en su empresa?</i>                      Sí, No</p>	1=Desinformado o desinformada (No) 0=Informado o informada (Sí)

**Tabla 2. Correlaciones entre las variables explicadas**

	<b>Visión de la ciencia como poco interesante</b>	<b>Desinterés por los avances en CyT</b>	<b>Desinformado o desinformada sobre CyT</b>
<b>Visión de la ciencia como poco interesante</b>	1,000		
<b>Desinterés por los avances en CyT</b>	,196*	1,000	
<b>Desinformado o desinformada sobre CyT</b>	,173*	,516*	1,000

Nota: coeficiente de correlación: Rho de Spearman. \* Correlación significativa (bilateral)  $p < 0,001$

Las variables explicativas se describen en las **Tablas 3 a 6**. Incluyen variables demográficas (género y edad), organizativas (factores internos, externos y ‘situacionales’: tamaño de la empresa, sector de actividad, existencia de un departamento propio de I+D, pertenencia a una agrupación de empresas cuyo fin sea incentivar la I+D o la innovación) y variables relativas a los factores que, además del interés, conforman la imagen de la ciencia: percepción, conocimiento y acción (Muñoz van den Eynde, 2018; Muñoz van den Eynde *et al.*, 2017; Rey-Rocha *et al.*, 2019).

Para explorar las relaciones entre las variables explicativas y el interés por la ciencia se ha realizado un análisis de regresión logística para cada una de las variables explicadas, con el fin de obtener un perfil de los empresarios y directivos interesados (o no) por la ciencia y sus avances. El análisis se ha realizado con el programa SPSS, versión 24.

128

**Tabla 3. Variables explicativas: organizativas y sociodemográficas**

<b>Variable y pregunta de la encuesta de la que se ha obtenido</b>	<b>Categorías de la variable final</b>
<b>Variables organizativas</b>	
<b>Tamaño de la empresa</b> Número de empleados	Micro (<10 empleados), pequeña (10-49), mediana (50-249), grande (250 o más)
<b>Sector de actividad</b>	1 Agricultura, 2 Industria, 3 Energía, 4 Construcción, 5 Servicios
<b>Departamento propio de I+D</b> <i>P2. ¿Dispone su empresa de un departamento propio de investigación, innovación o I+D?</i> Sí, No, No sabe, No contesta	0=No 1=Sí
<b>Pertenencia a agrupación de empresas</b> <i>P3. ¿Pertenece su empresa a un parque científico o tecnológico, un clúster u otra agrupación de empresas cuyo fin sea incentivar la investigación, desarrollo o innovación?</i> Sí, No, No sabe	0=No 1=Sí
<b>Variables sociodemográficas</b>	
<b>Género</b> <b>Edad</b>	1=Hombre, 2=Mujer Años

**Tabla 4. Variables explicativas: percepción**

Variable y pregunta de la encuesta de la que se ha obtenido	Categorías de la variable final
<p><b>Dificultad para hacer I+D</b>  <i>P5. ¿Cree usted que, para las empresas, hacer investigación y desarrollo o I+D en España es...?</i>                      1 Muy fácil, 2 Bastante fácil, 3 Ni fácil ni difícil, 4 Bastante difícil, 5 Muy difícil, No sabe, No contesta</p>	<p>1 Muy fácil, 2 Bastante fácil, 3 Ni fácil ni difícil, 4 Bastante difícil, 5 Muy difícil</p>
<p><b>Ideas y valores asociados con la ciencia</b>  <i>P6. Cuando piensa en "la ciencia", ¿hasta qué punto le vienen estas ideas a la cabeza? Progreso, riesgo, rigor, seguridad, utilidad, aburrimiento, desarrollo económico, eficacia, complejidad, desconfianza, interés.</i>                      1 Nada, 2 Poco, 3 Algo, 4 Bastante, 5 Mucho, No sabe, No contesta</p>	<p>1 Nada, 2 Poco, 3 Algo, 4 Bastante, 5 Mucho</p>
<p><b>IPP (Índice de Percepción Positiva)</b>   <b>IPN (Índice de Percepción Negativa)</b></p>	<p>Promedio de las valoraciones de los ítems P6.1, 4, 5, 7, 8                      Promedio de las valoraciones de los ítems P6.6, 10</p>
<p><b>Relevancia asignada a la ciencia en los presupuestos</b>  <i>P9. Si fuera la persona encargada de hacer los presupuestos de nuestro país y tuviera que asignar fondos a una partida a cambio de otra, ¿con cuál de cada par que le voy a mencionar se quedaría? Ciencia vs. educación, defensa, obras públicas, ayuda al desarrollo, sanidad, ayudas a la dependencia, gastos de representación.</i></p>	<p>Suma puntuaciones                      Ciencia=1, Otro=0</p>
<p><b>Actitud hacia la ciencia, los científicos y el conocimiento científico</b>  <i>P11. A continuación voy a leerle una serie de frases. Me gustaría que me dijera hasta qué punto está ud. de acuerdo con cada una de ellas</i>                      1 Nada de acuerdo, 2 Poco, 3 Medianamente, 4 Bastante, 5 Muy de acuerdo, No sabe, No contesta</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los científicos deberían desempeñar un papel más importante en las empresas</li> <li>2. Cuando una empresa financia un proyecto de investigación y desarrollo o I+D, es mejor dejar trabajar con total libertad a los investigadores sin imponerles el ritmo del sector privado</li> <li>3. Cuando una empresa colabora con un grupo de investigación puede mostrarle con absoluta confianza aspectos muy íntimos de su organización</li> <li>4. A menudo ponemos demasiadas expectativas en lo que la ciencia y la tecnología pueden hacer por nuestra empresa</li> <li>5. Cuando una empresa financia un proyecto de investigación y desarrollo o I+D, es importante que mantenga el control de la actividad y la oriente hacia sus propios intereses</li> <li>6. Para tomar decisiones dentro de la empresa hay que tener en cuenta sus valores y tradiciones más allá del conocimiento puramente científico</li> <li>7. La ciencia y la tecnología pueden resolver cualquier tipo de problema empresarial o productivo</li> <li>8. En las empresas existe información sensible que no se debe confiar a los científicos que colaboran con ella</li> <li>9. El conocimiento científico es la mejor base para tomar decisiones empresariales</li> </ol>	<p>1 Nada de acuerdo, 2 Poco, 3 Medianamente, 4 Bastante, 5 Muy de acuerdo</p>
<p><b>Confianza en los científicos</b></p>	<p>Promedio de las valoraciones de los ítems P11.1, 3, 8</p>

<p><b>Control de la I+D e independencia para los investigadores</b></p> <p><b>Expectativas con respecto a la CyT</b></p> <p><b>Valor del conocimiento científico</b></p>	<p>Promedio de las valoraciones de los ítems P11.2, 5</p> <p>Promedio de las valoraciones de los ítems P11.4, 7</p> <p>Promedio de las valoraciones de los ítems P11.6, 9</p>
<p><b>Beneficios y riesgos de la inversión en I+D</b></p> <p><i>P15. Estudios realizados en diferentes países han identificado distintos beneficios y riesgos que la investigación y desarrollo o I+D puede aportar a las empresas. En este sentido, ¿podría decirnos hasta qué punto comparte las siguientes afirmaciones?</i></p> <p>1 Nada de acuerdo, 2 Poco, 3 Medianamente, 4 Bastante, 5 Muy de acuerdo, No sabe, No contesta</p> <p><i>La empresa que invierte en investigación y desarrollo o I+D...</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hace una inversión muy arriesgada con un alto grado de incertidumbre</li> <li>Genera beneficios económicos a largo plazo</li> <li>Se verá obligada a despedir trabajadores, al hacer más eficientes sus procesos productivos o de prestación de servicios</li> <li>Se sitúa en una posición de ventaja competitiva</li> <li>Mejora su imagen en el mercado</li> <li>Pierde el tiempo, ya que siempre es más rentable utilizar el conocimiento generado por otros</li> <li>Contribuye a generar nuevos puestos de trabajo dentro de la propia empresa</li> <li>Puede generar riesgos para la salud y el medio ambiente</li> </ol>	<p>1 Nada de acuerdo, 2 Poco, 3 Medianamente, 4 Bastante, 5 Muy de acuerdo</p>
<p><b>Beneficios de la inversión en I+D</b></p> <p>Índice calculado como el promedio de las valoraciones de los ítems sobre los beneficios para las empresas de invertir en I+D.</p> <p><b>Riesgos de la inversión en I+D</b></p> <p>Índice calculado como el promedio de las valoraciones de los ítems sobre los riesgos asociados a la inversión en I+D</p>	<p>Promedio ítems P15.2, 4, 5, 7</p> <p>Promedio ítems P15.1, 3, 6, 8</p>
<p><b>Confianza institucional</b></p> <p><i>P16. Ahora voy a nombrarle una serie de instituciones. Me gustaría que me dijera qué grado de confianza le inspira cada una de ellas a la hora de tratar cuestiones de su empresa relacionados con la ciencia y la tecnología: Colegios profesionales; universidades; organismos públicos de investigación; gobiernos y administraciones públicas; medios de comunicación; asociaciones de consumidores, ecologistas, ONG; Consejo Superior de Investigaciones Científicas.</i></p> <p>1 Ninguna confianza, 2 Poca, 3 Alguna, 4 Bastante, 5 Mucha confianza, No sabe, No contesta</p>	<p>1 Ninguna confianza, 2 Poca, 3 Alguna, 4 Bastante, 5 Mucha confianza</p>
<p><b>Cercanía con los científicos</b></p> <p><i>P23. De las siguientes opciones que le voy a leer escoja, por favor, cual es el tipo de relación que le gustaría tener con un científico que se dedicara a investigar sobre temas relacionados con su sector.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>No tendría un interés especial por relacionarme con él por motivos personales ni profesionales</li> <li>Me interesaría charlar con él por curiosidad personal, pero no sobre temas profesionales</li> <li>Me interesaría conocer su opinión puntualmente acerca de algunas cuestiones concretas relacionadas con mi sector</li> <li>Me interesaría poder colaborar formalmente con él mediante un convenio entre su institución y mi empresa</li> <li>Me interesaría que pudiera desarrollar su labor profesional dentro de mi empresa</li> </ol>	<p>1 a 5</p>

**Tabla 5. Variables explicativas: conocimiento**

Variable y pregunta de la encuesta de la que se ha obtenido	Categorías de la variable final
<p><b>Recuerdo de instituciones que hacen I+D</b>  <i>P8. Dígame por favor los nombres de instituciones dedicadas a la investigación científica y tecnológica en nuestro país que recuerda. Puede nombrar hasta 3 diferentes.</i></p>	<p>0=No menciona ninguna institución                      1=Menciona alguna</p>
<p><b>Nivel de estudios</b>  <i>P.27. ¿Cuáles es su nivel de estudios terminados?</i></p>	<p>1 Primarios sin Certificado Escolar, 2 Secundaria con Certificado Escolar, 3 Medios, 4 Universitarios 1er. y 2º ciclo, 5 Universitarios 3er. ciclo</p>

**Tabla 6. Variables explicativas: acción**

Variable y pregunta de la encuesta de la que se ha obtenido	Categorías de la variable final
<p><b>Actividades de I+D e innovación</b>  <i>P17. En los últimos 5 años, ¿ha realizado su empresa alguna de las siguientes actividades? Dígame, por favor, si las ha realizado, si lo ha intentado, pero finalmente no lo ha hecho o si nunca lo ha intentado</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigación o I+D interna (es decir, dentro de la empresa)</li> <li>2. Adquisición de investigación o I+D externa (es decir, realizada por otras organizaciones públicas o privadas)</li> <li>3. Investigación o I+D en colaboración (es decir, realizada conjuntamente con otras organizaciones públicas o privadas)</li> <li>4. Innovación (en productos, procesos, métodos de organización, etc.)</li> <li>5. Compra o licencia de uso de patentes, modelos de utilidad, diseño industrial, etc.</li> </ol> <p><b>Actividades de I+D</b>                      Ha realizado algún tipo de actividad de I+D (P17.1 o P17.2 o P17.3)</p>	<p>0=No                      1=Si la ha realizado</p> <p>0=No, 1=Si</p>
<p><b>Solicitud de patentes y modelos de utilidad</b>  <i>P18. La actividad investigadora o innovadora llevada a cabo por su empresa ¿ha dado lugar a la solicitud de patentes o modelos de utilidad?</i>                      Sí, en alguna ocasión hemos realizado la solicitud; Sí, en alguna ocasión hemos iniciado los trámites de solicitud, pero nunca los hemos terminado; No, nunca hemos iniciado o los trámites de solicitud; No sabe; No contesta</p>	<p>0=No                      1=Si                      2=NS/NC</p>
<p><b>Uso del conocimiento</b>  <i>P24. A continuación le voy a leer diferentes formas de actuar a la hora de tomar una decisión importante con respecto a su empresa. Indíqueme si son comportamientos a los que Ud. Recurre</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Nunca, 2 Pocas veces, 3 Algunas veces, 4 Bastantes veces, 5 Siempre, No sabe, No contesta</li> <li>1. Imagino diferentes escenarios o pruebo diferentes opciones, y compruebo qué sucede en cada una de ellas</li> <li>2. Busco información actualizada basada en conocimiento científico</li> <li>3. Consulto a un experto en la materia dentro o fuera de la empresa</li> <li>4. Sigo mis propias corazonadas, aunque a veces no sepa explicar muy bien su lógica</li> <li>5. Trato de pensar cómo hubieran resuelto la cuestión mis antecesores en el cargo, de manera que mi decisión vaya en consonancia con la tradición de la empresa</li> </ol>	<p>1 Nunca, 2 Pocas veces, 3 Algunas veces, 4 Bastantes veces, 5 Siempre</p>

### 3. Resultados

Un elevado porcentaje de las personas encuestadas se declaran interesadas por la ciencia. La mayoría (77,2%) la asocian con la idea de interés en bastante o gran medida; y en el ámbito profesional, más del 70% se muestran interesadas por los avances científicos y tecnológicos aplicados a su sector de actividad y suelen informarse para mantenerse al día sobre CyT en su empresa (70,5% y 71,2%, respectivamente).

Pero este estudio se centra, como ya hemos señalado, en aquellos casos en que este interés es reducido, con el fin de conocer los factores relacionados con el desinterés y aportar datos que permitan contribuir a fomentar el interés por la ciencia en el sector empresarial. Revisemos pues algunos resultados de la encuesta, desde este punto de vista:

- Una de cada cinco personas encuestadas (22%) percibe una reducida asociación entre la ciencia y la idea de interés.
- Una de cada diez (11,2%) se considera nada o poco interesada por los avances en CyT aplicados a su sector, y menos de una de cada cinco (17,6%) solo algo interesada.
- Cerca de un tercio (28,8%) afirman que no suelen informarse para mantenerse al día sobre CyT en su empresa.
- Por lo que respecta a las actitudes críticas basadas en la evidencia y el uso declarado del conocimiento experto y científico a la hora de tomar decisiones en las empresas, las opciones de buscar información actualizada basada en conocimiento científico, o bien imaginar diferentes escenarios o probar diferentes opciones y comprobar qué sucede en cada una de ellas, son prácticas que un 25% y un 15%, respectivamente, no lleva a cabo nunca o solo en pocas ocasiones. Por el contrario, una de cada cuatro personas encuestadas (26,1%) sigue siempre o con asiduidad sus propias corazonadas aun cuando no sabe explicar muy bien su lógica; y cerca de una de cada cinco (17,9%) siempre o con bastante frecuencia se limita a bucear en la tradición de la empresa para tomar sus decisiones, tratando de pensar cómo habrían resuelto la cuestión sus antecesores en el cargo, sin mayor análisis crítico de la situación.
- Una de cada cinco (20,7%) no muestra ningún interés por relacionarse con científicos por temas profesionales, y un 42,7% solo puntualmente estaría interesada en conocer su opinión acerca de cuestiones concretas relacionadas con su sector.
- Por lo que respecta a las empresas, menos de una de cada diez (7,9%) cuenta con los recursos necesarios como para tener formalizadas las actividades de I+D e innovación a través de un departamento propio dedicado a ellas, y un porcentaje solo ligeramente superior (11,1%) están asociadas a un parque científico o tecnológico, un clúster u otra agrupación de empresas cuyo fin sea incentivar la I+D o la innovación.

La **Tabla 7** resume los resultados de los análisis de regresión realizados con cada una de las variables explicadas, expresadas en términos de desinterés y desinformación. Con el fin de facilitar la comparación, la tabla incluye todas aquellas variables

explicativas que han resultado significativas en al menos uno de los análisis. Los modelos clasifican correctamente un porcentaje elevado de casos (superior al 75%) y el valor de R cuadrado de Nagelkerke (que indica el porcentaje de varianza de la variable dependiente explicada por el modelo) es elevado en los tres modelos (cercano a 0,4). Los coeficientes  $\beta$  con niveles de significación adecuados indican la relación con las variables explicadas: un signo positivo de  $\beta$  indica que el aumento de los valores de la variable explicativa está asociado con un aumento de la probabilidad de que los encuestados no estén interesados o informados, en un porcentaje que viene indicado por el incremento del cociente de probabilidades. Los detalles de cada uno de los análisis se muestran en el **Anexo**.

**Tabla 7. Resumen de los resultados de los análisis de regresión logística**

	Variable explicada		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
	Visión de la ciencia como poco interesante	Poco interés por los avances de la CyT en su sector	No se mantiene informado o informada sobre CyT
$\beta$ (Incremento del cociente de probabilidades, %)			
<b>Percepción</b>			
Índice de Percepción Positiva	-.1514** (-78,0)	-.218 (-19,6)	.184 (20,2)
Índice de Percepción Negativa	.431** (53,9)	-.033 (-3,2)	-.171 (-15,7)
Valor del conocimiento científico	-.406** (-33,4)	-.155 (-14,4)	.130 (13,9)
Beneficios de la inversión en I+D	-.232 (-20,7)	-.470** (-37,5)	-.412* (-33,8)
Confianza en gobiernos y administraciones públicas	.016 (1,6)	-.243** (-21,6)	-.141 (-13,1)
Cercanía (tendría interés por relacionarme con científicos)	-.201 (-18,2)	-.397** (-32,8)	-.395** (-32,7)
<b>Acción</b>			
Mi empresa ha realizado actividades de I+D	.107 (11,3)	-.837** (-56,7)	-1.009** (-63,5)
Mi empresa ha realizado actividades de innovación	-1.085* (-66,2)	-.868 (-58,0)	-.081 (-7,8)
La actividad investigadora o innovadora llevada a cabo por mi empresa ha dado lugar a la solicitud de patentes o modelos de utilidad (No, categoría de referencia):			
SI	.974* (164,9)	-.764 (-53,4)	-.358 (-30,1)
NS/NC	-.323 (-27,6)	-.829 (-56,3)	.637 (89,1)
Busco información actualizada basada en conocimiento científico	-.115 (-10,8)	-.379** (-31,5)	-.472** (-37,6)
Consulta a un experto en la materia	.313** (36,7)	-.154 (-14,3)	.069 (7,2)
<b>Variables organizativas</b>			
Mi empresa dispone de departamento de I+D	-1.533* (-78,4)	-1.888* (-84,9)	.087 (9,1)
<b>Variables sociodemográficas</b>			
Género: mujer	.104 (11,0)	.783** (118,8)	.777** (117,4)
Constante	3.594	2.547	.246
R cuadrado de Nagelkerke	.395	.377	.383
Pronosticado (% global)	81,1	76,9	75,4

\*\* p<0,01 \* p<0,05

El primero de los modelos de regresión muestra que en el ámbito ejecutivo empresarial español, tener una visión de la ciencia como algo de reducido interés se asocia con la ausencia asimismo de una percepción positiva de la ciencia como algo seguro, eficaz y útil ligado al progreso y desarrollo económico, en beneficio de una percepción compuesta de imágenes negativas de la ciencia —como indica su consideración como algo aburrido y no merecedor de confianza. Tener una imagen de la ciencia como poco interesante es más propio de personas que a la hora de tomar decisiones en su empresa conceden un reducido valor al conocimiento científico y

suelen consultar a persona expertas en la materia dentro o fuera de la empresa. Y a su vez se manifiesta con mayor frecuencia en empresas no innovadoras y que no disponen de departamento de I+D propio, independientemente de su tamaño y sector de actividad. Paralelamente, los cargos directivos de empresas que, cuando hacen I+D, se decantan por solicitar la protección de los resultados a través de patentes o modelos de utilidad, muestran un menor interés por la ciencia en sí misma, considerada independientemente de sus aplicaciones. La ausencia de percepción positiva de la ciencia, junto con la pertenencia a empresas no innovadoras y que no disponen de un departamento de I+D, son las características más fuertemente relacionadas con el desinterés por la ciencia, como indican los elevados valores absolutos de  $\beta$  (por encima de 1).

Más allá del eventual desinterés por la ciencia en general, en el ámbito estrictamente empresarial el desinterés por los avances en CyT aplicados al sector de actividad de la empresa aparece fuertemente asociado a la ausencia de un departamento propio de I+D en la empresa ( $\beta=-1,9$ , modelo 2). Pero, a diferencia del modelo anterior, en lugar de aparecer relacionado con la pertenencia a empresas no innovadoras, lo está con la ausencia de actividad efectiva de la empresa en materia de I+D. Por lo que respecta a la percepción, el desinterés en este caso no está relacionado con la imagen que se tenga de la ciencia, sino por el contrario con la valoración de los beneficios que la inversión en éstas puede reportar a la empresa. Así, mostrar poco interés por los avances en CyT significa, asimismo, carecer de una percepción positiva de dichos beneficios, mostrándose poco de acuerdo con que la inversión en I+D genere beneficios económicos a largo plazo, sitúe a la empresa en una posición de ventaja competitiva, mejore su imagen en el mercado o contribuya a generar nuevos puestos de trabajo dentro de la propia empresa, lo que puede considerarse un indicador de una reducida motivación para invertir en y acometer actividades de I+D. Además, los individuos poco interesados por los avances de la CyT en su ámbito empresarial son poco partidarios de establecer relaciones profesionales cercanas con científicos y de utilizar información actualizada basada en conocimiento científico a la hora de tomar decisiones importantes con respecto a la empresa. En otro orden de cosas, este desinterés está ligado a una escasa confianza en los gobiernos y administraciones públicas a la hora de tratar temas empresariales relacionados con la CyT.

134

El desinterés por informarse para mantenerse al día sobre CyT en el ámbito profesional se acrecienta entre las personas con cargos directivos en empresas que no hacen I+D, siendo éste el factor más estrechamente relacionado con este desinterés ( $\beta=-1,0$ , modelo 3). Asimismo, se asocia con la ausencia de una clara percepción de los beneficios que conlleva, con la preferencia por las relaciones distantes con los científicos y, como es lógico, con no recurrir frecuentemente a la información actualizada basada en conocimiento científico en la que basar las decisiones importantes con respecto a la empresa.

El género se constituye en una variable demográfica relevante a la hora de explorar el desinterés por la ciencia en el sector empresarial español. Mientras que la consideración de la ciencia como algo interesante es similar entre directivos y directivas, estas últimas se muestran más desinteresadas que sus colegas varones por los avances en CyT aplicados a su sector de actividad profesional y por mantenerse informadas.

Finalmente, el mayor o menor interés por la ciencia no depende de la edad o el nivel de estudios, y tampoco está relacionado con el tamaño de la empresa, el sector de actividad en el que opera, o su pertenencia a una agrupación de empresas como un parque científico o tecnológico, o un clúster. Igualmente, en el presente estudio hemos analizado otras variables con las que el desinterés por la ciencia tampoco ha mostrado una asociación clara. Éstas son: la percepción de la dificultad de las empresas para realizar I+D, la relevancia asignada a la ciencia en los presupuestos del Estado, la confianza en los científicos en el entorno empresarial, las actitudes hacia el control de la I+D y la independencia para los investigadores, las expectativas con respecto a la CyT en la empresa, la percepción de los riesgos asociados a la inversión en I+D, el conocimiento de instituciones dedicadas a la I+D, y la mayor o menor confianza en organismos de investigación (universidades y centros públicos de investigación) y otras instituciones (colegios profesionales, medios de comunicación, asociaciones de consumidores, ecologistas organismos no gubernamentales) a la hora de tratar cuestiones de la empresa relacionadas con la CyT.

En resumen, nos encontramos en primer lugar con una serie de características relacionadas con las opiniones, actitudes y acciones de los empresarios y directivos que encuentran la ciencia poco o nada interesante, sin afectar al modo en que se interesan o no por la CyT en su ámbito profesional. Nos referimos a la asociación de la ciencia con ideas negativas (como aburrimiento y desconfianza) y no con ideas positivas (progreso, seguridad, utilidad desarrollo económico y eficacia), y una reducida consideración del conocimiento científico, frente al recurso al conocimiento experto ajeno, a la hora de tomar decisiones empresariales. Por otra parte, afloran una serie de características personales y organizativas comunes a las personas poco interesadas por la CyT aplicadas al ámbito empresarial, que muestran un reducido interés por los avances de éstas y por mantenerse informadas en temas de CyT. Esta es una situación más común entre las mujeres, así como entre quienes no tienden a valorar positivamente los beneficios de la inversión en I+D, no suelen basar sus decisiones empresariales en información actualizada basada en conocimiento científico y no muestran particular interés por relacionarse con científicos. Estas actitudes, opiniones y modos de actuación son más propias de empresarios y directivos de empresas que no realizan I+D.

135

## **Discusión y conclusiones**

El presente trabajo explora el perfil del empresariado y personal directivo de las empresas españolas que muestran un reducido o nulo interés por la ciencia y por los avances de la ciencia y la tecnología, contextualizado en el marco de algunas características estructurales de las empresas en las que desarrollan su labor. Para ello se ha valorado el desinterés a través de tres variables, cuya combinación permite considerarlo desde dos perspectivas distintas. Por una parte, la visión del mayor o menor interés que despierta la ciencia, en general, frente al desinterés por la CyT en el ámbito empresarial, concretamente por los avances en CyT aplicados al sector de actividad de la empresa en cuestión. Y, por otro, la doble vertiente que supone considerar el desinterés declarado por la CyT, junto con la ausencia de una conducta activa de búsqueda de información sobre CyT, como indicadores de desinterés por estas.

Como cabría esperar, el desinterés por la ciencia en general y por sus avances aplicados a la empresa están positivamente relacionados. Lo que quiere decir que, en términos generales, quienes consideran que la ciencia es poco interesante se muestran a su vez poco interesados, en su condición de empresarios o directivos, por los avances que la ciencia y la tecnología puedan aportar a su sector de actividad empresarial.

No obstante, los matices que distinguen el desinterés por uno y otro aspecto de la ciencia se reflejan en los elementos, personales y organizativos, asociados a uno y otro. La diferencia estriba fundamentalmente en los elementos que se mencionan a continuación. Por un lado, el desinterés por la ciencia se relaciona con dos aspectos principales relacionados con la valoración de la ciencia y el conocimiento científico: a) una percepción fundamentalmente negativa de la ciencia; y b) el escaso valor atribuido al conocimiento científico como base para la toma de decisiones, en detrimento del recurso, en su lugar, al conocimiento experto ajeno. Por otra parte, el desinterés por los avances de la CyT aplicados al sector de actividad de la empresa es propio de empresarios y directivos de empresas con una reducida ejecución de I+D, los cuales valoran escasamente los beneficios que la inversión en I+D puede aportar a la empresa, lo que a su vez hace que se sientan poco motivados para abordar proyectos de I+D; no muestran interés por relacionarse con científicos en la empresa, no son propensos a utilizar el conocimiento científico como base de la información utilizada en la toma de decisiones en la empresa, y no confían en los gobiernos y administraciones públicas a la hora de tratar cuestiones relacionadas con la CyT. Este último aspecto es particularmente relevante, por cuanto ambas instituciones tienen un importante papel en la política científica y la gobernanza del sistema de CyT, y consecuentemente en la financiación de la I+D, no solo la que se realiza en instituciones públicas, sino también la empresarial, así como en temas relacionados con la fiscalidad y las deducciones fiscales aplicadas a las actividades de I+D.

136

En resumen, el desinterés por la ciencia se asocia con un reducido aprecio de los valores positivos asociados a ella y la asignación de escaso valor al conocimiento científico como base para la toma de decisiones empresariales. Mientras que, a la hora de explicar el desinterés por la CyT en su aplicación a la empresa, entran en juego factores más aplicados y pragmáticos, incluso cotidianos, relacionados con el desempeño de las empresas y los eventuales beneficios de la I+D.

Por lo que respecta al género, los resultados del análisis multivariante realizado en el presente trabajo desvelan que, partiendo de un interés (o desinterés) por la ciencia que es similar entre mujeres y hombres empresarios y directivos, la igualdad desaparece cuando el análisis se aplica al ámbito empresarial, de modo que en su entorno laboral las mujeres se muestran menos interesadas que los hombres por los avances de la CyT y por mantenerse informadas sobre CyT. A falta de una investigación más detallada de este fenómeno, cabría interpretar que está relacionado con una mayor feminización del sector terciario (menos tecnificado e innovador) y una fuerte masculinización de sectores tecnológicos (sobre todo en puestos directivos), de modo que las mujeres alcanzan puestos directivos en sectores de baja intensidad tecnológica.

Además del género, otros dos factores que podrían explicar el desinterés por la ciencia y la I+D serían un insuficiente nivel de cualificación académica y el temor al riesgo inherente a la inversión en I+D. La relación que se encuentra con el nivel educativo en ausencia de otras variables queda diluida en el análisis multivariante, ante el efecto de otros factores. Hay que tener en cuenta que los empresarios y directivos poseen en su mayoría estudios universitarios y medios de bachillerato y formación profesional (56,8% y 32,6%), en los cuales se produce ya una diferenciación temática por especialidades, de modo que un factor que puede tener más influencia y que sería conveniente explorar en futuros estudios es, más que el nivel de estudios, la especialización temática, analizando las posibles diferencias de interés entre titulados en disciplinas o ramas CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y CSH (ciencias sociales y humanidades).

Por otra parte, análisis previos de los datos de la encuesta han desvelado algunos resultados interesantes sobre la percepción y valoración del riesgo asociado a la ciencia y la inversión en I+D entre los empresarios y directivos españoles (Rey Rocha y López-Navarro, 2018), pero la relación entre el interés por la ciencia y la I+D, y la percepción del riesgo asociado a ellas, es uno de los muchos objetos de investigación que aún reserva la encuesta CCE.

Como hemos señalado anteriormente, el interés tiene un componente cognitivo o epistémico y un componente afectivo, pero también un componente social e institucional. En este trabajo se ha tenido en cuenta el entorno social de las personas encuestadas no en calidad de ciudadanos y ciudadanas, sino de personas con responsabilidades empresariales y directivas (entorno institucional, empresarial).

137

El desinterés por la ciencia y los avances de la CyT es independiente del tamaño de las empresas y de su sector de actividad, lo que indica que los empresarios y directivos se muestran igualmente desinteresados (o interesados) tanto si trabajan en una empresa más pequeña o más grande, o perteneciente al sector de agricultura, industria, energía, construcción o servicios. Sin embargo, muestra una estrecha relación con un indicador que refleja el mayor o menor interés de la empresa por involucrarse en tareas de I+D, como es contar con un departamento propio encargado de estos temas. Igualmente, el perfil de empresario o directivo desinteresado por los avances de la CyT en su sector se ubica fundamentalmente en entornos empresariales donde no se realiza I+D.

Paralelamente, el hecho de que los cargos directivos de empresas que cuando hacen I+D se decantan por solicitar la protección de los resultados a través de patentes o modelos de utilidad, se muestren más desinteresados por la ciencia en general, puede indicar que la cultura corporativa está más orientada al interés por los resultados tangibles, que por el interés por la ciencia. Estaríamos, por tanto, ante una cultura más utilitaria, no caracterizada por un interés científico en sí mismo, sino por un interés por la aplicación de los resultados de I+D y por los beneficios obtenibles. Así lo reflejan los modelos 2 y 3, en los que, si bien los resultados no llegan a ser estadísticamente significativos, el valor negativo de  $\beta$  indica una tendencia a que el desinterés por los avances en CyT aplicados a su sector y por mantenerse informados

en CyT se reduzca con respecto a quienes trabajan en empresas que no solicitan la patente de los resultados de su investigación.

Por lo que respecta a la asociación entre interés o desinterés por la ciencia y la participación de las empresas en actividades de I+D e innovación, hay que recordar que la innovación no siempre está directamente relacionada con la ejecución de I+D, ni se deriva indefectiblemente de sus resultados (Echeverría Ezponda y Merino Malillos, 2011; Greve, 2003; Ziman, 2000), a pesar de las estrechas interrelaciones entre ambas y de que, aunque no el único, la I+D es un componente clave en muchos procesos de innovación (Baumann y Kritikos, 2016). Así pues, es importante diferenciar entre cultura de la innovación o innovadora y cultura científica, cultura científico-tecnológica o cultura de la ciencia (Echeverría, 2008). No resulta sorprendente, por lo tanto, que en presencia de ambas variables (ejecución de I+D y de innovación) el mayor o menor interés por los avances de la CyT en la empresa no esté relacionado con la actividad innovadora, pero sí lo esté la valoración de la ciencia como algo interesante en sí misma. En el presente estudio, al trabajar por separado los ítems I+D, innovación y compra o licencia de uso de patentes y otras figuras de protección, los resultados reflejan que las actitudes de valoración de la ciencia como algo poco interesante se asocian con mayor probabilidad a entornos empresariales poco innovadores, pero no aparecen asociadas con el hecho de que la empresa aborde o no actividades de I+D, ya sea ejecución de I+D interna o en colaboración, o adquisición de I+D externa. Por lo que respecta al desinterés por los avances de la CyT aplicados a la empresa, el papel de la actividad innovadora queda matizado por la mayor relevancia del hecho de que la empresa participe o no en actividades de I+D.

138

Como ya hemos señalado en la introducción de este trabajo, las reducidas cifras de inversión empresarial en I+D constituyen un indicador actual de la limitada relevancia del sector empresarial en el sistema de CyT español y su reducido interés por la ciencia y la I+D. Las empresas españolas invierten poco en I+D, muy por debajo de la media de la UE-28. Numerosos autores, estudios e informes coinciden en señalar el tamaño y la especialización sectorial de las empresas como los principales factores causantes de esta baja inversión. Por un lado, el predominio de las pequeñas y medianas empresas (PYME) y de las microempresas, combinado con la menor contribución de las empresas grandes, en comparación con otros países. Y por otro, el modelo productivo y la especialización sectorial de la economía española, escasa en empresas en sectores intensivos en conocimiento y tecnología (ERAC, 2014a; Molero, 2017). La encuesta “Cultura Científica Empresarial en España 2016”, realizada a una muestra representativa del universo de empresas españolas, estratificada por sector de actividad y tamaño de la empresa, no ha permitido corroborar ninguna de estas premisas, lo que nos permite afirmar que el menor nivel de inversión en I+D e innovación de las empresas más pequeñas o de determinados sectores no parecen encontrarse asociadas a diferencias en el interés que sus directivos manifiestan por la CyT y por la aplicación de sus avances a su sector empresarial de actividad.

La interpretación y discusión de los resultados del presente estudio debe abordarse teniendo en cuenta que la herramienta utilizada es una encuesta de percepción, que recoge el juicio subjetivo de las propias personas encuestadas, tanto en relación con su interés y conducta informativa —son ellas mismos quienes validan o rechazan su

condición de (des)interesadas y (des)informadas— como con respecto al resto de variables de percepción, conocimiento y acción. Solo a las variables organizativas —y las demográficas por supuesto— puede asignárseles un valor objetivo, partiendo de la base de que los encuestados, en su condición de empresarios o directivos, son conocedores de las características y actividades de la empresa por las que se les pregunta. A este respecto, no deben olvidarse los sesgos cognitivos que se ponen en marcha cuando se pregunta explícitamente por el tema de interés. Según Muñoz-van den Eynde, son fundamentalmente dos: “la deseabilidad social y la saliencia. El primero representa la tendencia a proporcionar la respuesta que creemos que da una mejor imagen de nosotros mismos. El segundo, la mayor accesibilidad cognitiva de la información contenida en las preguntas” (2018, p. 13). Así pues, hay que tener en mente que puede haberse producido una sobreestimación de los individuos realmente interesados por la ciencia, si bien esto no nos ha impedido identificar aquellos directivos y directivas que no lo están y que, además, no han tenido reparo en manifestarlo.

Por otra parte, la encuesta CCE se ha realizado a través de un cuestionario diseñado con el objetivo de permitir investigar algunos aspectos de la cultura científica del sector empresarial, su imagen y percepción de la ciencia y la innovación y sus actitudes ante ellas. Se trata, por tanto, de una encuesta de ámbito general, dentro del modelo de encuestas de percepción de la ciencia. En este sentido, es necesario profundizar en la investigación con el fin de obtener una comprensión más profunda del interés por la ciencia en el sector empresarial. Entre las posibles aproximaciones de futuros trabajos cabe la realización de una encuesta específica sobre el interés “personal” de los empresarios y directivos, así como la realización de una encuesta y otro tipo de metodologías que permitan obtener indicadores del interés “corporativo” de las empresas.

139

Señalaremos a continuación algunas implicaciones del conocimiento del interés por la CyT en el sector empresarial. En primer lugar, en materia de política y gobernanza del sistema de ciencia, tecnología e innovación. Son numerosos los retos que se plantean para la mejora del sistema español de I+D e innovación, y algunas de las propuestas y recomendaciones que se han realizado desde distintas instancias implican a las empresas. Entre ellas se encuentra la mejora del apoyo público a la I+D y la innovación en las empresas; la promoción de los vínculos entre ciencia e industria y la colaboración público-privada orientada a la innovación; el establecimiento de iniciativas, lideradas por las empresas, en áreas estratégicas y orientadas hacia entornos competitivos globales; la inclusión de un mayor número de agentes empresariales en el sistema, haciendo frente para ello a la escasez de pequeñas y medianas empresas en el sistema de ciencia, tecnología e innovación, y a las consecuentes dificultades para absorber el conocimiento generado fuera de las empresas; la promoción de la contratación de personal de I+D en las empresas; e insistir en la financiación pública de medidas directas de apoyo y fomento de la innovación empresarial, o en los incentivos fiscales a la I+D (ERAC, 2014b; OECD, 2007). En cualquier caso, es necesaria la existencia de un entorno favorable a la I+D para las empresas, y sobre todo de una cultura empresarial que valore la ciencia y la I+D. Por ser un aspecto cultural, tiene que ver tanto con las propias empresas (cultura corporativa) como con las condiciones del entorno, en las que tienen sin duda un papel fundamental las políticas públicas, en una variedad de ámbitos: políticas de

competencia, educativas, financieras, infraestructuras y servicios y medidas para el desarrollo de las iniciativas empresariales (ERAC, 2014b).

Pero sin duda tiene también un componente personal y actitudinal. El interés de los empresarios y directivos de las empresas por la ciencia y la investigación científica, una actitud positiva y favorable hacia ellas, son irrenunciables para propiciar la I+D y la innovación en las empresas, para que aborden proyectos de I+D e innovación internos, financien proyectos externos o se embarquen en proyectos en colaboración con otros agentes, ya sean públicos o privados. El interés por la ciencia, como parte de las capacidades tácitas que incorporan las personas y las organizaciones, es una condición decisiva con implicaciones para la gestión de las empresas. Para una empresa que quiera hacer I+D, a la hora de incorporar directivos conocer cuál sería el perfil tipo del directivo interesado por la ciencia y sus avances resulta sin duda una ventaja estratégica.

El concepto de interés resulta apropiado para comprender la disposición a participar en determinados asuntos o acercarse a ciertos conceptos, o por el contrario apartarse de ellos (Krapp y Prenzel, 2011). Conocer el interés por la ciencia por parte de los empresarios y directivos puede permitir comprender mejor hasta qué punto y cómo estos profesionales pueden contribuir a promover el pensamiento científico y la investigación en el sector empresarial, y llevar a sus empresas a acometer actividades de I+D.

140

Finalmente, cabe preguntarse si es lícita la pretensión de que los empresarios y las empresas muestren interés por la ciencia, se desempeñen con un cierto grado de pensamiento científico y finalmente posean una cierta cultura científica. Si es necesaria la cultura científica en las empresas, y qué tipo de cultura científica. Si podemos esperar que se establezca la cultura científica como un elemento consustancial a las empresas. Aún más, si es beneficioso para las empresas tener cultura científica. Y, por último, si es beneficioso para la sociedad que la tengan.

## **Financiamiento**

El estudio fue financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España (proyecto CSO2014-53293-R) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (proyecto FCT-16-10889).

## **Agradecimientos**

Este estudio no habría sido posible sin la colaboración del resto de investigadores del equipo CCe: María Isabel González y María Rosario Osuna (Universidad de Salamanca), Rafael Castro, Nadia Fernández de Pinedo, Félix Fernando Muñoz y Patricio Sáiz (Universidad Autónoma de Madrid); Pura Ribas y María José Cuesta (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT).

Nuestro agradecimiento a Aitor Vallejo, Nagore Fernández y el resto del equipo de Quor por su colaboración en el diseño muestral y la realización de la encuesta telefónica; y a José Manuel Rojo, de la Unidad de Análisis Estadístico del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC. Y especialmente a los 707 informantes, pertenecientes a otras tantas empresas, que accedieron amable y pacientemente a responder a las preguntas de la encuesta, así como a quienes nos prestaron su colaboración en las entrevistas previas al diseño del cuestionario.

## Bibliografía

Baumann, J. y Kritikos, A. S. (2016). The link between R&D, innovation and productivity: Are micro firms different? *Research Policy*, 45(6), 1263-1274. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.008>.

Bornmann, L. (2012). Measuring the societal impact of research. *EMBO Reports*, 13(8), 673-676. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/embor.2012.99>.

Cámara Hurtado, M., Laspra B. y López Cerezo, J. A. (2017). Apropiación social de la ciencia en España. En J. Lobera (Ed.), *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016* (pp. 19-49). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2016>.

COTEC (2017). Informe Cotec 2017. Innovación en España. Madrid: Fundación Cotec para la innovación. Recuperado de: [https://cotec.es/media/INFORME-COTEC-2017\\_versionweb.pdf](https://cotec.es/media/INFORME-COTEC-2017_versionweb.pdf).

D'Artis, K. y Siliverstovs, B. (2016). R&D and non-linear productivity growth. *Research Policy*, 45(3), 634-646. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.12.001>.

Echeverría, J. (2008). El Manual de Oslo y la innovación social. *ARBOR, Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 184(732), 609-618. Recuperado de: <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.210>.

Echeverría Ezponda, J. y Merino Malillos, L. (2011). Cambio de paradigma en los estudios de innovación: el giro social de las políticas europeas de innovación. *ARBOR, Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187(752), 1031-1043. Recuperado de: <https://doi.org/10.3989/arbor.2011.752n6002>.

ERAC peer review of the Spanish research and innovation system (2014a). Independent Expert Group report prepared for the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness, for the Spanish Secretary of State for Research, Development and Innovation and for the European Research Area and Innovation Committee. Final report. Madrid/Bruselas: European Commission. Recuperado de: [http://www.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/FICHEROS/2014/140801\\_final\\_report\\_public\\_version.pdf](http://www.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/FICHEROS/2014/140801_final_report_public_version.pdf). Consultado el 24 de enero de 2020.

ERAC Peer Review, Spain (2014b). Conclusiones y recomendaciones. Versión traducida. Recuperado de: [http://www.manufacturing-ket.com/wp-content/uploads/2014/07/20140724-ERAC-PEER-REVIEW-SPAIN\\_ES.pdf](http://www.manufacturing-ket.com/wp-content/uploads/2014/07/20140724-ERAC-PEER-REVIEW-SPAIN_ES.pdf).

European Commission (2005). Special Eurobarometer 224: Europeans, Science & Technology. Bruselas: European Commission. Recuperado de: [https://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_224\\_report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf).

European Commission (2016). European Innovation Scoreboard 2016. Bruselas: European Commission. Recuperado de: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6e1bc53d-de12-11e6-ad7c-01aa75ed71a1>.

European Commission (2017). European Innovation Scoreboard 2017. Bruselas: European Commission. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/24829>.

FECYT (2017). Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2016. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2016>.

Gardner, P. L. (1998). The development of males' and females' interest in science and technology. En L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger y J. Baumert (Eds.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-conference on interest and gender* (pp. 41-57). Kiel: Institut fuer die Paedagogik der Naturwissenschaften (IPN).

González Quirós, J. L. (2003). La ciencia como modelo social. En J. A. Gutiérrez Fuentes e J. L. Puerta López-Cózar (Eds.), *Reflexiones sobre la ciencia en España. El caso particular de la biomedicina* (pp. 33-52). Barcelona: Medicina STM Editores.

Greve, H. R. (2003). A behavioral theory of R&D expenditures and innovations: Evidence from shipbuilding. *Academy of Management Journal*, 46(6), 685-702. Recuperado de: <https://doi.org/10.2307/30040661>.

Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571. Recuperado de: <https://doi.org/10.3102/00346543060004549>.

Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*, 1(2), 69-82. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.09.001>.

Hidi, S., Renninger, A. e Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. En D. Y. Dai y R. J. Sternberg (Eds.), *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (pp. 89-115). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

INE (2018). Estadísticas sobre actividades de I+D. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de: [http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176754&menu=ultiDatos&idp=1254735576669](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176754&menu=ultiDatos&idp=1254735576669).

Krapp, A. (2002a). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. En E. L. Deci y R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 405-427). Rochester: University of Rochester Press.

Krapp, A. (2002b). Structural and dynamic aspects of interest development. Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1).

Krapp, A. y Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>.

López, S. (2005). Por el fracaso hacia el éxito. Difusión tecnológica y competencia en España. En E. Muñoz (Dir.), *El espacio común de conocimiento en la Unión Europea. Un enfoque al problema desde España* (pp. 229-252). Madrid: Academia Europea de las Ciencias y Artes.

López, S. y Santesmases, M. J. (2006). Raíces de la brecha entre industria e investigación en España. En J. Sebastián y E. Muñoz (Eds.), *Radiografía de la investigación pública en España* (pp. 329-348). Madrid: Biblioteca Nueva.

143

Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/20024852>.

Molero, J. (2017). Innovación y competitividad: la necesidad de un 'círculo virtuoso'. En V. Larraga (Coord.), *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España* (pp. 119-128). Madrid: Fundación Alternativas. Recuperado de: [https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/publicaciones\\_archivos/1f6da6b4e2fa0bb773bc48b456e972ee.pdf](https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/publicaciones_archivos/1f6da6b4e2fa0bb773bc48b456e972ee.pdf).

Muñoz, E. y Larraga, V. (2017). Trayectoria socio-histórica de la política científica en España. En V. Larraga (Coord.), *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España* (pp. 51-60). Madrid: Fundación Alternativas. Recuperado de: [https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/publicaciones\\_archivos/1f6da6b4e2fa0bb773bc48b456e972ee.pdf](https://www.fundacionalternativas.org/public/storage/publicaciones_archivos/1f6da6b4e2fa0bb773bc48b456e972ee.pdf).

Muñoz van den Eynde, A. (2018). El proyecto PICA sobre la imagen de la ciencia: informe de resultados. Colección Documentos Ciemat. Madrid: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Muñoz van den Eynde, A., Laspra, B. y Díaz García, I. (2017). Exploring the image of science: Neural nets and the PIKA Model. *Advances in Research*, 9(5), 1-19. Recuperado de: <https://doi.org/10.9734/AIR/2017/33321>.

Observatorio Social de “La Caixa” (2017). Investigación e innovación: ¿Qué nos jugamos? Barcelona: Fundación Bancaria “La Caixa”. Recuperado de: [https://observatoriosociallacaixa.org/documents/22890/102496/DOSSIER3\\_Sept2017\\_CASTELLA.pdf](https://observatoriosociallacaixa.org/documents/22890/102496/DOSSIER3_Sept2017_CASTELLA.pdf).

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2007). I+D e innovación en España: mejorando los instrumentos. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Recuperado de: [https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2014/11/id\\_innovacion.pdf](https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2014/11/id_innovacion.pdf).

OECD (2015). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society. París: OECD Publishing.

OECD (2019). Main Science and Technology Indicators (Vol. 2018, Iss. 2). París: OECD Publishing.

Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>.

Polino, C. (2018). Análisis internacional del interés, información y consumo informativo de ciencia y tecnología. En Conicyt (Ed.), *Ciudadanía, ciencia y tecnología: Reflexiones sobre la percepción de la ciencia y la tecnología* (pp. 312-375). Santiago: Conicyt. Recuperado de: [https://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/CIUDADANIA\\_CIENCIA-Y-TECNOLOGIA.pdf](https://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/CIUDADANIA_CIENCIA-Y-TECNOLOGIA.pdf).

144

Renninger, K. A. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation. En C. Sansone y J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic motivation: Controversies and new directions* (pp. 373–404). Nueva York: Academic Press.

Revuelta, G. y Corchero, C. (2011). Búsqueda activa y recepción pasiva de información sobre ciencia y tecnología. En FECYT (Ed.): *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2010* (pp. 183-202). Madrid: FECYT. Recuperado de: [https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2014/11/cienciaytecnologia\\_2010.pdf](https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2014/11/cienciaytecnologia_2010.pdf).

Rey-Rocha, J., López-Navarro, I. y Equipo CCe (2016). Cuestionario CCe: Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español [The SCe questionnaire: Scientific culture, perception and attitudes towards science and innovation in the Spanish business sector], Edición bilingüe español/inglés. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/171841>.

Rey-Rocha, J. y López-Navarro, I. (2018). Informe CCe 2016. Cultura científica, percepción y actitudes ante la ciencia y la innovación en el sector empresarial español. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/177927>.

Rey-Rocha, J., Muñoz-van den Eynde, A. y López-Navarro, I. (2019). Exploring the image of science in the business sector: Surveying and modeling scientific culture,

perception and attitudes towards science. *Social Epistemology*, 33(2), 137-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02691728.2019.1587543>.

Sanz Menéndez, L. y Cruz Castro, L. (2017). La investigación en España: las actitudes de empresas, gobiernos y ciudadanos. En Observatorio Social de “la Caixa”, Dossier: Investigación e innovación, ¿qué nos jugamos? (pp. 18-28). Barcelona: Fundación Bancaria “la Caixa”. Recuperado de: <https://observatoriosociallacaixa.org/investigacion-e-innovacion>.

Schreiner, C. (2006). Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth’s orientations towards science ? seen as signs of late modern identities. Oslo: Unipub.

Shefer, D. T. y Frenkel, A. (2005). R&D, firm size and innovation: an empirical analysis. *Technovation*, 25(1), 25-32. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00152-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00152-4).

Silvia, P. J. (2006). Exploring the psychology of interest. Nueva York: Oxford University Press.

UNESCO (2016). UNESCO Science Report: towards 2030 (2ª edición revisada). París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Recuperado de: <https://en.unesco.org/unescosciscencereport>.

Withey, S. B. (1959). Public opinion about science and scientists. *The Public Opinion Quarterly*, 23(3), 382-388. Recuperado de: <https://doi.org/10.1086/266890>.

145

Ziman, J. M. (2000). Real science: What it is, and what it means. Cambridge: Cambridge University Press.

### **Cómo citar este artículo**

Jesús Rey-Rocha, J. y López-Navarro, I. (2021). Soy ejecutivo de una empresa y no me interesa la ciencia. ¿Debería interesarme? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 121-147.

**Anexo. Modelos de regresión logística**

**Tabla A1. Variable explicada: Visión de la ciencia como poco interesante**

	$\beta$	Error estándar	Wald	Sig.	Exp( $\beta$ ).	Incremento del cociente de probabilidades (%)
Índice de Percepción Positiva	-1,514	,187	65,768	,000	,220	-78,0
Índice de Percepción Negativa	,431	,118	13,259	,000	1,539	53,9
Valor del conocimiento científico	-,406	,152	7,161	,007	,666	-33,4
Beneficios de la inversión en I+D	-,232	,180	1,669	,196	,793	-20,7
Confianza en gobiernos y administraciones públicas	,016	,116	,020	,889	1,016	1,6
Cercanía (tendría interés por relacionarme con científicos)	-,201	,126	2,539	,111	,818	-18,2
Mi empresa ha realizado actividades de I+D	,107	,368	,085	,770	1,113	11,3
Mi empresa ha realizado actividades de innovación	-1,085	,489	4,921	,027	,338	-66,2
La actividad investigadora o innovadora llevada a cabo por mi empresa ha dado lugar a la solicitud de patentes o modelos de utilidad (No, categoría de referencia):			5,166	,076		
Sí	,974	,436	5,000	,025	2,649	164,9
NS/NC	-,323	,576	,314	,575	,724	-27,6
Busco información actualizada basada en conocimiento científico	-,115	,100	1,330	,249	,892	-10,8
Consulta a un experto en la materia	,313	,104	8,988	,003	1,367	36,7
Mi empresa dispone de departamento de I+D	-1,533	,631	5,903	,015	,216	-78,4
Género: mujer	,104	,239	,190	,663	1,110	11,0
Constante	3,594	1,447	6,165	,013	36,376	
R cuadrado de Nagelkerke	,395					
Pronosticado (% global)	81,1					

146

**Tabla A2. Variable explicada: Poco interés por los avances de la CyT en su sector**

	$\beta$	Error estándar	Wald	Sig.	Exp( $\beta$ ).	Incremento del cociente de probabilidades (%)
Índice de Percepción Positiva	-,218	,158	1,898	,168	,804	-19,6
Índice de Percepción Negativa	-,033	,112	,085	,770	,968	-3,2
Valor del conocimiento científico	-,155	,124	1,572	,210	,856	-14,4
Beneficios de la inversión en I+D	-,470	,168	7,848	,005	,625	-37,5
Confianza en gobiernos y administraciones públicas	-,243	,095	6,567	,010	,784	-21,6
Cercanía (tendría interés por relacionarme con científicos)	-,397	,110	12,931	,000	,672	-32,8
Mi empresa ha realizado actividades de I+D	-,837	,321	6,819	,009	,433	-56,7
Mi empresa ha realizado actividades de innovación	-,868	,498	3,036	,081	,420	-58,0
La actividad investigadora o innovadora llevada a cabo por mi empresa ha dado lugar a la solicitud de patentes o modelos de utilidad (No, categoría de referencia):			4,164	,125		
Sí	-,764	,568	1,811	,178	,466	-53,4
NS/NC	-,829	,553	2,244	,134	,437	-56,3
Busco información actualizada basada en conocimiento científico	-,379	,089	18,210	,000	,685	-31,5
Consulta a un experto en la materia	-,154	,086	3,198	,074	,857	-14,3
Mi empresa dispone de departamento de I+D	-1,888	,938	4,049	,044	,151	-84,9
Género: mujer	,783	,210	13,963	,000	2,188	118,8
Constante	2,547	1,584	2,584	,108	12,767	
R cuadrado de Nagelkerke	,377					
Pronosticado (% global)	76,9					

**Tabla A3. Variable explicada: No se mantiene informado sobre CyT**

	$\beta$	Error estándar	Wald	Sig.	Exp( $\beta$ ).	Incremento del cociente de probabilidades (%)
Índice de Percepción Positiva	,184	,152	1,453	,228	1,202	20,2
Índice de Percepción Negativa	-,171	,115	2,216	,137	,843	-15,7
Valor del conocimiento científico	,130	,125	1,082	,298	1,139	13,9
Beneficios de la inversión en I+D	-,412	,168	6,033	,014	,662	-33,8
Confianza en gobiernos y administraciones públicas	-,141	,095	2,174	,140	,869	-13,1
Cercanía (tendría interés por relacionarme con científicos)	-,395	,111	12,574	,000	,673	-32,7
Mi empresa ha realizado actividades de I+D	-1,009	,338	8,911	,003	,365	-63,5
Mi empresa ha realizado actividades de innovación	-,081	,619	,017	,895	,922	-7,8
La actividad investigadora o innovadora llevada a cabo por mi empresa ha dado lugar a la solicitud de patentes o modelos de utilidad (No, categoría de referencia):			1,329	,514		
Sí	-,358	,564	,402	,526	,699	-30,1
NS/NC	,637	,657	,942	,332	1,891	89,1
Busco información actualizada basada en conocimiento científico	-,472	,093	25,968	,000	,624	-37,6
Consulta a un experto en la materia	,069	,089	,611	,434	1,072	7,2
Mi empresa dispone de departamento de I+D	,087	,553	,025	,874	1,091	9,1
Género: mujer	,777	,207	14,061	,000	2,174	117,4
Constante	,246	1,411	,031	,861	1,279	
R cuadrado de Nagelkerke	,383					
Pronosticado (% global)	75,4					



**Modelos de evaluación de las declaraciones  
sobre propiedades saludables en alimentos y su impacto  
en la comprensión y la apropiación públicas de la ciencia \***

**Modelos de avaliação das alegações  
de propriedades saudáveis nos alimentos e seu impacto  
na compreensão e apropriação públicas da ciência**

***Assessment Models of Food Health Claims and their  
Impact on Public Understanding and Appropriation of Science***

Noemí Sanz Merino \*\*

La autorización del uso de las declaraciones de salud (*health claims*) —es decir: la afirmación de que un alimento contribuye a la mejora de la salud humana— requiere, en la mayor parte de los países, haber superado un proceso de evaluación tanto de la propiedad beneficiosa como de su presentación en el futuro etiquetado. Estos procesos tratan de garantizar la veracidad de la declaración, así como su correcta comprensión por parte del consumidor. En este artículo se presentan los resultados de un análisis comparativo de la regulación de ambas cuestiones en los Estados Unidos y en la Unión Europea, a partir de distintas categorías procedentes de los estudios sociales de la ciencia (o estudios CTS). Se analiza cómo diferentes estrategias evaluadoras para justificar las declaraciones de salud conducen a diferentes maneras de comunicar la ciencia involucrada en este asunto de salud pública. Se observan también los datos disponibles sobre el cumplimiento efectivo de los objetivos políticos asociados a estas regulaciones. Este análisis muestra las limitaciones para la apropiación de información científica por parte del consumidor, precisamente en el caso que *a priori* se consideraría menos tecnocrático y más participativo desde la perspectiva CTS.

149

**Palabras clave:** declaraciones de salud; evaluación de beneficios; comunicación científica; comprensión pública de la ciencia; participación social

---

\* Recepción del artículo: 14/02/2020. Entrega de la evaluación final: 06/07/2020.

\*\* Doctora en filosofía, especialista en estudios sociales de la ciencia y la tecnología y máster en comunicación de la ciencia. Profesora en el Departamento de Filosofía y Trabajo Social, Universitat de les Illes Balears, España. ORCID: 0000-0002-5093-3883. Correo electrónico: noemi.sanz@uib.es.

A autorização do uso de alegações de saúde (*health claims*) — ou seja, a afirmação de que um alimento contribui para a melhoria da saúde humana — requer, na maioria dos países, a aprovação em processo de avaliação, tanto da propriedade benéfica quanto de sua apresentação na rotulagem futura. Esses processos procuram garantir a veracidade da alegação, bem como a correta compreensão pelo consumidor. Este artigo apresenta os resultados de uma análise comparativa da regulamentação de ambas as questões nos Estados Unidos e na União Europeia, a partir de diferentes categorias decorrentes dos estudos sociais da ciência (os estudos CTS). Analisa como diferentes estratégias avaliativas para justificar alegações de saúde levam a diferentes formas de comunicar a ciência envolvida nesta questão de saúde pública. Observam-se também os dados disponíveis sobre o efetivo cumprimento dos objetivos políticos associados a esta regulamentação. Esta análise mostra as limitações para a apropriação de informação científica pelo consumidor, justamente no caso de *a priori* ser considerada menos tecnocrática e mais participativa na perspectiva CTS.

**Palavras-chave:** alegações de saúde; avaliação de benefícios; comunicação científica; compreensão pública da ciência; participação social

*In most countries, the authorization for the use of health claims —i.e., the statement that a specific type of food contributes to the improvement of human health— requires having passed an assessment process regarding both its beneficial properties as well as how it will be labeled in the future. These processes try to guarantee the truthfulness of the statement, in addition to its correct understanding by the consumer. This paper presents the results of a comparative analysis of the regulations for both issues in the United States and the European Union, based on categories that derive from social science studies (or STS studies), and analyzes how the different assessment strategies used to justify the health claims lead to the different ways in which the science involved is communicated. The available data regarding the effective compliance of the political objectives associated with these regulations is also shown. This analysis presents the consumer's limitations in absorbing scientific information, precisely in the case that, a priori, would be considered less technocratic and more participative from an STS perspective.*

**Keywords:** health claims; assessment of benefits; scientific communication; public scientific understanding; social participation

## Introducción

Se consideran “alimentos funcionales” aquellos productos alimenticios que tienen beneficios añadidos a sus propiedades nutricionales. Son alimentos que poseen la función adicional de mejorar la salud humana porque mejoran el metabolismo, por ejemplo, o previenen una enfermedad. Hoy en día, en los países en los que existe regulación al respecto, estos alimentos solo se pueden vender como tales si son susceptibles de incorporar lo que ya se ha generalizado como “declaración sobre propiedades saludables” o “declaración de salud” (*health claim*). Por ejemplo, mientras aquellas afirmaciones tales como “bajo en grasa” son casos de declaraciones nutricionales, “reduce el colesterol” se corresponde con el tipo de declaración objeto de nuestro interés, es decir: es una declaración relativa a una propiedad saludable.

La autorización sobre el uso de una declaración de salud requiere, en los casos de los Estados Unidos y la Unión Europea (UE), haber pasado un determinado proceso de evaluación tanto del beneficio aducido para la salud, como de la presentación de la declaración en el etiquetado. En general, ambas regulaciones comparten el objetivo general de construir una sociedad más saludable. La imposición de la evaluación trata de poder garantizar, por parte de las autoridades competentes, la fiabilidad científica de la afirmación, así como su correcta comprensión por el consumidor medio (US FDA, 2003; European Parliament and Council, 2006). De cada país depende que tales garantías se logren a través de determinados requisitos específicos, tanto políticos como epistémicos. Dichos requisitos están relacionados con la utilización de metodologías científicas de evaluación más o menos exigentes, según se busque la generación de confianza en los consumidores, animar a su participación en la toma de decisiones, etc.

151

Existen diversos análisis sobre el desarrollo de este tipo de regulación, tanto en clave histórica como epistemológica: Boobis *et al.* (2013), Tjihuis, Pohjola *et al.* (2012), Lalor y Wall (2011), Gilsenan (2011), Asp y Bryngelsson (2008), Todt y Luján (2017), Luján y Todt (2018a, 2020b) y Jukola (2019). Por su parte, aunque son menos, se van incrementado los estudios sobre percepción y actitudinales de los consumidores: Parker (2003), Nocella y Kennedy (2012), Berhaupt-Glickstein y Hallman (2017), Hieke y Grunert (2018) y Kamioka *et al.* (2019). En este trabajo, se parte de ambos tipos de estudios con la finalidad de ofrecer un análisis comparativo entre las regulaciones de los Estados Unidos y de la UE desde la perspectiva de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS). En concreto, por un lado, se tendrán en cuenta las aportaciones realizadas desde la perspectiva CTS a la evaluación de tecnologías (Schot, 1992; Rip *et al.*, 1995; Wynne, 1995; Luján y Todt, 2008b, 2020a) y, por otro, las investigaciones sobre los procesos de interacción entre comunicación y participación ciudadana en los contextos de regulación política de la ciencia y la tecnología (Renn 2008; Fiorino, 1990).

El objetivo es analizar si, y cómo, los posibles estilos de evaluación de este tipo de etiquetados influyen en la comunicación y la apropiación sociales del conocimiento científico involucrado. Se contrastarán las metas de los modelos de evaluación con los resultados sobre el impacto real de las declaraciones de salud en su comprensión por parte de los consumidores y en el posible cambio actitudinal y de comportamiento que

puedan inducir. El análisis presentado en este trabajo justifica la conclusión de que, a pesar de la existencia de estilos regulatorios y modos de comunicar las declaraciones de salud más acordes con lo que desde la perspectiva CTS es valorado positivamente (es decir: procesos reguladores menos tecnocráticos que posibilitarían la apropiación social del conocimiento científico), los estudios empíricos disponibles muestran que no se produce la pretendida apropiación social.

## 1. Modelos de evaluación de los beneficios de los alimentos. Regulaciones estadounidense y europea

Este caso de estudio es una instancia de evaluación de beneficios (*benefits assessment*). A este respecto, se trata de analizar y comparar las posibles diferencias en la valoración metacientífica sobre la seguridad y eficacia de productos o procesos con propiedades beneficiosas (Tijhuis, *et al.*, 2012; Bidlack *et al.*, 2009; Aggett *et al.*, 2005). Si bien tiene más trayectoria y ha sido más estudiado este tipo de evaluación en relación a los fármacos, la evaluación de los alimentos sobre los que se afirma que mejoran la salud humana es en la actualidad una actividad cada vez más importante. La evaluación de las propiedades saludables de los alimentos ha sido considerada también una tarea de interés público. Ello no solo por su relación directa con la salud poblacional a largo plazo, sino también por las posibles repercusiones negativas que un uso indiscriminado de publicidad de esta índole pudiera tener sobre las dinámicas competencia-innovación en el mercado alimentario o sobre la confianza de los consumidores en las instituciones reguladoras.

152

En los Estados Unidos, con la *Nutrition Labelling and Education Act* de 1990, se inició lo que podemos denominar el modelo clásico de evaluación y regulación de este tipo de declaraciones de beneficios en los alimentos de uso general. Esta regulación y su procedimiento evaluador incorporan ciertos supuestos políticos y epistémicos subyacentes respecto a los tipos de pericia reconocida, las metodologías relevantes, los valores epistémicos dominantes, etc.

En las regulaciones que siguen este modelo clásico, las autoridades mantienen una actitud paternalista cuyo objetivo general es proteger al consumidor de información errónea. Con este fin se crea una agencia gubernamental que recurre exclusivamente al conocimiento experto.<sup>1</sup> En el caso de los Estados Unidos, tal labor fue encomendada a la Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drugs Administration – FDA) (US FDA, 1990). En la Unión Europea, que siguió su ejemplo, es la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority – EFSA) la entidad que se ocupa de valorar la sustanciación científica aportada en las solicitudes

---

1. Con el uso de “modelo clásico”, establecemos un paralelismo con la interpretación que, desde los estudios sociales de la ciencia, se ha dado a la identificada como “evaluación clásica de tecnologías”, especialmente en tanto que, en el marco regulador que la implementa, se da por supuesto que la gestión del riesgo es una tarea que han de desempeñar los políticos *a posteriori*, mientras que la evaluación es una tarea científico-tecnológica en la que no hay lugar para la valoración o decisión no técnica (González García *et al.*, 1996, pp. 150-151). Véase, también, nota a pie 4.

de autorización del uso de las declaraciones de salud, así como su suficiencia a la hora de ser entendida por parte del consumidor.

Según ambas normativas, una vez que, por un lado, queda claro que la declaración es relativa a un beneficio concreto para un grupo poblacional claramente definido y que, por otro lado, está substanciada en evidencia científica,<sup>2</sup> se procede a la evaluación de la redacción de la declaración misma. A este respecto, la propia declaración no solo ha de ser suficientemente comprensible, sino que también ha de ir acompañada de indicaciones de consumo inteligibles, para el logro óptimo o no perjudicial del supuesto beneficio. Véase el ejemplo europeo en **Tabla 1**.

**Tabla 1. Ejemplos de declaración autorizada y no autorizada por la agencia europea, la EFSA<sup>3</sup>**

Nutriente o sustancia o categoría alimentaria	Declaración de propiedades saludables	Estado	Condiciones de uso/ Razones para la no autorización
(DHA) Ácido docosahexaenoico	Contribuye al mantenimiento de la función cerebral normal	Autorizada	La declaración debe ser usada solo para comida que contenga al menos 40mg de DHA por cada 100g y 100Kcl. Como apoyo a la declaración se ha de informar al consumidor que el efecto beneficioso se obtiene con una ingesta de DHA diaria de 250mg.
Vitamina B6	Impacto positivo en el estado de ánimo, especialmente en mujeres	No autorizada	No cumple con la Regulación porque las condiciones propuestas alentarán un consumo excesivo

153

Pero la inteligibilidad del texto solo se juzgará una vez que haya sido aportada la pertinente sustanciación científica relativa a la propiedad saludable (US FDA, 2003; ESFA NDA, 2011). Al comienzo, tanto la agencia evaluadora estadounidense como la europea tradujeron esta exigencia *sine-qua-non* en un restrictivo requisito epistémico: la sustanciación científica presentada por los solicitantes de una declaración debía basarse en pruebas que demostraran la relación causa-efecto entre el alimento o sustancia y el beneficio específico aducido. De esta forma, metodológicamente, la

2. En la regulación europea se habla de evidencia científica disponible que siga el "más alto estándar" (European Parliament and Council, 2006), y en los Estados Unidos que se trate de evidencia que sea objeto de "acuerdo científico significativo" (US FDA, 1990).

3. Traducción nuestra. Original: [http://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/register/public/?event=register.home](http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=register.home).

postura evaluadora se tradujo en una preocupación exclusiva por los posibles falsos positivos, incluso si eso excluía del mercado productos beneficiosos para la salud pública. Según las directrices de ambas agencias de evaluación, lo que se considera el estándar de evidencia más alto se sitúa en los resultados de estudios realizados con humanos y según metodologías de pruebas controladas aleatorizadas (*randomized control trials* – RCT) (US FDA, 2009; Turck *et al.*, 2017). Es decir, el objetivo político de los reguladores se ha reconceptualizado como proteger al consumidor exclusivamente de la información falsa relativa a las propiedades saludables de los alimentos (Luján y Todt, 2018a).

Desde que en 2006 se impuso la *Regulation No. 1924/of the European Parliament and of the Council on Nutrition and Health Claims Made on Foods* a todos los Estados miembros, la Unión Europea no ha dejado de aplicar este modelo clásico de evaluación. La Dirección General de Salud y Consumo ha dejado claro, ante algunas críticas y reclamaciones, su parecer sobre la relación entre los procesos de evaluación y regulación. Establece una clara separación entre ambas prácticas: una estrictamente política y otra propiamente científico-técnica, respecto de la cual los reguladores no tendrían nada que añadir.<sup>4</sup> Sin embargo, la regulación estadounidense ha cambiado significativamente para adaptar la labor de evaluación experta a nuevos objetivos tanto políticos como técnicos.

En los Estados Unidos, la regulación de las declaraciones de salud ha experimentado una paulatina apertura a la participación de más actores y a la consideración de más factores no epistémicos y epistémicos. En 1997 se aprobó la *Food and Drug Administration Modernization Act*, que validaba el juicio de otras entidades expertas sobre estas declaraciones (de algunas instituciones científicas, como la National Science Foundation, y de otros organismos gubernamentales distintos de la FDA, como los National Institutes of Health). Como resultado, a los *health claims*, con el visto bueno de la FDA, se sumaron las “declaraciones de propiedades saludables basadas en juicios autorizados” (*health claims based on authoritative statements*). Además, los solicitantes de declaraciones (empresas del sector de la alimentación) criticaban que el estándar experto explicitado en la regulación, como condición necesaria para su autorización, no estaba claramente definido más allá de la expresión “acuerdo científico significativo”.<sup>5</sup> A este respecto, tuvo que ser a través del litigio *Pearson vs. Shalala*<sup>6</sup> (US DC Circuit, 1999) que se hubo de reconocer este hecho y que además

154

4. Por ejemplo, en la segunda respuesta colectiva ofrecida a reclamaciones emitidas por operadores de alimentos encontramos: “El principio fundamental que sustenta la Regulación es que las declaraciones de propiedades saludables deben estar basadas y fundamentadas por la ciencia. Este principio no fue nunca cuestionado al ser acordado por los legisladores. La EFSA tiene la responsabilidad de asesorar a la Comisión en cuanto al alcance de la justificación científica de las declaraciones de propiedades saludables y la Regulación exige que la EFSA aplique una evaluación científica del más alto nivel. No corresponde a la Comisión estipular cómo los científicos independientes de la EFSA deben evaluar la ciencia para corroborar las declaraciones de propiedades saludables” (Comisión Europea, 2011; traducción nuestra).

5. La regulación original no especificaba que los estudios científicos para la sustanciación debían de basarse en RCT. Por otro lado, pocos comerciantes de alimentos usaban siquiera las declaraciones ya aprobadas, probablemente por el miedo a las sanciones derivadas de su mal uso (Parker, 2003).

6. La apelación de Durk Pearson y Sandy Shaw, en contra del Departamento de Salud y Servicios Humanos, contaba también como miembros como la American Preventive Medical Association y Citizens for Health (organización de consumidores de suplementos dietéticos en apoyo del cuidado de la salud).

se dictaminara que la legislación original impedía el cumplimiento de la Primera Enmienda a la Constitución, es decir: impedía, en este caso, el ejercicio del derecho de libre expresión de las empresas alimentarias sin que el gobierno pueda impedirse por ley. Finalmente, a partir de 2003, la FDA implementó la Iniciativa de información sobre salud para una mejor nutrición del consumidor (*Consumer Health Information for Better Nutrition Initiative*), con la que buscaba “mejorar la disponibilidad pública y la comprensión del consumidor de la evidencia científica más actual sobre cómo las elecciones dietéticas pueden afectar la salud” (US FDA, 2003).

Como resultado de estos nuevos objetivos políticos específicos, además de la obligación de respetar aquellos derechos de los ciudadanos, la regulación estadounidense añadió otros tres tipos más de declaraciones de salud, en relación al tipo de sustanciación científica disponible para justificar la autorización. Bajo una nueva categoría de “declaraciones cualificadas de propiedades saludables” (*qualified health claims*), se ampliaron las posibles fuentes metodológicas para obtener evidencia científica para sustanciar las declaraciones. Aunque el criterio de “acuerdo científico significativo” previo, que únicamente reconocía la prueba basada en RCT con humanos, sigue considerándose el caso límite estándar de evidencia excelente, la FDA ha pasado a seguir un estándar distinto, al que ha denominado “peso de la evidencia” (*weight of evidence*) (US FDA, 2003). Ello quiere decir que, desde el punto de vista epistémico, se ha adoptado un cierto pluralismo evidencial que ha conducido a que el proceso evaluador se haya abierto a algunas voces críticas con la regulación original.<sup>7</sup>

Según no pocos especialistas en el ámbito de la bromatología, los RCT no son adecuados para generar datos significativos en nutrición. Se trata de una metodología muy difícil de aplicar técnicamente en tanto que los efectos de los alimentos a medio-largo plazo son poco pronunciados. Además, resulta difícil controlar la interacción entre los distintos componentes del alimento o de un alimento con el resto de alimentos que se consumen normalmente (Boobis *et al.*, 2013; Blumberg *et al.*, 2010; Heaney, 2008). Las características de los alimentos recomiendan el uso de metodologías epidemiológicas o, incluso, mecanísticas (Besalski *et al.*, 2011; Gregori y Gafare, 2012; Luján y Todt, 2020a). Acorde con esto, y aunque considerándola “evidencia creíble pero limitada” (US FDA, 2003), la regulación actual estadounidense entiende que otros tipos de estudios habituales del campo ofrecen datos suficientes para justificar los beneficios aducidos.

Que la regulación norteamericana de las declaraciones de salud sea actualmente más flexible que la europea puede entenderse, entonces, como un cambio de lo que Luján y Todt (2008b) llaman “políticas epistémicas”: decisiones sobre las metodologías requeridas o los niveles de evidencia exigidos que se toman en política reguladora para el logro de determinados objetivos políticos o sociales. Es decir, las políticas epistémicas son consecuencia de valores o factores no epistémicos. A este respecto ocurre que en la evaluación estadounidense se ha impuesto, desde 2003, el supuesto

---

7. Para un trato en detalle de la polémica, véase: Todt y Luján, 2017; Luján y Todt, 2020b.

no epistémico de que lo mejor, para el logro del objetivo político general de esta regulación, es maximizar las opciones de compra potencialmente saludables y su disponibilidad pública (US FDA, 2003). Mientras que, en cambio, la política epistémica europea aún responde al supuesto de que lo único deseable es que los alimentos de los que se dice que mejoran la salud lo hagan realmente para que los consumidores puedan confiar en que así será si deciden consumirlos (Turck *et al.*, 2017).

En resumen, la regulación de los Estados Unidos habría abandonado el modelo clásico para implementar una versión más “constructiva” y “pluralista” de evaluación de las declaraciones de propiedades saludables de los alimentos (**Tabla 2**). Siguiendo con el paralelismo con las tecnologías, nos referimos ahora al enfoque de evaluación propuesto a finales de la década de los 80 para el desarrollo —aunque también en la promoción y control— de las tecnologías (Rip y Belt, 1988; Schot, 1992). Según esta propuesta, las decisiones del proceso evaluador no habrían de basarse exclusivamente en consideraciones únicamente epistémicas, sino también en consideraciones sociales, políticas u otras científico-tecnológicas que puedan aparecer como relevantes durante los procesos de desarrollo de las tecnologías y de su evaluación. De ahí que, a este respecto, muchos especialistas hayan destacado la necesidad de incluir más actores en las toma de decisiones, además de a los expertos y participantes habituales en los modelos clásicos (Wynne, 1995; también Rip y Robinson, 2013).

**Tabla 2. Estilos de evaluación en la regulación de declaraciones de salud (elaboración propia)**

	<b>Modelo clásico</b>	<b>Modelo constructivo</b>
<i>Pericia(s) reconocida</i>	Agencia evaluadora gubernamental	Agencia evaluadora; otros expertos; no expertos
<i>Consideraciones no epistémicas</i>	Evitar la difusión de información científica engañosa	Evitar la difusión de información científica engañosa; Ampliar la disponibilidad de información científica relevante
<i>Criterio epistémico</i>	<i>Sine-qua-non</i> “más alto estándar”: relación causa-efecto	Pluralismo metodológico: “más alto estándar” y “peso de la evidencia”
<i>Opciones evaluadoras</i>	Rechazo/Aceptación de evidencia	Rechazo/Aceptación de evidencia de 1ª, 2ª, 3ª o 4ª nivel
<i>Opciones reguladoras resultantes</i>	No autorizar/Autorizar	No autorizar/Autorizar/ “Declaraciones cualificadas”

## 2. Comunicación de conocimiento experto y participación social en la regulación de las declaraciones de salud

Que la política epistémica seguida por la FDA sigue el estándar del “peso de la evidencia” quiere decir que hay más información científica, y de distintas fuentes a las consideradas como del más alto estándar, que merece la pena que sea socialmente comunicada porque la población será capaz de hacer un buen uso de ella. Si bien, para mantener la confianza del consumidor tanto en las autoridades competentes como en el conocimiento científico, tal comunicación ha de hacerse según nuevas restricciones impuestas por la normativa estadounidense (**Tabla 3**).

**Tabla 3. Normativa para el etiquetado con Declaraciones cualificadas según el nivel de evidencia disponible (US FDA, 2009)**

Tipo de evidencia	Lenguaje apropiado para la cualificación
<i>Segundo nivel</i>	“Aunque existe evidencia científica que respalda la afirmación, la evidencia no es concluyente.”
<i>Tercer nivel</i>	“Alguna evidencia científica sugiere que... Sin embargo, la FDA ha determinado que esta evidencia es limitada y no concluyente.”
<i>Cuarto nivel</i>	“Investigación científica muy preliminar y limitada sugiere que... la FDA concluye que hay poca evidencia científica que respalde esta afirmación.”

157

Tanto la normativa norteamericana como la europea constituyen, en general, acercamientos basados en el modelo clásico de comunicación del conocimiento científico (Bucchi, 2008). Es decir, hay un proceso unidireccional en el que el mensaje es información científica o los juicios expertos sobre dicha información se presentan como incuestionables. Dado el tipo de institución emisora, y la naturaleza de la práctica científica reguladora involucrada, los estudios que mejor nos pueden servir de ayuda en el análisis comparativo de sus posibles particularidades provienen de los análisis de la comunicación científica en los contextos de gestión del riesgo. López Cerezo (2018, p. 52) analiza los trabajos de Gutteling y Wiegman (1996) y Renn (2008) sobre el tema y nos ofrece los siguientes objetivos como los habituales de la comunicación social de riesgos científico-tecnológicos: educar a la ciudadanía, generar confianza en las instituciones, e inducir cambios actitudinales y comportamentales en la ciudadanía (es decir: inducir a la acción, incluso dependiendo del caso, en los contextos de toma de decisiones).

Aunque el presente caso de estudio es una instancia concreta de evaluación y regulación de beneficios, tanto la comunicación europea como la estadounidense buscarían, al menos, lograr los mismos objetivos señalados por López Cerezo. En general, quieren dar a conocer la información científica más fiable disponible sobre

los beneficios asociados a ciertos alimentos. Ambas regulaciones pretenden generar confianza en la ciudadanía a través de hacer también públicamente disponibles los aspectos procedimentales y decisorios de los expertos y de las autoridades reguladoras al respecto, así como parecen suponer que todo ello generará una actitud positiva, también, hacia las instituciones como fuente acreditadora de la veracidad del contenido de las declaraciones. Además, se espera que tales conocimientos conducirán a los consumidores a seguir una dieta más saludable con el consumo de este tipo de alimentación, lo que finalmente mejorará la salud pública.

Pero, a diferencia de en los Estados Unidos, la UE parece buscar la generación de esa confianza fortaleciendo la credibilidad institucional a través de basar sus decisiones exclusivamente en sus expertos, aceptando los criterios epistémicos más exigentes propuestos desde la ciencia académica. No es nuevo para la política europea buscar el restablecimiento de la confianza en las instituciones y sus sistemas expertos sin cuestionar el papel determinante de estos en las políticas públicas.<sup>8</sup> Mientras que, a diferencia de la regulación de la EU, la regulación actual de los Estados Unidos parece querer promover la confianza y fiabilidad en el sistema a través de ampliar no solo su transparencia, sino también el acceso social a sus mecanismos. Como hemos visto, la regulación norteamericana habilita la posibilidad de una mayor acción del consumidor en los procesos de decisión, al menos si entendemos estos de una manera amplia. Por un lado, puso en marcha un proceso interno a la propia evaluación de FDA por el cual se establece un periodo previo de consulta (*panel period*) abierto a los comentarios del público general y a los grupos de interés sobre las solicitudes presentadas. Por otro, se puede pensar que el cambio de supuesto del que parten sus instancias evaluadoras amplía las opciones del consumidor, como consecuencia de haber ampliado la propia información técnica socialmente disponible.

158

Aunque con respecto al primer tipo de participación social pueda resultar en algo más consultivo que vinculante, la existencia misma de este mecanismo en un contexto ausente de controversia social generalizada puede ser interpretada, siguiendo a Krimsky (1984), como un reconocimiento institucional de la importancia del posible carácter activo de la ciudadanía. No solo se estarían estableciendo medidas de participación para prevenir un comportamiento reactivo a la política propuesta. Parecería estar siguiéndose un entendimiento no meramente instrumental o solamente normativo de la participación de los no expertos en el proceso evaluador, sino más bien sustantivo (Fiorino, 1990). Es decir: no se estaría aceptando tal participación, o no solo, por el interés político de evitar un posible rechazo social o por cumplir con ciertos preceptos democráticos, sino para poder usar científicamente información directamente aportada por otros agentes sociales que pueda considerarse, ya sea

---

8. Sobre el diagnóstico de los especialistas acerca de la creciente pérdida de la confianza ciudadana durante las últimas décadas en las instituciones públicas y sus sistemas expertos (Jasanoff, 2005; López Cerezo, 2018). Véase, también, la explicitación de la necesidad de recobrar la confianza ciudadana en las administraciones públicas y su relación con la ciencia y la tecnología, ya a principios de este siglo, en Comisión de las Comunidades Europeas (2001, p. 38; también Comisión Europea, 2008). Además, y en concreto, en relación a nuestro caso de estudio, esa necesidad se habría visto enfatizada por las crisis sanitarias y alarmas sociales relacionadas con alimentos, aún recientes cuando surgió y fue concebido este tipo de evaluación de beneficios en Europa.

por destreza o experiencia, epistémica o políticamente relevante para la toma de decisiones.

Por lo tanto, estos cambios pueden responder a un reconocimiento, por parte de la administración pública estadounidense, del positivo potencial de la acción no experta en ambos aspectos, el más técnico, para evaluar correctamente, y el más social, para poder delegar parte de la responsabilidad de lograr una sociedad más saludable. Al menos así se puede interpretar desde el ámbito de los estudios CTS, perspectiva para la cual, según todo lo visto hasta ahora, el estilo regulatorio de los Estados Unidos parecería el más positivo por su política epistémica menos restrictiva, en este caso en particular, y, en general, por su política reguladora menos paternalista y más participativa que la europea (tal y como se concluiría en Renn, Webler y Wiedemann, 1995; Rip y Schot, 1995; o Rowe y Frewer, 2005). Además, lo sería también por contribuir en un mayor grado a la generación de una cultura científica que no solo es más amplia sobre qué alimentos pueden contribuir a mejorar la salud, sino que, a través de su amplitud de declaraciones, estaría indirectamente comunicando una imagen más realista y compleja tanto del conocimiento científico sobre los alimentos como del propio proceso evaluador. Esto último constituye, asimismo, una característica propicia para una apropiación social de cultura científica significativa según el enfoque CTS (Yager, 1996; Sanz Merino y López Cerezo, 2012). El modelo estadounidense muestra una imagen de la ciencia menos idealizada, ofrece un conocimiento científico que es útil al consumidor en su cotidianeidad e incluso le involucra en la toma de decisiones sobre lo que podría ser mejor para él.

159

### **3. Impacto en la percepción social y los hábitos de consumo de los alimentos con propiedades saludables**

No es extraño al consumo diferencial en general, y al alimentario como uno de sus casos destacados, el haberse convertido durante el siglo XX en una fuente más de instrucción técnica de la población (Todt y Luján, 1997). Pero saber más no genera necesariamente actitudes más positivas ni una mayor motivación para la acción ciudadana. Ello ya fue constatado por los estudios sobre comprensión y percepción social de la ciencia en línea con los estudios sociales de la ciencia críticos con el modelo de déficit cognitivo (véase Bauer *et al.*, 2007).<sup>9</sup> Ocurre que el caso que nos ocupa también daría muestra de ello. Es más, los datos disponibles sobre el impacto de las declaraciones de salud en las actitudes y hábitos de los consumidores ponen en duda que haya asimismo alguna correlación positiva entre un mejor conocimiento, según lo dicho más arriba, y la inducción, en este caso, al consumo saludable. En el marco de la regulación que se consideraría más cercana a los preceptos CTS, la actual estadounidense, no parece producirse una mayor apropiación social del conocimiento sobre las propiedades saludables de ciertos alimentos, sino más bien lo contrario.

---

9. Es decir: suponer que existe una correlación directa entre un mayor o menor conocimiento científico y más o menos bajos interés y confianza en la ciencia.

En general, el apoyo y la promoción de la elección informada por parte de los consumidores está significando, incluso en el caso europeo, que la información que se ha de incluir en el etiquetado requiera cada vez de más detalles y especificaciones (Ediger, 2016). Con todo, y aunque existen pocos estudios disponibles sobre comprensión del contenido de las declaraciones de salud presentes en el etiquetado (sobre el efecto beneficioso), algunas investigaciones realizadas en el marco europeo arrojan niveles de moderados a altos en la comprensión subjetiva. Es decir: la mayor parte de los consumidores dicen comprenderlas (Hieke y Grunert, 2018). A pesar de no haber aún suficientes estudios sobre la comprensión objetiva de las declaraciones, existe algún experimento sobre esta cuestión en relación con alternativas de etiquetado con información más accesible (eliminando tecnicismos). En tales casos, se ha comprobado que a los consumidores les resulta más fácil hacer inferencias de salud a partir de las declaraciones, pero también que pueden llegar a conclusiones sobre funcionalidades de los alimentos sin fundamento científico (Hieke y Grunert, 2018).

En el caso concreto de los Estados Unidos, las encuestas muestran que el consumidor medio tiene una dificultad añadida a la hora de entender tanto la diferencia entre los tipos de declaración de propiedades saludables (entre cualificadas y no cualificadas) como entre los niveles de evidencia, es decir: entre lo que significa una mayor o menor apoyo científico (Government Accountability Office, 2011; Berhaupt-Glickstein y Hallman, 2017). Respecto de las declaraciones cualificadas, se ha visto que, aunque los mensajes que acompañan a los niveles de evidencia se usan precisamente para clarificar los tipos de evidencia y qué implican, resulta que ciertas expresiones pueden conllevar efectos contrarios de los pretendidos (Kapsak *et al.*, 2008). Por ejemplo, adjetivos como “positivos” o “prometedores” acerca de resultados científicos pueden ser identificados negativamente como retóricas comerciales “engañosas”. Mientras, y al contrario, expresiones tales como “poco concluyentes” pueden ser interpretadas favorablemente por ser asociadas con la honestidad y modestia del productor. Se ha llegado a comprobar que el tipo de nivel evidencial aducido puede, incluso, provocar una percepción errónea sobre el producto en su conjunto; cuando están asociadas a los tercer y cuarto niveles de evidencia, algunos consumidores infieren que el producto es de menor calidad o menos seguro.

A pesar de que algunos de todos estos malentendidos o sesgos podrían positivamente ocasionar el incremento de las compras de estos productos, varios estudios han mostrado que hasta las declaraciones nutricionales tienen un mayor efecto en el consumo que las de propiedades saludables (Nocella y Kennedy, 2012). De hecho, acorde con la revisión de Hieke y Grunert (2018), ni siquiera es concluyente que haya una influencia del posible conocimiento nutricional previo en la percepción sobre productos con declaraciones. Distintos estudios arrojan resultados inconsistentes respecto del impacto de las declaraciones de salud en el consumo de estos alimentos “más saludables”, en tanto que algunos muestran que lo incrementa mientras que otros que no.

Lo que parece claro es que parecen ser muchos y muy variados los factores, tanto relacionados con el consumidor como con el producto, que interfieren en las decisiones de compra (desde la edad, situación económica o de salud, así como la ideología alimentaria o creencia en el efecto aducido, hasta la novedad del producto

en el mercado o su sabor) (Lähteenmäki, 2012; Hieke y Grunert, 2018). Sí se ha demostrado que la actitud previa hacia los alimentos funcionales en general tiene un efecto significativo sobre los productos con declaraciones, pero no más acusado que el que tienen la relevancia y la experiencia personales previas del consumidor. Como es de esperar, destaca entre todas las variables que determinan tanto la actitud positiva como la intención de compra que el efecto aducido tenga un interés especial para el potencial comprador, por ejemplo, por padecer éste la enfermedad que se dice paliar (Lähteenmäki, 2012).

A la luz de estos resultados, parece cierto que las respectivas administraciones habrían sobreestimado el valor de los alimentos funcionales en términos de su interés social para el logro de los objetivos perseguidos por esta política reguladora (Hieke y Grunert, 2018). También se constata que la tarea de comunicar socialmente información relevante y potencialmente valiosa al respecto a través de estas declaraciones de salud oficiales encuentra serias limitaciones, empezando por el hecho de que se tratan de mensajes con una extensión disponible de poco más de un tweet, y sobre todo cuando en la apropiación social de este tipo de información inciden tantas variables relacionadas con el producto, el consumidor y con sus contextos.

## **Conclusión**

De nuestro análisis comparativo se puede concluir que, efectivamente, hay sustanciales diferencias entre la regulación de los Estados Unidos y la UE en lo que respecta a sus respectivos modelos de evaluación y consecuentes maneras de comunicar el conocimiento científico involucrado. Además, estas diferencias reguladoras producen distintos resultados en relación a que se propicie o no una mayor libertad de elección para el consumidor, y una más amplia y profunda disponibilidad de información sobre propiedades alimentarias.

La regulación de las declaraciones de propiedades saludables en alimentos de la UE opera según lo que hemos identificado como el modelo clásico de evaluación de beneficios en el contexto de los alimentos. La participación directa de actores sociales, distintos a los expertos institucionales, está prácticamente ausente en todo el proceso evaluador, y las autoridades reguladoras mantienen una separación escrupulosa de sus competencias con respecto a las de su sistema experto. De ello y de su confianza en los supuestos que dirigen la práctica evaluadora resultan una política epistémica menos flexible, una comunicación social de conocimiento científico más limitada y una más restringida capacidad de elección para el consumidor.

La regulación estadounidense habría transitado desde una evaluación clásica a una más constructiva a causa de su reconocimiento de más valores tanto epistémicos como no epistémicos. Por un lado, reconoció la complejidad metodológica de las ciencias de la nutrición y que la sustanciación científica según otras metodologías típicas también puede constituir información relevante tanto para una evaluación positiva de las declaraciones como para ser comunicada a los consumidores. Asimismo, amplió los derechos civiles de informar libremente, por parte de los productores de alimentos, y de elección informada, por parte del consumidor. En la consecuente comunicación

de información técnica a través del etiquetado no solo nos encontramos, entonces, la declaración de salud, sino también una aclaración sobre el estándar de evidencia por el que el consumidor ha de juzgarla. Todo ello ha resultado en un proceso evaluador más participativo y una regulación menos paternalista que la europea, características estas que responderían a condiciones más adecuadas para una significativa apropiación social de conocimiento según ciertos preceptos defendidos desde la perspectiva CTS.

Sin embargo, según los estudios empíricos disponibles, la aparente falla generalizada en la generación de hábitos de consumo alimentario más beneficiosos para la salud de este ejemplo de comunicación de conocimiento científico no permite afirmar el acierto de las posturas CTS que poseen más consenso en el campo. Muy al contrario, hemos visto que el hincapié del modelo estadounidense en comunicar también la información metacientífica asociada (es decir: acerca de los propios estándares de evidencia detrás de la autorización) confunde aún más a un consumidor no especialmente convencido, en general, de consumir alimentos simplemente porque estén asociados a cualquiera de los tipos disponibles de declaración de salud.

## **Financiamiento**

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo financiero del Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Comisión Europea (FEDER)/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España - Agencia Estatal de Investigación (AEI)/ Proyecto de Investigación “Estándares de prueba y elecciones metodológicas en la fundamentación científica de las declaraciones de salud”, FFI2017-83543-P, y la ayuda Cas18/00126.

## **Bibliografía**

Asp, N. y Bryngelsson, S. (2008). Health Claims in Europe. *Journal of Nutrition*, 138, 1210S-1215S.

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

Berhaupt-Glickstein, A. y Hallman, W. K. (2017). Communicating scientific evidence in qualified health claims. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2811-2824.

Bilman, E. M., Van Kleef, E., Mela, D. J., Hulshof, T. y Van Trijp, H. C. M. (2012). Consumer understanding, interpretation and perceived levels of personal responsibility in relation to satiety-related claims. *Appetite*, 59, 912–920.

Boobis, A., Chiodini, A., Hoekstra, J., Lagiou, P., Przyrembel, H., Schlatter, J., Schütte, K., Verhagen, H. y Watzl, B. (2013). Critical appraisal of the assessment of benefits and risks for foods—BRAFO Consensus Working Group. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 659–675.

Buchi, M. (2008). Of deficits, deviations and dialogues: theories of public communication of science. En M. Bucchi y B. Trench (Eds.), *Handbook of public communication of science and technology (57-76)*. Nueva York: Routledge.

Comisión Europea (2011). Second Collective answer (to comments on EFSA's opinions and stakeholder concerns). Directorate-General for Health and Consumers (20 de mayo).

EFSA NDA (2011). General guidance for stakeholders on the evaluation of Article 13.1, 13.5 and 14 health claims. *EFSA Journal*, 9(4), 2135.

European Parliament and Council (2006). European Parliament and Council Regulation No. 1924/of the European Parliament and of the Council on Nutrition and Health Claims Made on Foods, OJ L 404 (30.12.2006), 12.

Gilsenan, M. (2011). Nutrition & health claims in the EU. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 536-542.

González García, M. I., López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

163

Government Accountability Office (2011). *Food Labelling. FDA Needs to Reassess Its Approach to protecting Consumers from False or Misleading Claims*. Recuperado de: <https://www.gao.gov/products/GAO-11-102>.

Gutteling, J. y Wiegman, O. (1996). *Exploring Risk communication*. Dordrecht: Springer.

Harris, J. L., Thompson, J. M., Schwartz, M. B. y Brownell, K. D. (2011). Nutrition-related claims on children's cereals: what do they mean to parents and do they influence willingness to buy? *Public Health Nutrition*, 1, 2207–2212.

Hieke, S. y Grunert, K. G. (2018). Consumers and health claims. En M. J. Sadler (Ed.), *Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised EU Health Claims*, 3 (19-32). Cambridge: Woodhead Publishing.

Jukola, S. (2019). On the evidentiary standards for nutrition advice. *Studies in History and Philosophy of Biol & Biomed Sci.*, 73, 1–9.

Kamiok, H., Tsutani, K., Origasa, H., Yoshizaki, T., Kitayuguchi, J., Shimada, M., Wada, Y. y Takano-Ohmuro, H. (2019). Quality of systematic reviews of the Foods

with Function Claims registered at the Consumer Affairs Agency web site in Japan: a prospective systematic review. *Nutrients*, 11(7), 1583.

Kapsak, W. R., Schmidt, D., Childs, N. M., Meunier, J. y White, C. (2008). Consumer perceptions of graded, graphic and text label presentations for qualified health claims. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 248–256.

Krimsky, Sh. (1984). *Beyond Technocracy: New Routes for Citizen Involvement in Social Risk Assessment*. En J. Petersen (Ed.), *Citizen Participation in Science Policy* (43-61). Amherst: University of Massachusetts Press.

Lähteenmäki, L. (2013). Claiming health in food products. *Food Quality and Preference*, 27, 196–201.

Lalor, F. y Wall, P. G. (2011). Health claims regulations. Comparison between USA, Japan and European Union. *British Food Journal* 113(2), 298-313.

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

Luján, J. L. y Todt, O. (2018a). The dilemmas of science for policy. *EMBO Reports*, 19(2), 194-196.

Luján, J. L. y Todt, O. (2018b). *Regulatory Science: between Technology and Society*. En B. Laspra y J. A. López Cerezo (Eds.), *Spanish Philosophy of Technology*, 24 (59-72). Cham: Springer.

Luján, J. L. y Todt, O. (2020a). Standards of evidence and causality in regulatory science: Risk and benefit assessment. *Studies in History and Philosophy of Science*, 80, 82-89.

Luján, J. L. y Todt, O. (2020b). Evidence, What Evidence. *Issues in Science and Technology*, 10 Junio de 2020. Recuperado de: [https://issues.org/problem-with-evidence-based-policy/?fbclid=IwAR07QJNFy1z5\\_ISGRo0\\_Oj9gkY9JeoturGFGS5UCaLEI88Dxshwc3hKEf0](https://issues.org/problem-with-evidence-based-policy/?fbclid=IwAR07QJNFy1z5_ISGRo0_Oj9gkY9JeoturGFGS5UCaLEI88Dxshwc3hKEf0).

Nocella, G. y Kennedy, O. (2012). Food health claims – What consumers understand. *Food Policy*, 37, 571-580.

Parker, B. (2003). Food for health. The Use of Nutrient Content, Health, and Structure/Function Claims in Food Advertisements. *Journal of Advertising*, 32, 47-55.

Renn, O., Webler, T. y Wiedemann, P (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation*. Dordrecht: Kluwer Academic.

Renn, O. (2008). *Risk Governance: Coping with uncertainty in a Complex World*. Londres: Earthscan.

Rip, A. y Belt, H. V. D. (1988). *Constructive Technology assessment: towards a Theory*. Amsterdam: Twente University.

Rip, A. y Robinson, D. K. R. (2013). *Constructive Technology Assessment and the Methodology of Insertion*. En N. Doorn, D. Schuurbijs, I. Van de Poel y M. Gorman (Eds), *Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory*. Philosophy of Engineering and Technology, 16. Dordrecht: Springer.

Rip, A., Misa, T. y Schot, J. (1995). *Managing Technology in Society*. Nueva York: Pinter.

Rowe, G. y Frewer, L. (2005). *A Typology of Public Engagement Mechanisms*. Science, Technology and Human Values, 30(2), 251-290.

Sanz Merino, N. y López Cerezo, J. A. (2012). *Cultura científica para la educación del s. XXI*. Revista Iberoamericana de Educación, 58, 35-59.

Schot, J. W. (1992). *Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics: The Case of Clean Technologies*. Science, Technology and Human Values, 17(1), 36-56.

Tijhuis, M. J., Pohjola, M., Gunnlaugsdóttir, H., Kalogeras, N. *et al.* (2012). *Looking beyond borders: Integrating best practices in benefit-risk analysis into the field of Food and Nutrition*. Food and Chemical Toxicology, 50, 77-93.

165

Todt, O. y Luján, J. L. (2017). *Health Claims and Methodological Controversy in Nutrition Science*. Risk Analysis, 37(5), 958-968.

Todt, O. y Luján, J. L. (1997). *Labelling of Novel Food, and Public Debate*. Science and Public Policy, 24(5), 319-326.

Turck, D. *et al.* (2017). *Scientific and technical guidance for the preparation and presentation of an application for authorization of a Health Claim (2° revision)*. EFSA Journal, 15(1), 4680.

US DC Circuit (1999). *Durk Pearson and Sandy Shaw, American Preventive Medical Association and Citizens for Health, Appellants, vs. Donna E. Shalala, Secretary, United States Department of Health and Human Services, et al., Appellees*. No. 98-5043, 98-5084. Decided: January 15. Recuperado de: <https://law.justia.com/cases/federal/appellate-courts/F3/172/72/599421/>.

US FDA (1990). *Nutrition Labelling and Education Act*. Public Law 101-553, 104 Stat. 2353 codified at 21 USC 343 (1993). Recuperado de: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg2353.pdf>.

US FDA (1997). *FDA Modernization Act*. U.S. Public Law 105-115, 111 stat. 2296 codified at 21 USC. 301 (21 nov., 1997). Recuperado de: [www.cfsan.fda.gov/dms/labfdama.html](http://www.cfsan.fda.gov/dms/labfdama.html).

US FDA (2003). Consumer health information for better nutrition initiative: Task Force Final Report. Recuperado de: <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/consumer-health-information-better-nutrition-initiative-task-force-final-report>.

US FDA (2009). Guidance for Industry: Evidence-Based Review System for the Scientific Evaluation of Health Claims. Recuperado de: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-evidence-based-review-system-scientific-evaluation-health-claims>.

Wynne, B. (1995). Technology Assessment and Reflexive Social Learning: Observations from the Risk Field, in *Managing Technology*. En A. Rip, T. J. Misa y J. W. Schot (Eds.), *Society. The Approach of Constructive Technology Assessment* (19-36). Londres: Pinter Publishers.

Yager, R. E. (1996). *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*. Albany: State University of New York Press.

### **Cómo citar este artículo**

Sanz Merino, N. (2021). Modelos de evaluación de las declaraciones sobre propiedades saludables en alimentos y su impacto en las comprensión y apropiación públicas de la ciencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(46), 149-166.

**Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo:  
aplicación del Análisis Causal Estratificado \***

**Análise participativa do problema de resíduos em Montevideú:  
aplicação da Análise Causal Estratificada**

***Participatory Analysis of the Waste Problem in Montevideo:  
Application of a Causal Layered Analysis***

**Marila Lázaro, Patricia Iribarne, Paula Adalyiza,  
Dominique Rumeau y Camila López-Echagüe \*\***

El presente trabajo describe el proceso de aplicación de una metodología de análisis de problemas complejos, el Análisis Causal Estratificado, para el abordaje participativo de las problemáticas generadas por los residuos sólidos urbanos en Montevideo (Uruguay). Esta metodología consiste en la aplicación de un análisis vertical de cuatro capas causales, orientado a enriquecer la comprensión de la naturaleza de un problema (contemplando sus manifestaciones, sus causas sistémicas y también las visiones del mundo que lo hacen emerger o lo sostienen), y un análisis horizontal de cada capa para explorar posibles cursos de acción (y actores involucrados) para resolver el problema a corto, mediano y largo plazo. El abordaje de este problema a partir de una serie de instancias de participación en las que se involucraron diversos actores, académicos y no académicos, se realizó en el contexto de la articulación entre la extensión, la enseñanza y la investigación que viene llevando a cabo la Universidad de la República (UdelaR) para facilitar la solución de problemas concretos de la sociedad. El análisis de este abordaje permite reflexionar acerca de las potencialidades de la metodología como instrumento de deliberación y aprendizaje, en el marco de espacios de participación y transformación colectiva.

167

**Palabras clave:** metodologías participativas; aprendizaje colectivo; problemas ambientales

---

\* Recepción del artículo: 17/02/2020. Entrega de la evaluación final: 12/08/2020.

\*\* *Marila Lázaro*: profesora adjunta de la Unidad de Ciencia y Desarrollo, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UdelaR), Uruguay. Correo electrónico: marila@fcien.edu.uy. *Patricia Iribarne*: asistente de la Unidad de Extensión, Facultad de Ciencias, UdelaR. Correo electrónico: iribarne@fcien.edu.uy. *Paula Adalyiza*: pasante de la Unidad de Ciencia y Desarrollo, Facultad de Ciencias, UdelaR. Correo electrónico: adalyiza@fcien.edu.uy. *Dominique Rumeau*: asistente del Departamento de Ciencia Política, Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR. Correo electrónico: dominique.rumeau@cienciasociales.edu.uy. *Camila López-Echagüe*: ayudante de la Unidad de Ciencia y Desarrollo, Facultad de Ciencias, UdelaR. Correo electrónico: camilalopez@fcien.edu.uy.

Este artigo descreve o processo de aplicação de uma metodologia de análise de problemas complexos, a Análise Causal Estratificada, para a abordagem participativa das problemáticas geradas pelos resíduos sólidos urbanos em Montevideo (Uruguai). Esse método consiste na aplicação de uma análise vertical de quatro camadas causais, orientada a enriquecer a compreensão da natureza de um problema (contemplando suas manifestações, suas causas sistêmicas e as visões do mundo que o fazem emergir ou o sustentam) e de uma análise horizontal de cada uma das camadas para explorar possíveis cursos de ação (e atores implicados) para resolver o problema em curto, médio e longo prazo. A abordagem desse problema a partir de uma série de instâncias de participação nas quais se envolveram diversos atores, acadêmicos e não acadêmicos, foi realizada no contexto de articulação entre extensão, ensino, e pesquisa que vem sendo realizada pela Universidade da República (UdelaR) com vistas a facilitar a abordagem de problemas específicos da sociedade. A análise da sua abordagem nos permite refletir sobre as potencialidades da metodologia como instrumento de deliberação e aprendizagem, no âmbito de espaços de participação e transformação coletiva.

**Palavras-chave:** metodologias participativas; aprendizagem coletiva; problemas ambientais

*This article aims to describe the implementation process of a specific analysis methodology, the Causal Layered Analysis, as a participatory tool to approach the problem of solid urban waste in Montevideo, Uruguay. This methodology applies a vertical analysis of four causal layers aimed at enriching the understanding of the nature of a problem (contemplating its manifestations and systemic causes, as well as the perspectives of the world from which it emerges or is sustained by), and a horizontal analysis of each layer to explore possible courses of action (and involved parties) in order to solve the problem in the short, medium, and long term. At approaching the solid waste problem in Montevideo, the analysis involved a series of participatory events in which diverse parties, both academic and non-academic, were involved. These events were held within a context of articulation between extension, teaching and research units of the Universidad de la República (UdelaR, due to its initials in Spanish). The analysis allows us to reflect on the potential of this methodology as a tool for deliberation and learning in spaces of collective participation and transformation.*

**Keywords:** participatory methodologies; collective learning; environmental problems

## Introducción

Desde mediados del siglo XX la problemática de los residuos ha crecido de forma exponencial hasta constituirse en una de las mayores preocupaciones ambientales actuales (Solíz, 2016). En general, los residuos se producen a partir de materia que es separada de los lugares originales de donde fue extraída, dificultando su reciclado natural y causando grandes volúmenes de residuos que no pueden ser reintegrados a los ciclos naturales. En la actualidad, además, parte de los residuos que se generan provienen de productos sintéticos, más resistentes a la degradación y potencialmente contaminantes (plásticos, baterías, lámparas, artículos electrónicos, entre otros). De todas formas, la propia categoría “Residuo” es polisémica, tanto desde el punto de vista de su representación por parte de los diferentes actores, como desde las distintas perspectivas disciplinares, institucionales y visiones del mundo desde donde se enmarca el problema.

La definición y resolución de los problemas ambientales, como el tema de los residuos, se caracterizan por su complejidad, por la interrelación entre aspectos locales y globales, la multiplicidad de actores potencialmente afectados (y, por tanto, la diversidad de intereses, percepciones, conocimientos, valores y creencias) y por la necesidad de manejar incertidumbres y riesgos (Armitage *et al.*, 2007). Basarse en problemas concretos, y contar con la visión de distintas disciplinas en diálogo, se vuelve, en muchos casos, un abordaje imprescindible. El desafío es establecer un diálogo de saberes y experiencias que pueda conducir a acuerdos de trabajo, análisis y soluciones. En este escenario converge el concepto de transdisciplina, que propone un abordaje para la formulación de problemas (y de propuestas para comprenderlos y resolverlos) basado en la interacción de especialistas de diversas disciplinas y de actores que, aun sin provenir de disciplinas académicas, poseen experiencia y conocimiento relevante en relación con el problema (Lang *et al.*, 2012; Olivé *et al.*, 2018). Se han propuesto, en este sentido, escenarios de coliderazgo de proyectos (y responsabilidad conjunta) entre las universidades y los actores no pertenecientes al mundo académico (Bunders *et al.*, 2015).

La demanda creciente de participación pública en la definición de políticas se fundamenta, además de los siempre presentes argumentos pragmáticos o instrumentales (como salvar el problema de la falta de confianza entre el público y los gobiernos), con argumentos normativos, como la necesidad de democratizar los procesos de toma de decisión en temas que nos involucran y afectan a todos (considerando que los distintos valores y enfoques sobre un tema deben ser escuchados en el debate político) (Fiorino, 1990). También se puede argumentar que la amplia participación en los procesos de toma de decisión puede generar una decisión más adecuada al tener en cuenta factores y consideraciones que posiblemente solo salen a la luz cuando se da apertura a los procesos de comprensión y actuación sobre un problema o controversia. En escenarios de alta incertidumbre y riesgo se puede justificar el hecho de dar importancia a la calidad del proceso de toma de decisiones, ya que difícilmente podamos manejar una solución ideal ni sostener que esa solución ideal sea única (Funtowicz y Ravetz, 2000). Un proceso de toma de decisiones de calidad implica que sean escuchadas todas las voces y que se tomen en cuenta todas las razones que sostienen las controversias: técnicas, políticas, sociales, ambientales, éticas.

Los abordajes metodológicos que intentan contemplar el diálogo entre disciplinas y distintos tipos de saberes convergen con las propuestas más actuales del extensionismo universitario latinoamericano. A lo largo del último siglo se ha convenido en llamar modelo latinoamericano de universidad al originado conceptualmente por el Movimiento de la Reforma Universitaria de las primeras décadas del siglo XX, que en términos generales reivindicaba la modernización y democratización de la universidad para convertirla en una herramienta de progreso social, democratización y modernización del conjunto de la sociedad (Brunner, 1990). Desde el punto de vista académico se destacaba el énfasis en una tercera función (además de las tradicionales enseñanza e investigación), la extensión o misión social de las universidades. Si bien se han desarrollado actividades muy diversas y diferentes conceptualizaciones de esta función, en términos generales está orientada a la difusión cultural y científica, y a poner la capacidad de enseñanza y el conocimiento de la universidad al servicio de las poblaciones más desfavorecidas (Tünermann, 1998; Tommasino y Cano, 2016).

La Universidad de la República (UdelaR)<sup>1</sup> ha iniciado en la última década un proceso de transformación orientado y definido a partir de varios ejes, entre los que podemos destacar la revitalización del ideal latinoamericano de universidad comprometida con la sociedad, abierta, gratuita, cogobernada, democrática en lo interno y orientada a colaborar con la democratización de la sociedad (proceso llamado Segunda Reforma por las autoridades universitarias que lo propusieron). Una de las transformaciones universitarias de estos últimos períodos se relaciona con la promoción de la extensión y el estímulo de la integración de las tres funciones universitarias en diálogo con sectores sociales como parte del acto educativo (Tommasino y Cano, 2016). Se plantea que las tres funciones deben realizarse en estrecha relación, siendo su propósito último involucrar a los estudiantes y egresados y a las universidades en sí mismas en la transformación de sociedades desiguales (Arocena y Sutz, 2001). Para ello se crearon y consolidaron unidades de extensión en los diferentes servicios universitarios (facultades, escuelas, institutos), en el entendido de que la extensión puede ser uno de los ejes para redimensionar los procesos de investigación y enseñanza a partir de problemas concretos de la sociedad. En este marco se impulsaron algunas estrategias pedagógicas como los Espacios de Formación Integral (EFI). Se trata de prácticas curriculares flexibles para la formación de grado, conformadas a partir de la articulación de las funciones universitarias. Permiten experiencias educativas en diálogo con otros sectores de la sociedad e intentan favorecer la iniciación al trabajo grupal e interdisciplinario (Red de Extensión, 2019).

La tradición extensionista de las universidades latinoamericanas, como herramienta potencial de transformaciones sociales, confluye en algunos aspectos con los planteos del área de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) (Lázaro y Davyt, 2010). Por un lado, el enfoque CTS resulta fundamental para la perspectiva de la integración de las tres funciones universitarias; puede potenciar e integrar la reflexión sobre el contexto

---

1. La UdelaR es la principal institución de educación superior y de investigación en Uruguay. Es una institución pública, autónoma y cogobernada por sus docentes, estudiantes y egresados. Más información en: <http://www.universidad.edu.uy/>.

social de producción y aplicación del conocimiento y, en ese sentido, colaborar en la actualización conceptual de la extensión universitaria. Por el otro, el énfasis en la extensión como parte de la formación integral de los universitarios (y de otros actores vinculados con las diferentes temáticas tratadas), puede potenciar o renovar el compromiso de transformación social de los estudios CTS tempranos en el continente (como el trabajo con las comunidades y la resolución de problemas situados).

En 1991 se creó la Unidad de Ciencia y Desarrollo en la Facultad de Ciencias de la UdelaR. La Unidad se encarga desde 1994 de brindar cursos vinculados al área CTS para estudiantes de todas sus carreras (Davyt y Lázaro, 2009). Por su parte, la Unidad de Extensión de la Facultad de Ciencias fue creada en 2008, siendo la revalorización y el fortalecimiento de los procesos de extensión uno de sus principales ejes de acción (Iribarne *et al.*, 2019). El vínculo entre la Unidad de Extensión de la Facultad de Ciencias y la Unidad de Ciencia y Desarrollo ha potenciado el diseño y desarrollo de EFI que relacionan los contenidos teórico-prácticos del área CTS con las prácticas integrales que buscan un mayor diálogo entre las funciones universitarias.

## **1. Abordaje participativo de problemas ambientales en Malvín Norte**

Malvín Norte es un territorio ubicado en la zona sureste de Montevideo, donde viven más de 27 mil personas (INE, 2011). La población es muy heterogénea, distribuida de forma irregular y con procedencias e historias de vida muy variadas. Se registran diferencias en los usos del suelo y en la tipología residencial; algunas casas son de clase media mientras que otras se construyen de forma precaria o compartiendo predios. Se destacan grandes espacios baldíos, asentamientos precarios y zonas con complejos habitacionales y cooperativas consolidadas (Fraiman y Rossal, 2009; Álvarez, 2014; Alvarado y D'Angelo, 2014). En los asentamientos irregulares la mayoría de los habitantes son jóvenes, uno de los grupos etarios más excluidos del territorio (Fraiman y Rossal, 2009).

Desde 1999, la Facultad de Ciencias de la UdelaR se encuentra ubicada geográficamente en este territorio. En 2016, los educadores sociales del Centro 6<sup>2</sup> solicitaron a la Unidad de Extensión abordar la temática salud, contaminación y residuos, problemática muy acuciante en el territorio. Este tema tiene diversas implicancias sociales, culturales y sanitarias, y está estrechamente vinculado con la historia ambiental de esta zona, con las fuentes de trabajo de muchos de sus habitantes, y con la fragilidad y vulnerabilidad en la que viven miles de personas. Los residuos tienen un lugar protagónico en el barrio, ya que existen familias enteras que

171

---

2. Centro de la Dirección Sectorial de Educación de Jóvenes y Adultos, Administración Nacional de Educación Pública, Uruguay (DSEJA, ANEP-CODICEN). La DSEJA tiene como objetivo proporcionar oportunidades educativas de calidad para personas mayores a 14 años que se encuentran en condiciones de rezago educativo. Se espera que estas personas tengan la oportunidad de desarrollar competencias para el ejercicio pleno de la ciudadanía, y accedan a la cultura y a las diferentes formas de conocimiento, en el marco de la educación para todos a lo largo de toda la vida.

desde hace varias generaciones basan su fuente de ingresos en la clasificación y comercialización de residuos (Méndez *et al.*, 2016).

El sistema formal de gestión de residuos urbanos de Montevideo está vinculado al sector informal de clasificación (O'Hare, 2019). La actividad vinculada a la clasificación aparece en Montevideo a mediados del siglo XX, como una respuesta al modelo industrializador que propició el aumento de la producción y el uso de materiales descartables reciclables. La forma histórica de organización del trabajo de los clasificadores ha sido en la modalidad individual/familiar, regulada por las políticas municipales de gestión de residuos y por diferentes formas de accesibilidad o de restricciones de éstos a los materiales (Fry, 2015). A pesar de que el sector genera importantes márgenes de rentabilidad, como señalan varios autores (Elizalde *et al.*, 2012; Fry y Sanguinetti, 2012; Fry, 2015), existe una gran brecha de desigualdad entre los diferentes actores de la cadena, siendo los clasificadores quienes trabajan en condiciones de extrema precariedad, vulnerabilidad, riesgo sanitario y exclusión social. En el caso de Malvín Norte, las primeras familias dedicadas a la clasificación y comercialización de residuos se asentaron, precariamente, en torno al sitio de disposición final de residuos utilizado en la época hacia fines de los años 60.

En Uruguay se consideran residuos sólidos urbanos (RSU) aquellos que tienen origen domiciliario, tanto de pequeños generadores (oficinas, comercios, pequeña industria) como de grandes generadores (edificios públicos, centros comerciales, vías públicas, áreas recreativas, entre otros) (DINAMA, 2014). Según el Informe Nacional del Estado del Ambiente en Uruguay (DINAMA, 2014), los RSU son uno de los principales problemas ambientales urbanos de Uruguay. Encuestas realizadas para el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente señalan que la gestión de los residuos es el tema de mayor preocupación para la ciudadanía. Aproximadamente el 95% de la población uruguaya vive en zonas urbanas y la región litoral sur concentra alrededor del 68%. Montevideo es la ciudad con mayor número de habitantes (40%) (INE, 2011) y ha sufrido un proceso creciente de deterioro por la presión urbana y productiva (Gardi *et al.*, 2014). En Montevideo se estima que los clasificadores del sector informal recolectan 40% de los RSU, de los cuales el 57% es reutilizado o reciclado, el 30% termina en el vertedero y no se conoce el destino del 13% restante (DINAMA, 2014). Por su parte, y como forma de tratamiento final, los residuos colectados por el sistema de gestión departamental son llevados al relleno sanitario Felipe Cardoso (zona noreste de Montevideo, límite entre la zona urbana y rural) que permite el aislamiento de residuos sólidos en capas cubiertas con materia inerte (tierra, arcilla).<sup>3</sup> Este Sitio de Disposición Final (SDF) está diseñado con sistemas de drenajes de líquidos y gases, lo cual permite su recuperación y tratamiento (CEMPRE, 2019).

---

3. Actualmente, según el personal del sitio de disposición final de Montevideo, ingresan por día entre 600 y 700 camiones, registrándose días en que se reciben más de 3200 toneladas. Si consideramos que una fracción de los residuos que son generados no llegan al sitio de disposición final y que Montevideo cuenta con una población de aproximadamente 1.300.000 habitantes según datos del último censo (INE, 2011), es de destacar que se podrían estar generando más de 2,5 kg de residuos diarios por persona.

En este contexto se desarrolló durante 2018 el proyecto “Abordaje participativo de problemas ambientales en Malvín Norte”.<sup>4</sup> Uno de los aspectos que se consideró necesario fue fortalecer el vínculo entre la población de Malvín Norte y las diferentes instituciones educativas presentes en el territorio, para favorecer el desarrollo de acciones colectivas, así como el trabajo integrado de los diferentes actores que hacen a esta comunidad. El proyecto tuvo como meta principal contribuir a la búsqueda de soluciones y compromisos para proyectar medidas a corto, mediano y largo plazo en torno a la problemática de los residuos sólidos, así como planes de educación ambiental relacionados. El eje de la propuesta giró en torno a la aplicación del Análisis Causal Estratificado desarrollado por Sohail Inayatullah (2004, 2009), académico proveniente del área de estudios de futuros.

## **2. Estrategia metodológica general**

### **2.1. Análisis Causal Estratificado como teoría y método de abordaje a problemas complejos**

El Análisis Causal Estratificado o Análisis Causal en Capas (CLA, por sus siglas en inglés) se basa en la siguiente premisa: la forma en la que enmarcamos los problemas define las soluciones posibles y los actores responsables para su transformación (Inayatullah, 2004). El método propone básicamente conducir un análisis vertical de cuatro capas causales para la comprensión de un problema, y un análisis horizontal de cada capa en búsqueda de posibles soluciones y de actores que podrían o deberían involucrarse en ellas.

173

El nivel de letanía puede considerarse el nivel más superficial en el que se registran y comentan los problemas (los problemas manifestados en el territorio o en el ámbito laboral, educativo, familiar, público). Se trata del nivel más visible o perceptible de los problemas y se consideran en él las manifestaciones cotidianas, políticas o mediáticas del problema. Es el nivel que generalmente manejan los medios de comunicación (típicamente los titulares de prensa), y refleja las percepciones públicas que suelen generarse tras la experiencia directa con el problema, o mediante la información que transmiten los medios. La búsqueda de soluciones, en este nivel, se traduce generalmente en soluciones a corto plazo.

El segundo nivel, denominado “Causas sistémicas” (se dio en llamar “Visión científico-técnica” en este proceso), se expresa en análisis técnico-académicos y proporciona explicaciones causales que se traducen, generalmente, en soluciones a corto y mediano plazo. Se reflejan en este nivel las dimensiones económicas, socioculturales, políticas, históricas y ambientales del problema.

---

4. Fue desarrollado por un equipo interdisciplinario integrado por docentes e investigadores de las Facultades de Ciencias, Ciencias Sociales y Química (UdelaR), así como por educadores sociales del Centro 6 de Educación para Jóvenes y Adultos (ANEP-CODICEN). El proyecto contó con la financiación de la Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio de la UdelaR y se desarrolló en el marco del Semillero Ecosalud en Uruguay, financiado por el Espacio Interdisciplinario de la UdelaR.

El tercer nivel, denominado “Visión del mundo”, trata de las raíces culturales e ideologías que pueden estar vinculadas con los problemas, e incluso ser las que los provocan. Este tercer nivel, más profundo, intenta analizar y reflejar las distintas visiones, narrativas y valores que se vinculan con el tema, así como los modelos que se utilizan para comprenderlo o actuar al respecto. Está interesado en las asunciones a partir de las cuales se manifiestan los problemas, el discurso y la cosmovisión que las legitima y les da soporte. En este nivel, el análisis y la búsqueda de soluciones se traducen en soluciones a mediano y largo plazo, ya que implican la reflexión sobre (y el cambio cultural hacia) visiones alternativas del mundo. A partir de este nivel se evidencia la necesidad de incorporar a los implicados y afectados por la problemática; y con ellos, diferentes valores, ideologías, formas de conocimiento y narrativas.

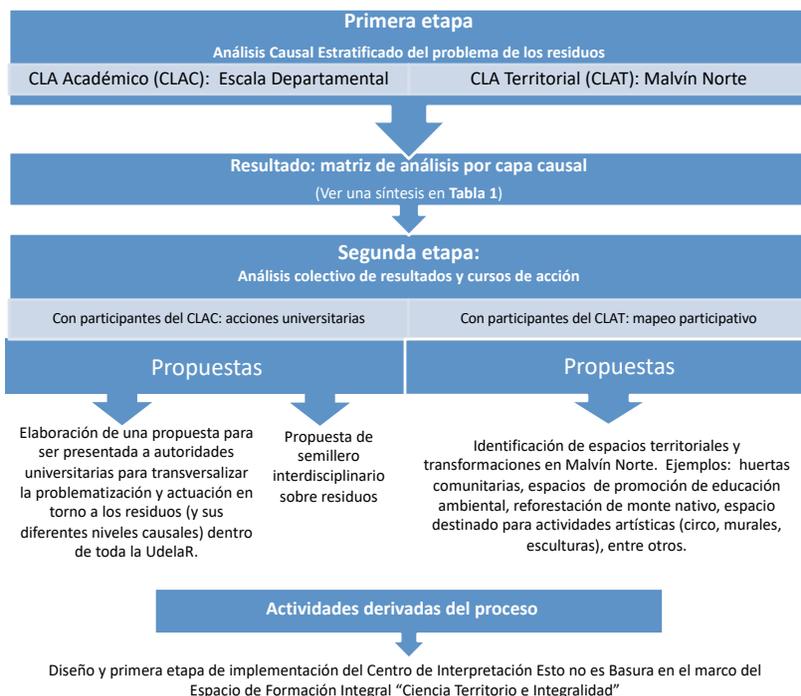
Finalmente, el cuarto nivel, llamado “Mito o metáfora”, trata de las causas emocionales o arquetípicas que sostienen la visión del mundo vinculada al problema. Son los relatos profundos, los símbolos colectivos, las paradojas o las dimensiones inconscientes del problema y se expresan en dichos, proverbios, frases hechas o metáforas. En este nivel, el análisis de soluciones se traduce en la búsqueda de símbolos alternativos que conduzcan, y se vinculen con, visiones del mundo alternativas. A partir del análisis de la visión del mundo y de los mitos pueden surgir visiones y mitos alternativos con los que reconstruir el tratamiento del problema y considerar diferentes escenarios de transformación del futuro a largo plazo.

El Análisis Causal Estratificado, como teoría, busca integrar distintos modos de conocimiento: empírico, interpretativo, crítico y aprendizaje en acción. Su utilidad, como método, radica en crear espacios de transformación para la contemplación y diseño de futuros alternativos. En ese sentido también se ha destacado como forma de desarrollar políticas más inclusivas, profundas, y a largo plazo (Inayatullah, 2004, 2012). Esta metodología puede aplicarse tanto en estudios académicos individuales como en procesos participativos, por lo que puede fomentar y colaborar con estrategias inter y transdisciplinarias de análisis de problemas y planificación de soluciones. La meta principal de su aplicación de manera participativa es explorar distintas formas de analizar, pensar y enmarcar un problema, expandiendo la cantidad y riqueza de escenarios posibles, incorporando variados puntos de vista y formas de conocimiento, integrando a la población en la definición del futuro (Inayatullah, 2004).

## **2.2. Implementación del CLA y vinculación con procesos de enseñanza**

Aplicando esta metodología, se propuso analizar los diferentes niveles causales de la problemática de los residuos en Malvín Norte en particular y en Montevideo en general. La propuesta implicó la realización de talleres multiactorales para el análisis colectivo de la problemática y el involucramiento de estudiantes de grado y posgrado en las distintas etapas del proyecto. Se desarrolló en dos etapas diferenciadas que se desarrollarán a continuación (**Figura 1**).

**Figura 1. Diagrama de las etapas del proceso de aplicación del Análisis Causal Estratificado, sus resultados y actividades derivadas**



Asociado a cada etapa, a continuación, se plantean tanto la estrategia metodológica como los resultados obtenidos así como los procesos de formación asociados.

### 3. Primera etapa: desarrollo de los Talleres CLA para el análisis diagnóstico colectivo

#### 3.1. Estrategia metodológica

La primera etapa se desarrolló durante 2018 e implicó la realización de dos instancias participativas de aplicación de la metodología CLA. La primera instancia, CLA Académico (CLAC), hizo foco en la visión y análisis del sector académico vinculado de alguna manera, directa o indirecta, con la temática general de los residuos. Participaron 34 técnicos y académicos de diversas áreas de conocimiento. Algunos de ellos fueron convocados teniendo como criterio su relación con la temática (desde enfoques sanitarios, ambientales, sociales y humanísticos, entre otros). Otros fueron invitados en base a sus formaciones disciplinares y áreas de actuación que pudieran vincularse con los niveles analíticos de las diferentes capas causales del CLA (las capas más filosóficas y simbólicas, por ejemplo).

Se trabajó en mesas de seis participantes en cuatro etapas (correspondientes a los cuatro niveles causales que plantea la metodología), y posteriormente se cerró la jornada con una plenaria. Cada mesa de trabajo contó con un facilitador para animar a la participación de todos, promover la comprensión mutua (lo que implica aceptar la legitimidad del enfoque de los otros), abrir las puertas a las ideas innovadoras y de interés para todas las partes, promover la llegada a soluciones inclusivas y cultivar la responsabilidad compartida y minimizar las posibles asimetrías de poder (Lázaro *et al.*, 2018). La facilitación fue fundamental, además, para estimular los acuerdos entre todos los participantes sobre normas de respeto, escucha cuidadosa y sin interrupciones, manejo del tiempo, foco en el tema y desarrollo de estrategias para que el grupo pudiera garantizar el cumplimiento de sus propias normas.

La segunda instancia, CLA Territorial (CLAT), hizo foco en el territorio y se desarrolló con actores territoriales implicados de una u otra manera en la problemática en Malvín Norte. Participaron 30 invitados provenientes de organizaciones barriales y organizaciones sociales con presencia en el territorio, cooperativas de clasificación y clasificadores, integrantes de espacios interinstitucionales territoriales vinculados con los temas de educación y convivencia. También se convocó a actores vinculados con las estrategias de educación ambiental de la Intendencia de Montevideo. Para la convocatoria se realizó previamente un mapeo de actores vinculados a la problemática desde distintos sectores (Guedes *et al.*, 2006), lo que permitió la visualización de la trama actual de relaciones sociales de la zona. Complementariamente, se utilizó la técnica “bola de nieve” —muestreo no probabilístico— (Atkinson y Flint, 2001; Alloatti, 2014), con la finalidad de evitar la no inclusión de lo que se conoce como población “escondida” y “difícil de alcanzar”, debido, generalmente, a su posición económica, ubicación geográfica, o a aquellos que, si bien forman parte de la población afectada por el problema, se encuentran relegados de los espacios institucionalizados de toma de poder.

176

Durante esta etapa del proyecto se implementaron dos proyectos de tesis, uno de grado de la licenciatura en ciencias biológicas de la Facultad de Ciencias (Udelar) y otro de la maestría en ciencias ambientales de la misma facultad. Las dos estudiantes participaron en el equipo de investigación y cumplieron el rol de facilitadoras de las mesas en ambos CLA.

### 3.2. Resultados de la primera etapa

A partir del registro de lo expuesto en el CLAC y CLAT se construyó una matriz de análisis por capas, en la que se sintetizaron los aportes de ambos talleres. Se agruparon aquellos comentarios similares generando diferentes categorías y dimensiones de análisis. En la **Tabla 1** se presenta una síntesis de los principales elementos diagnósticos surgidos en ambos talleres.

**Tabla 1. Principales aspectos señalados en el diagnóstico multicausal por capas que hicieron los participantes de ambos Talleres CLA<sup>5</sup>**

NIVELES CAUSALES	Problemas
<b>Letanía</b>	<p><b>Ciudad sucia</b> Especialmente por plásticos en general y residuos voluminosos en Malvín Norte: autos quemados, chatarra, podas, muebles, electrodomésticos.</p> <p><b>Aguas y suelos contaminados</b> Problemas de salud en Malvín Norte: parasitosis intestinal, plumbemia.</p> <p><b>Existencia de basurales</b></p> <p><b>Contenedores desbordados</b></p> <p><b>Mala gestión</b></p> <p><b>Comportamiento inadecuado de las personas</b> “Falta de educación”; “desecho de cosas reciclables”; “los clasificadores dejan la basura fuera del contenedor”; “se arroja basura en los espacios públicos”.</p>
<b>Causas sistémicas o nivel científico-técnico</b>	<p><b>Aspectos socioculturales y económicos</b> Ej: estigmatización e invisibilización del trabajo de los clasificadores; problemas en el mercado laboral (incluyendo involucramiento de toda la familia en la recolección y clasificación); falta de valoración de los materiales que se descartan; falta de pertenencia al barrio, a la comunidad (en el caso específico de Malvín Norte); “generamos como sociedad grandes cantidades de basura”</p> <p><b>Abordaje de las políticas</b> Ej: políticas públicas insuficientes, discontinuas, contradictorias e inefectivas; desconexión entre sistema de ciencia, tecnología e innovación y formulación de políticas; falta de coordinación entre organismos públicos</p> <p><b>Aspectos de la gestión</b> Ej: invisibilización del problema de la basura industrial; soluciones fragmentadas; sistema confuso; falta de fiscalización; falta de información o buena comunicación a la población: invisibilización de la cadena de gestión de los residuos sólidos urbanos</p> <p><b>Aspectos ambientales y sanitarios</b> Ej: contaminación vinculada a curtiembres, lixiviados, gas metano; evidencia de plumbemia y parasitosis en Malvín Norte; contaminación del arroyo Malvín en el barrio</p> <p><b>Aspectos educativos</b> Ej: falta de herramientas y estrategias de educación ambiental; falta de formación en gestión de residuos en la Universidad de la República; necesidad de transversalizar la educación ambiental</p>

5. Se mantiene la terminología utilizada por los participantes; éstos usaron de forma indistinta los términos “residuos”, “basura” o “desechos” para nombrar aquello que ya no se usa, no tiene valor o termina en el vertedero.

	<p><b>Abordajes del problema</b> Ej: ausencia de mirada sistémica; no se refleja la pluralidad de actores involucrados; responsabilidades fragmentadas; falta conceptualizar el problema y su multicausalidad; falta de diálogo entre ciencia y política</p>
<p><b>Visión del mundo</b></p>	<p><b>La propia conceptualización del “residuo” como “basura” y la basura como elemento inherente del desarrollo</b>  <b>Modelo consumista</b> Ej: modelo de vida acumulativo; problema de la falta de tiempo y la inmediatez; “consumo de residuos”  <b>Énfasis en lo individual y no en lo colectivo o comunitario</b> Ej: desconexión entre personas, vecinos, comunidades  <b>El plástico como cosmovisión</b>  <b>Modelo de desarrollo lineal incuestionado</b> Ej: falta de problematización de la idea de desarrollo y bienestar; modelos lineales de producción, distribución y consumo  <b>Modelos de educación ambiental</b> Ej: predominio de modelos basados en transmisión de conocimientos y contenidos; sin atención a la construcción de lo “colectivo” y la convivencia; educación no problematizadora ni atenta a aspectos sistémicos éticos y políticos, ni tampoco a problematizar hábitos de consumo; disociación de las dimensiones emocionales del problema  <b>Sistema lineal de Ciencia y Tecnología</b> Ej: fragmentación disciplinar a la hora de aprender y a la hora de actuar en torno a problemas; optimismo tecnológico (“lo solucionaremos con más ciencia y tecnología”); énfasis en el tratamiento de los residuos y no en su producción  <b>Separación sociedad-naturaleza</b> Ej: predominio del antropocentrismo; desarrollo urbano que no contempla espacios de contacto con la naturaleza  <b>Modelo higienista de salud</b> Ej: temor a supuestos riesgos sanitarios de lo no envasado</p>
<p><b>Mitos o metáforas</b></p>	<p>“Extraer, usar y tirar”  “El problema es de otros”  “Residuo de la cuna a la tumba”  “Limpios y separados del mundo natural”  “Cuánto más plástico más próspero”  “El uruguayo es sucio”  “Ojos que no ven...”  “Los residuos no son de nadie”</p>

Si centramos la atención en el nivel de letanía, en el que mayoritariamente los problemas se expresan a un nivel experiencial (de toma de contacto con el problema), aparecieron los temas de la basura acumulada, la insuficiencia de contenedores (o su inadecuada distribución y diseño), la falta o falla de campañas informativas o de sensibilización. Las soluciones parecen señalar, como principales actores responsables, a aquellos vinculados con el mejoramiento de la gestión (mayoritariamente la intendencia de Montevideo y los municipios a nivel local). Algunas de las soluciones brindadas en este nivel por los participantes de ambos CLA fueron las siguientes: mejorar el sistema

de gestión (mayor frecuencia de recolección, cambio de sistema de contenedores, más plantas de clasificación, mejora de la infraestructura barrial para la recolección y limpieza en el caso de Malvín Norte), eliminación de basurales y recuperación de espacios, realización de campañas informativas y de concientización.

El nivel científico-técnico reflejó diferentes aspectos o dimensiones de la problemática. Se resaltaron como causas del problema a las diferentes formas de exclusión social y a las políticas no adecuadas a las necesidades de la población afectada, entre algunas de las más relevantes. Específicamente, dentro de la dimensión educativa y según el análisis de los participantes, el problema radica en la falta de herramientas y espacios para la educación ambiental transversal. Para la búsqueda de soluciones se planteó la necesidad del involucramiento y articulación de más (y otro tipo de) actores, como académicos, técnico-políticos, comunicadores, educadores, empresarios; así como también, especialmente, a los clasificadores (reconociendo la importancia de su rol). Considerando la falta de integración barrial y comunitaria se propuso como solución la realización de jornadas colectivas de limpieza y transformación de los espacios con énfasis en la dimensión educativa y la implementación de huertas comunitarias. Además de transversalizar la educación ambiental en diferentes ámbitos, se propuso incluir formas alternativas de visualización de los datos y diferentes aspectos de la realidad en relación con el problema (estimulando además la dimensión sensible), así como basarse en problemas locales específicos. Respecto a la forma en la que se aborda la problemática, se mencionaron como problemas a la falta de una mirada sistémica, al inadecuado reconocimiento e inclusión de la pluralidad de actores involucrados, y a la falta de claridad en relación con la asunción y distribución de responsabilidades. Se propuso estimular y fomentar la investigación al respecto de esta temática específica.

179

En el nivel de visión del mundo se cuestionaron los discursos y orientaciones maximizadoras e individualistas que responden a los postulados de la economía tradicional y se problematizaron las visiones que sostienen la relación entre el ser humano y la naturaleza. Las visiones alternativas que surgieron en este nivel hicieron énfasis en “lo común” y en la generación de nuevas formas de vínculos y entramados sociales más participativos. Si se proyectan las posibles visiones alternativas que surgieron y que pueden asentar transformaciones más profundas a largo plazo, el círculo de actores a involucrar se amplía, y cobran especial relevancia los actores vinculados a la educación, sobre todo para pensar, diseñar y efectivizar modelos críticos y participativos (como la enseñanza constructivista y el aprendizaje basado en problemas) dirigidos, entre otras cosas, a generar ciudadanía.

Un sistema de ciencia y tecnología más sistémico y enfoques inter y transdisciplinarios basados en problemas locales surgieron como abordajes alternativos para la comprensión y actuación sobre la temática. En este sentido se destacó también la necesidad de un mayor vínculo entre las ciencias exactas y naturales con las ciencias humanas y sociales para combatir la disociación de las esferas sociales y filosóficas del problema. Se planteó la necesidad de contar con procesos deliberativos amplios sobre modelos de desarrollo o bienestar, modelos de economía, modelos de relacionamiento con la naturaleza, de consumo, entre otros. Las preguntas por tanto fueron más generales pudiéndose resumir de la siguiente manera: ¿podemos

concebir el problema de otra forma? ¿Podemos cambiar las asunciones o narrativas que parecen sostenerlo? Se hizo evidente la necesidad de aceptar y articular diversas (y a veces contradictorias) valoraciones sobre estos temas.

Finalmente, en el nivel analítico de mito o metáfora, surgieron representaciones de la dimensión emocional y simbólica, como por ejemplo los vinculados con las responsabilidades individuales y colectivas (ejemplo: el problema es de otros); determinados patrones de funcionamiento y gestión de los ecosistemas (ejemplo: “extraer, usar y tirar”); y del relacionamiento del ser humano con la naturaleza (ejemplo: “limpios y separados del mundo natural”). Los significados de las representaciones que surgieron en este nivel se pueden explorar en asociación con los problemas destacados en los anteriores niveles analíticos; en particular, con aquellos destacados en visión del mundo. Así, por ejemplo, la expresión “extraer, usar y tirar” refleja uno de los patrones de funcionamiento característico del “modelo consumista” que podría considerarse como una de las principales causas de los problemas de sostenibilidad del modelo de economía dominante.

Una vez sintetizados y categorizados los resultados de los talleres CLAC y CLAT, se envió la síntesis a los participantes de ambos talleres y se plantearon dos nuevas instancias de taller para trabajar colectivamente en su análisis y en propuestas concretas de soluciones (segunda etapa). La intención del equipo fue utilizar la síntesis como base para una discusión más profunda con actores implicados, así como para planificar cursos de acción vinculados a algunos ejes que pudieran ser de interés para los distintos actores.

180

#### **4. Segunda etapa: análisis colectivo de resultados y cursos de acción**

##### **4.1. Estrategia metodológica y resultados**

La segunda etapa transcurrió durante 2019 y tuvo como principal objetivo compartir los resultados con los participantes y avanzar colectivamente en su análisis, así como también en las vías o estrategias de mejoramiento de las problemáticas. Para ello se realizaron dos nuevos talleres donde se convocaron a los participantes del CLAC y CLAT respectivamente.

La primera instancia<sup>6</sup> se desarrolló con el colectivo de académicos que participaron del CLAC. Se propuso retomar algunos elementos de la plenaria final del Taller CLAC y reflexionar colectivamente sobre si el tema de los residuos podría constituirse en un tema/problema/plataforma de aprendizaje-investigación-acción inter y transdisciplinaria en la UdelaR (aspecto que saliera a la hora de interpelar los abordajes sobre esta problemática en la propia institución). A partir de la presentación y discusión de los resultados de ambos Talleres CLA, los participantes decidieron trabajar en base a tres propuestas: la gestión de los residuos de la propia UdelaR; la necesidad de establecer

---

6. Esta instancia fue realizada en el Espacio Interdisciplinario de la UdelaR el 26 de junio de 2019 y tuvo una duración de tres horas.

conectividad y diálogo entre los diferentes enfoques, proyectos y acciones vinculados al tema; y de forma transversal, la reflexión sobre la multicausalidad, la transdisciplina y la multiescala para atender el problema. Como resultado del intercambio se conformó un grupo de trabajo que presentó una propuesta al programa Semillero de Iniciativas Interdisciplinarias del Espacio Interdisciplinario de la UdelaR<sup>7</sup> para abordar estos aspectos, y otro grupo que se propuso trabajar en una propuesta para presentar a las autoridades universitarias que, entre otras cosas, propondrá transversalizar la actuación sobre el problema de los residuos teniendo en cuenta todos los programas y servicios de la UdelaR (incluyendo la investigación, la enseñanza y la extensión). La idea que surgió en este taller fue constituir un espacio o “laboratorio” de experiencias, ideas y propuestas sobre la gestión de los residuos de la universidad, que tenga en cuenta los diferentes niveles causales para el aprendizaje y la transformación a corto, mediano y largo plazo.

Seguidamente se realizó el taller de análisis de resultados con los actores territoriales<sup>8</sup> con la propuesta de explorar algunos cursos de acción a partir de elementos que surgieron en el CLAT. En la jornada participaron diferentes actores territoriales, algunos participantes del primer taller CLAT, a los que se sumaron nuevos participantes.

En este proceso trabajó una estudiante de la maestría en análisis y gestión del territorio: planificación, gobernanza y liderazgo territorial (Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, España) que le imprimió a este segundo encuentro un carácter metodológico novedoso a partir de los resultados del CLAT. Se definieron ejes para trabajar en base a un mapeo participativo para posicionar en el territorio las posibles soluciones y acciones a proponer o desarrollar. El mapeo participativo es una metodología de creación cartográfica que, contrariamente a las concepciones tradicionales de mapas generados únicamente por técnicos, son generados a partir de una construcción colectiva. A través de esta metodología son los propios actores territoriales los que, de forma complementaria y horizontal, mapean las diferentes dinámicas presentes en su territorio en un intento por transformarlo colectivamente. En este proceso, además de generarse un producto (un mapa) con un gran potencial comunicativo, se busca promover procesos de reflexión colectiva y reconfigurar el vínculo entre los actores y el territorio. Las metas son valorizar los diferentes saberes, visibilizar los espacios y problemas tradicionalmente no nombrados y generar un mapa que represente las necesidades y aspiraciones territoriales del colectivo (Ascelrad, 2008; Diez y Escudero, 2012).

Se trabajó sobre el plano del territorio a partir de dos ejes. El eje 1 se centró en las acciones o soluciones imprescindibles a corto plazo correspondientes a los niveles 1 (letanía) y 2 (científico-técnico). Considerando los resultados del CLAT, se trabajó a partir de los siguientes puntos: i) ubicación en el mapa de basurales endémicos

---

7. El objetivo de este programa es facilitar la gestación y elaboración de propuestas que puedan conducir a la presentación de núcleos, redes temáticas, proyectos de investigación y propuestas de enseñanza de carácter inter o transdisciplinario.

8. El taller se realizó el 13 de julio en la Facultad de Ciencias de la UdelaR y duró cinco horas.

y reincidentes que deberían ser eliminado; ii) ubicación en el mapa de situaciones de riesgo sanitario y ambiental que requieren atención integral; y iii) ubicación en el mapa de zonas con desafíos en relación con la gestión de residuos (por falta de infraestructura, por ejemplo) que requieren atención integral.

El eje 2 se centró en las acciones y soluciones vinculadas a los niveles causales más profundos, correspondientes a los niveles 3 (visión del mundo) y 4 (mito o metáfora). Se propuso considerar algunos de los contra-mitos que surgieron en el Taller CLAT. Por ejemplo: cambiar el “extraigo, uso y tiro” por el “reciclar es resistir”; o, frente a “el problema no es mío”, usar “el problema es de todos”. A partir de estos elementos y haciendo hincapié en propuestas concretas y actores a involucrar, se plantearon los siguientes puntos: i) selección y ubicación en el mapa de espacios para transformar (y en el proceso “transformarnos”: aprender, “visualizar lo invisible”, trabajar colectivamente para buscar soluciones profundas al tema residuos); ii) ubicación en el mapa de posibles zonas para la realización de compostaje con residuos orgánicos y asociado a ello, posibles huertas comunitarias; y iii) propuestas de distintas actividades que puedan realizarse para apoyar las transformaciones (charlas, talleres con distintos actores vinculados con el ciclo de los residuos, intervenciones, entre otras).

Este mapeo participativo permitió conocer aquellos espacios que podrían albergar propuestas vinculadas con acciones prioritarias para atender las problemáticas y a quiénes podrían/deberían llevarlas adelante. Se entiende que estas acciones serán las que posibiliten el desarrollo de procesos de transformación de más largo aliento. Además, se identificaron varias propuestas que están en marcha por parte de diferentes instituciones públicas, organizaciones sociales y barriales, y se puso de relieve la necesidad de coordinación entre todas ellas. Los participantes demostraron su interés en seguir trabajando en la transformación de determinadas zonas del territorio con propuestas concretas para mejorar la convivencia, mejorar la comunicación y convocatoria para la participación e involucramiento de otros colectivos, así como para desarrollar propuestas de aprendizaje colectivo.

182

#### **4.2. Espacio de Formación Integral: “Integralidad, Ciencia y Territorio”**

Desde abril de 2019 se desarrolló en Facultad de Ciencias un EFI en el que participaron estudiantes de la propia facultad y estudiantes del Instituto Escuela Nacional de Bellas Artes (UdelaR). El objetivo fue contribuir a la práctica, el análisis y la reflexión de actividades de comunicación, enseñanza y apropiación social de las ciencias, en diálogo con actores no universitarios. Se propuso la integración de la ciencia y el arte (implicados en las distintas capas del método CLA) para generar alguna propuesta de comunicación, reflexión y aprendizaje colectivo atendiendo a los resultados de la aplicación del CLAT en sus distintos niveles causales.

---

9. La Mesa de Coordinación Zonal de Malvín Norte tiene como objetivos identificar colectivamente los problemas locales y realizar propuestas para su resolución. Son espacios de planificación y generación de acciones comunitarias innovadoras donde participan vecinos, organizaciones barriales y técnicos de diversos organismos e instituciones.

En este contexto, los resultados del CLAC y CLAT fueron presentados a los estudiantes y analizados en espacios áulicos. Además, algunos estudiantes participaron del mapeo participativo como observadores participantes, mientras que otros participaron en las reuniones de la Mesa de Coordinación Zonal de Malvín Norte.<sup>9</sup> También fueron invitados a participar de un espacio de planificación de actividades en el aula con algunos de los vecinos involucrados en este proceso. Como parte de las actividades prácticas del EFI, se realizaron dos salidas de campo las cuales también fueron acompañadas por diferentes vecinos e integrantes de organizaciones barriales de Malvín Norte. Una de las salidas consistió en una caminata por el territorio con el objetivo de identificar y observar algunas de las zonas problemáticas en relación con los residuos, y zonas factibles de transformaciones como las propuestas en el mapeo participativo. La otra salida fue la Ruta de la Basura,<sup>10</sup> en la cual se realizó una visita a la Planta de Clasificación Géminis (una de las cuatro plantas de clasificación de residuos secos preclasificados de Montevideo), a la Planta TRESOR (planta de reciclaje de residuos orgánicos industriales de Montevideo), al Sitio de Disposición Final de Montevideo (relleno sanitario) y su planta de tratamiento de lixiviados. De la salida participaron estudiantes y docentes del EFI, así como otros estudiantes de bellas artes y derecho que fueron invitados por trabajar con la temática de residuos. Se destacó, además, la participación de 14 vecinos e integrantes de organizaciones barriales. Esta salida fue muy enriquecedora, según mencionaron varios participantes, ya que permitió conocer de primera mano parte del sistema de gestión de residuos de la ciudad, tanto en sus aspectos positivos como algunas de sus problemáticas más acuciantes (por ejemplo, las pésimas condiciones en que llegan los residuos secos preclasificados a las plantas de clasificación, los riesgos sanitarios a los que se exponen los clasificadores y el gran volumen de material potencialmente reciclable que se entierra en el relleno sanitario, entre otros).

183

De esta forma, los estudiantes se vincularon con la problemática a nivel local y departamental, así como con diversos actores de Malvín Norte (algunos de ellos participantes del CLAT o del mapeo participativo), para llevar adelante algunas de las acciones que se delinearón en este último (sobre todo aquellas vinculadas con el tercer y cuarto nivel causal, por ser las vinculadas con los objetivos del EFI). De agosto a diciembre de 2019 se trabajó en la realización de una intervención concreta en el territorio<sup>11</sup> propuesta por los estudiantes. A partir del nivel causal 1, los estudiantes plantearon la limpieza de una parcela (**Figura 2**) y la celebración con un picnic

---

10. Esta actividad fue guiada por la Intendencia de Montevideo. Más información en: <http://montevideo.gub.uy/noticias/medio-ambiente-y-sostenibilidad/cual-es-la-ruta-que-hacen-mis-residuos>.

11. Los estudiantes trabajaron en propuestas vinculadas con esos resultados del CLA. Planificaron la realización de una intervención que promovió la reflexión colectiva sobre la problemática en la zona. La intervención se llevó a cabo dentro de un predio de la UdelaR sito en Malvín Norte y que se encontraba sin uso. El predio de 11 hectáreas es mayoritariamente un terreno baldío. Por esto ha sido problematizado por los vecinos, ya que se potencian algunos de los problemas de convivencia presentes en el territorio, así como la acumulación de residuos sólidos urbanos. Se trabajó en la limpieza en una pequeña parcela (100 m<sup>2</sup>), donde se realizó un picnic con los vecinos y estudiantes de educación media. Con los residuos colectados en ese sitio se realizó una actividad de reflexión que incluyó una muestra de clasificación de residuos en el marco de un proyecto multi-institucional ("El Barrio en Colores") que desplegó distintas actividades de sensibilización sobre la problemática de los residuos sólidos urbanos y de integración con la comunidad el 9 de noviembre de 2019 (**Figura 3** - imágenes C, D, E y F).

integrador con participantes del mapeo participativo, así como vecinos en general (**Figura 3** - imágenes A y B). Como reflexión-acción de nivel 2 y 3, trabajaron con los residuos extraídos a partir de la pregunta “¿A quién le pertenecen?”, tratando de “hacer visible lo invisible”. Una de las reflexiones realizadas en el marco del EFI estuvo vinculada con dar continuidad a las actividades a mediano y largo plazo. En este sentido, las intervenciones que planificaron y desarrollaron los estudiantes incluyeron una proyección de más largo aliento que implica la articulación con las autoridades de la Udelar con el objetivo de sentar las bases de lo que los estudiantes llamaron Centro de Interpretación “Esto no es Basura”. Este centro es visualizado como una plataforma desde la cual promover diferentes procesos de enseñanza-aprendizaje que funcione como un espacio universitario abierto a la comunidad. Esta plataforma permitiría desarrollar una agenda de actividades de reflexión y aprendizaje colectivo sobre los problemas vinculados a los residuos en Malvín Norte.

**Figura 2. Diferentes actividades de limpieza y recuperación de una parcela en el predio de la Udelar realizadas en el marco del Espacio de Formación Integral “Integralidad, Ciencia y Territorio”<sup>12</sup>**



184

12. A y B: imágenes del predio de la universidad definido para realizar la intervención en el marco de una salida de campo del EFI. En el fondo de la imagen B puede observarse el edificio central de la Facultad de Ciencias. C y D: primera jornada de limpieza organizada por estudiantes y docentes del EFI. E: imágenes de la parcela luego de la segunda jornada de limpieza y jardinería. F: imagen aérea desde la azotea de la Facultad de Ciencias. En el círculo rojo se marca la parcela que fue recuperada. Las imágenes fueron tomadas por Patricia Iribarne y Laura Buzzzone.

**Figura 3. Diferentes actividades realizadas luego de la limpieza y recuperación del predio<sup>13</sup>**



## 5. Discusión

185

Este tipo de procesos puede analizarse desde variadas perspectivas, incluyendo los desafíos que la propia metodología y su aplicación concreta presentan. En este sentido es especialmente relevante la posibilidad de establecer un diálogo “de diferentes” en el que las asimetrías de poder, sin ser obviadas u ocultas, no impidan o entorpezcan la inclusión de todas las voces. La facilitación es crucial para ello; se trata de asegurar la inclusión de todos los participantes y de minimizar los problemas de asimetría e inequidades sociales. Como plantean Wittmer *et al.* (2006), las dinámicas sociales no desaparecen simplemente por invitar a los grupos relevantes.

A este desafío se suma la complejidad de la metodología CLA, sobre todo si se considera que fue aplicada en talleres de solo un día y que los participantes no conocían la metodología. Al respecto se puede mencionar que la distinción entre los diferentes niveles mostró ciertas dificultades, lo que llevó a, por un lado, fortalecer la preparación de los facilitadores para conducir el diálogo y, por el otro, a que el equipo organizador elaborara una síntesis de los resultados ordenada por nivel causal.

13. A: imagen del “picnic” realizado en la parcela recuperada. Participaron vecinas, docentes y estudiantes de educación media (UTU Malvín Norte). Estudiantes del Liceo 42 enviaron mensajes alusivos al cuidado del ambiente. B: afiche diseñado para realizar las convocatorias del Centro de Interpretación “Esto no es Basura” (diseñado por Lucía Segalebra e integrantes del Taller López de la Torre del Instituto Escuela Nacional de bellas Artes, UdelaR). C, D, E y F: imágenes de la actividad realizada en el marco del proyecto territorial “El Barrio en Colores”, coordinado por la Mesa de Coordinación Zonal de Malvín Norte.

Esta síntesis, como ya fue mencionado, fue compartida con los participantes en la segunda parte del proceso y sirvió para reafirmar la comprensión de la teoría. De todas maneras, es interesante destacar que, en el caso del CLAC, las dificultades de distinción (o movimiento) entre niveles causales provinieron en general del encuentro entre diferentes trayectorias disciplinares de los participantes y de situarse éstos en diferentes zonas de confort en cuanto a nivel causal. En el caso del CLAT es remarcable el mayor detalle proporcionado en el nivel de letanía por los participantes, típico de aquellos que conviven o experimentan con los problemas.

Dado el objetivo de este artículo, se hará foco en la experiencia y en la metodología del CLA para discutir y explorar algunas conclusiones vinculadas con sus aportes para los abordajes de problemas complejos y su potencial como herramienta de enseñanza-aprendizaje.

### **5.1. Potencial del CLA como herramienta de enseñanza-aprendizaje participativo**

Se ha sugerido que el CLA puede ser entendido como una herramienta pedagógica de transformación curricular en contextos de educación formal (Bussey, 2009), en tanto permite comprometer a los estudiantes en la construcción conjunta de estructuras curriculares. Más allá de su uso como instrumento para repensar y diseñar el currículum, su implementación puede resultar especialmente fructífera para propiciar la puesta en práctica de una mirada crítica acerca de los supuestos subyacentes a los problemas analizados. Esto lo convierte en una estrategia didáctica con potencial para su utilización en procesos de aprendizaje en el marco de la enseñanza CTS.

186

Una de las posibles aplicaciones de esta metodología de análisis en la enseñanza CTS es expuesta por Turnbull e Ipwich (2006), quienes proponen emplear el CLA para desenmascarar los mitos subyacentes a la imagen tradicional de ciencia y tecnología, permitiendo un acercamiento crítico y reflexivo a su naturaleza. En el presente artículo se plantea que el CLA puede tener aplicaciones aún más innovadoras en tanto estrategia de enseñanza-aprendizaje CTS. Los estudios CTS constituyen un campo de trabajo interdisciplinario que propone comprender a la ciencia y la tecnología a partir de su interacción con aspectos sociales. Esto supone una concepción de la ciencia y la tecnología como procesos complejos, dinámicos, históricamente situados, en cuya construcción intervienen factores culturales, políticos y económicos, y cuyos productos transforman la vida de las sociedades de un modo sustancial (Jasanoff *et al.*, 1995; Bridgstock *et al.*, 1998; Cutcliffe y Mitcham, 2001). Por ello, una preocupación desde este enfoque ha sido no limitarse a la investigación acerca de la naturaleza de esta interacción, sino también promover instancias de participación que permitan a la ciudadanía tomar parte en las decisiones acerca de los problemas científico-tecnológicos en los que se ve involucrada. Los fines de la educación y los modos de enseñanza deben ser, desde esta mirada, revisados: si lo que se pretende es formar ciudadanos capaces de participar en instancias de debate y toma de decisión sobre cuestiones científico-tecnológicas, entonces no alcanza con transmitir un cuerpo de conceptos. Parecería, en cambio, que se debería apuntar al ejercicio de habilidades que permitan resolver problemas y participar en debates que involucren temas científicos (Solomon, 1993; Jenkins, 1999; Osorio, 2002; Aikenhead, 2003), trascendiendo la idea de una educación entendida como la transmisión de contenidos. En este sentido,

desde el enfoque CTS se hace énfasis en las habilidades de problematización, la interacción entre pares, la autonomía y el compromiso con la resolución de problemas, la creatividad y la toma de decisiones, el aprender investigando. Asimismo, diversos autores parecen coincidir en que toda educación CTS debe ser abordada de forma interdisciplinaria, en el entendido de que el objetivo es trabajar sobre problemas que pueden ser analizados desde distintos puntos de vista (Ziman, 1980; Acevedo-Díaz, 1996).

Ahora bien, saliendo del ámbito de educación formal, las instancias de participación ciudadana en el marco de debates acerca de problemas que involucran aspectos científico-técnicos constituyen en sí mismas procesos de aprendizajes valiosos e innovadores. Diduck (1999), incluso, considera que este tipo de aprendizaje inserto en procesos de participación ciudadana referidos a la gestión ambiental puede ser considerado un nuevo modelo de educación ambiental entendida desde un punto de vista crítico. Daniels y Walker (1996) muestran cómo los procesos de deliberación orientada a la toma de decisiones en materia de asuntos públicos implican un aprendizaje social en tanto suponen la reflexión y debate acerca de cierta definición y encuadre del problema y la determinación de alternativas y elecciones posibles, poniendo en juego creencias y valores. Es decir, el proceso (político y participativo) de deliberar y decidir cuál es el problema, qué características de la situación son relevantes, qué posibles estrategias de resolución existen y qué valores están en juego, implica inherentemente un proceso de aprendizaje social. Los autores lo identifican como una forma de aprendizaje colaborativo, que va de la mano de las tendencias pedagógicas actuales. En este tipo de aprendizaje, los participantes adquieren un rol más activo, y la figura “docente” es, en realidad, un facilitador u orientador de una coconstrucción colectiva más que un “enseñante”.

187

La aplicación del CLA en instancias de participación posibilita, justamente, este tipo de aprendizaje. Hasta el momento, el CLA ha sido empleado fundamentalmente como una herramienta teórica-metodológica para el análisis de problemas y la construcción participativa de escenarios y soluciones alternativas. En este artículo se apunta a que los procesos reflexivos que se desencadenan en la implementación de este análisis colectivo suponen una forma de aprendizaje colaborativo que contribuye a desarrollar nuevas formas de construir miradas críticas acerca de la complejidad de los problemas y que puede multiplicarse si se tiene en cuenta la diversidad de actores y sus ámbitos de trabajo, experiencias y actividad.

## **5.2. El CLA y la enseñanza-aprendizaje en relación con los residuos**

Si el problema que generan los residuos se expresa de forma diferente en cada nivel, también lo hacen los distintos modelos, estrategias o abordajes que se utilizan para comprenderlo. A continuación, se discute la crítica surgida en el nivel científico-técnico al “modelo educativo”, por ser central para el propósito de este artículo.

¿Qué estrategia de educación ambiental se puede adoptar en Malvín Norte en relación con la problemática de los residuos sólidos? La pregunta surge del proceso de trabajo conjunto iniciado en 2016 entre integrantes del Centro 6 y la Unidad de Extensión de Facultad de Ciencias. Se utilizará para subrayar cómo se manifiesta,

expresa y traduce de forma diferente una dimensión en las cuatro capas diferentes del CLA. Para ello se plantea a continuación un análisis e interpretación de los resultados por nivel, así como un esbozo de posibles estrategias a corto y mediano plazo que se analizaron en los talleres de la segunda etapa. Con la pregunta en mente, surgen, en cada nivel, varios elementos vinculados a la dimensión cultural-educativa (algunos mencionados en la **Tabla 1** y subsiguiente sección).

En el nivel de letanía esta dimensión se expresó como la necesidad de tener más y mejor información para, entre otras cosas, saber cómo clasificar y reciclar. En este nivel se asume, generalmente, que el problema radica en que a la gente “le falta información o conocimiento” y que éste (sea como sea que se transmita o comparta) ayudará a resolver el problema (en este caso el problema de “la falta de educación”).

En el nivel científico-técnico la dimensión educativa surgió a partir de los siguientes elementos: “brindar información más técnica”, “vincular causas y consecuencias de los problemas”, “implicar a educadores y no solo publicistas”, “generar campañas eficaces de información y visualización de actores, procesos y territorios que incluyan a los clasificadores”, “realizar cursos y capacitaciones específicas por sector” y “educar al consumidor”. También surgió la necesidad de trabajar con formas alternativas de “concebir la realidad” (incluyendo la dimensión emocional y el arte). En este nivel los participantes se explayaron en la necesidad de que la información se base en conocimiento técnico y en el marco de una disciplina o área específica como lo es la educación ambiental. La educación ambiental surge así, en este nivel, como disciplina específica que debe jugar un rol principal y ser transversal en todo proceso formativo. Esta debe estar dirigida a conocer las causas de los problemas y movilizar otras experiencias humanas como la expresiva y sensitiva. Así, en este nivel, el arte y otras disciplinas “extra-científicas”, “acompañan” a partir de la aceptación del conocimiento técnico y su “evaluación de la realidad”.

188

En el nivel de visión del mundo los desafíos planteados fueron otros. Si el problema es el consumismo como modelo, las soluciones pasan por plantear visiones alternativas o problematizar el modelo y la forma de vida urbana (“hay residuos porque consumimos mal”) e incorporarlos a las estrategias de enseñanza. Si el problema es que utilizamos plástico para “aislarnos” del resto de la naturaleza y evitar el contacto con agentes contaminantes,<sup>14</sup> la solución pasa por problematizar su uso y plantearnos alternativas, así como responder a preguntas del tipo: ¿necesitamos el plástico? ¿Cómo transitamos hacia un modelo en el que no necesitemos tanto plástico? ¿Su uso se vincula con la inmediatez y el uso del tiempo? ¿O está vinculado con la separación de la naturaleza y el modelo higienista? Si el problema, en este nivel, refiere al modelo, las herramientas y los formatos, así como los fines de la educación (reduccionista, no interpelante ni crítica, transferidora de contenidos, no participativa,

---

14. Un participante del CLAC pone como posible causa de este problema al modelo higienista de salud pública que surgió en el Siglo XVII-XIX, basado en el paradigma del “miasma”, que sostenía que los procesos de salud-enfermedad de las poblaciones humanas estaban determinados por contaminaciones del agua, aire y suelo. Este paradigma condujo a diversas prácticas orientadas a limitar el contacto entre los cuerpos y el entorno, con el fin de evitar que los miasmas ingresaran en los cuerpos.

unidireccional) y específicamente de la educación ambiental, la solución pasa por interpelar esos modelos, problematizar la educación y proponer modelos alternativos como la enseñanza basada en problemas, en proyectos o los espacios de aprendizaje colaborativo.

En cuanto al nivel de mito o metáfora, y a partir de lo que surge en los talleres, se pueden realizar las siguientes consideraciones. Si el mito (siempre pensando en la dimensión cultural-educativa) es que “los uruguayos somos sucios”, la solución a nivel simbólico pasa por analizar qué es ser sucio (¿es no valorar los espacios comunes?) y pensar en mitos alternativos que desde lo simbólico nos ayuden a transformar las narrativas sobre nosotros mismos. Se planteó como un mito que “reciclar es sucio”, y como alternativa el mito: “reciclar es resistir”, lo que puede hacer referencia a resistir el modelo consumista (es de destacar que este mito alternativo fue ampliamente apoyado y celebrado en el CLAT). Si el mito es “no es mi problema” y la alternativa es “los residuos son un problema de y para todos”, deberíamos visualizar las escalas y las responsabilidades del sistema en su conjunto.

En los niveles 3 y 4 (visión del mundo y mito o metáfora) se apeló al arte y a la dimensión emocional y simbólica, no solo como un mero acompañamiento y herramienta de transmisión de conocimiento técnico, sino como enfoque esencial para comprender el problema y para “interpelarnos e imaginarnos de formas alternativas”.

En general, las soluciones que aparecieron son afines a formas de trabajo colaborativas, al debate y la construcción colectiva. Estas soluciones coinciden con las planteadas por Martín Gordillo y Osorio (2003) de “enseñar para participar” o para involucrarnos en el análisis y transformación de la realidad. En suma, el desafío a más largo plazo puede plantearse en relación con nuevas formas de involucramiento y aprendizaje con otros, ya sea mediante estrategias de aprendizaje colaborativo, incorporando otras dimensiones del aprendizaje (simbólico, emocional, psicológico), trabajando en contextos locales (cercanos), construyendo espacios urbanos de convivencia. En estos espacios de aprendizaje colectivo (ya sea estimulados o propiciados por la educación formal, o no formal, o mediante proyectos y propuestas de múltiple origen), las disciplinas —y sus prácticas asociadas— se reconfiguran, ya que la clave pasa a ser la integración e intercambio de saberes y no los contenidos específicos. El mundo de la educación se desplazaría así desde la enseñanza a los aprendizajes, y en consecuencia desde los contenidos a las prácticas, como planteaba Dewey (1938).

Una de las sugerencias del análisis en referencia a la educación ambiental (y mirando a largo plazo) es que ésta no puede limitarse a trabajar sobre estrategias concretas de reciclaje o reutilización, y tampoco a la sola sensibilización o concientización sobre la importancia de cuidar el ambiente (quizás útil a corto plazo). Muchos de los puntos del análisis se basan en la relevancia de considerar cuál es nuestra propia responsabilidad como consumidores, o cómo nos organizamos, qué tipo de nociones de “desarrollo” y “progreso” manejamos, qué tipo de patrones de consumo tenemos, cómo utilizamos el tiempo y para qué, entre otros aspectos. La educación ambiental, que a veces asociamos solo con una educación vinculada al cuidado del ambiente, debería vincularse con ejercicios de reflexión y problematización más filosóficos

o sociales. En este sentido, y siguiendo con el enfoque del análisis en capas que facilita la conexión entre distintas dimensiones, la educación ambiental no debiera concebirse “aislada” de otras esferas de la educación, lo que refuerza la idea de inter y transdisciplinariedad.

También es interesante señalar la potencialidad de la metodología CLA como forma de promover la construcción de una mirada crítica frente a un problema común y el planteo colectivo de alternativas de solución. Los enfoques integrales, inter y transdisciplinarios presentan la dificultad del diálogo y construcción colectiva entre “diferentes”, así como integrar diferentes formas de conocimiento (basado en la experiencia, en la ciencia y tecnología y en la reflexión más teórico-filosófica sobre visiones del mundo subyacente). La aplicación de una metodología de este tipo puede ser de utilidad, ya que una de sus metas es integrar esas distintas formas de comprensión y análisis de la realidad. En ese sentido, y partiendo del contacto entre la cultura humanística y la científico-tecnológica como uno de los objetivos de la enseñanza CTS, se puede decir que el CLA lo estimula.

### **5.3. El CLA en procesos de aprendizaje universitarios**

El proyecto aportó a la formación de grado (cursos, pasantía, trabajo final de carrera) y posgrado (tesis de maestría) en marcos integrales y estrechamente vinculados con problemas planteados por la sociedad.

190

Es interesante destacar la confluencia entre el análisis causal de nivel 3 y 4 sobre la necesidad de cambiar (o al menos problematizar) los abordajes a los problemas y los modelos de enseñanza, con las reflexiones que surgen de los propios procesos integrales de enseñanza involucrados en este proyecto. La necesidad de espacios colaborativos y críticos, multiactorales, para comprender y actuar en torno a problemas y controversias ambientales, mencionadas por actores académicos y territoriales de ambos CLA, se corporizó en las propuestas llevadas a cabo por los estudiantes del EFI. La propuesta en la que trabajaron se basó en la acción colectiva y transformadora en el barrio que, idealmente, se consolidará con el compromiso más a largo plazo de las autoridades universitarias. Es interesante remarcar y vincular la propuesta del Centro de Interpretación “Esto no es Basura” de los estudiantes del EFI, con la propuesta de los académicos que surgiera en el análisis colectivo de resultados: proponer a las autoridades universitarias que el tema residuos se constituya en una plataforma de investigación, enseñanza y extensión en la que redunden programas de desarrollo y financieros a partir de la reflexión sobre la gestión de los residuos en la propia universidad.

El Centro de Interpretación es visualizado como un espacio universitario abierto a la comunidad desde el cual promover diferentes procesos de enseñanza-aprendizaje colectivo. Un centro de estas características permitiría desarrollar actividades colectivas en torno a la problemática de los residuos (EFI, investigaciones participativas, proyectos de extensión, procesos de apropiación social de las ciencias para jóvenes y adultos), así como otros procesos de formación (tesis, cursos de educación permanente dirigidos a docentes de enseñanza primaria y secundaria). Sería una oportunidad, además, de problematizar la cuestión de los residuos y trabajar

sobre otros aspectos vinculados a ellos como el reciclaje de residuos orgánicos, la salud humana y ambiental, la producción de alimentos o el cuidado de los recursos naturales. Incluso podrían llegar a brindarse herramientas para fortalecer o propiciar procesos asociativos como alternativas laborales para quienes trabajan con residuos.

En este marco cabe mencionar al menos tres elementos que justifican la pertinencia (y necesidad) de una propuesta innovadora que pueda ser sostenida a través del tiempo: la gran complejidad del problema; el tiempo necesario para abordar algunas de sus dimensiones; la fragmentación de conocimiento existente en Uruguay. Por un lado, la complejidad del problema que se pretende abordar requiere de la interacción entre diferentes saberes, enfoques y grupos de actores en diferentes escalas espaciales y temporales. Esto requiere del desarrollo de abordajes que promuevan el diálogo, la reflexión y la participación de diversos colectivos durante las diversas etapas de los procesos que se desarrollen. En este marco, la extensión universitaria tiene el potencial de redimensionar los procesos de investigación y enseñanza, vinculando directamente a la universidad con problemas sociales reales y definidos de forma colectiva con comunidad, aportando así a una mejora en la calidad de vida de la población y a los procesos de coproducción de conocimiento. Es claro que un abordaje con estas características requiere un tiempo que excede cualquier experiencia curricular como la de un EFI.

Por otro lado, y de la mano de lo anterior, la creación de un centro con estas características se justifica por la necesidad de promover procesos de largo aliento, conectados entre sí con equipos de trabajos transdisciplinarios establecidos a partir de un eje temático, en este caso los residuos sólidos urbanos. En este sentido, el abordaje de los problemas identificados en los niveles 3 y 4 del CLA requiere sostener procesos integrales a mediano y largo plazo. Las acciones que se lleven adelante desde este centro se pueden relacionar con distintas estrategias de comprensión y solución de los problemas, así como con diferentes actores que pueden implicarse y responsabilizarse a corto, mediano y largo plazo (Inayatullah, 2004, 2007, 2012). Asimismo, los escenarios alternativos que pueden pensarse son distintos en cada nivel y podrían conducir a una diversidad de soluciones. Los del nivel de letanía serán más instrumentales, los del nivel científico-técnico estarán más orientados a las políticas, mientras que los escenarios del nivel de visión del mundo intentarán transformar la problemática actuando sobre los modelos o asunciones que sostienen los problemas en los niveles anteriores (Inayatullah, 2004). Es, además, una oportunidad para cuestionar el modelo de enseñanza-aprendizaje tradicional de las ciencias en general y de la educación ambiental en particular, así como innovar en ello.

Por último, otro aspecto de relevancia que puede justificar una propuesta de estas características está vinculado con la fragmentación en la producción de conocimiento de la problemática de los residuos en Uruguay. Por ejemplo, gran parte del conocimiento es generado en el área social-humanística y no está claramente conectado con aspectos ecológicos. También existen estudios vinculados con aspectos ingenieriles (relacionados a los tratamientos y procesos de disposición final) o de diseño de nuevos productos biodegradables. Sin embargo, en este proceso se ha detectado cierto vacío de producción de conocimiento en el área de las ciencias ambientales, así como de trabajos que presenten enfoques biosociales (que integren

conocimientos provenientes del área social y del área biológica) o transdisciplinarios (que integren conocimientos no académicos)

Para sostener el proceso a través del tiempo surge la necesidad de contar con un equipo inter o transdisciplinario que sea capaz de facilitar los procesos que se desarrollen. El abordaje de problemas en clave de integralidad —que se articulen la extensión, enseñanza e investigación en marcos transdisciplinarios— implica cambios incluso en el rol de los docentes universitarios que lideren estos procesos, así como de los estudiantes que se involucren en ellos. Se requiere, por un lado, de la participación activa de los estudiantes en la comprensión y transformación de los problemas; y por el otro, de docentes de distintas áreas que articulen y faciliten estos procesos de comprensión junto con actores no académicos.

Como herramienta de abordaje colectivo a un problema complejo, el CLA permitió ampliar los espacios de análisis y de resignificación de las ideas sobre el futuro y los legados presentes, a partir de la construcción de conocimiento anclado en el territorio y la comunidad. Así, el Centro de Interpretación 'Esto no es Basura' se visualiza como una plataforma integral y transdisciplinaria para la enseñanza-aprendizaje y la investigación-acción en torno a la problemática de los residuos sólidos urbanos.

## **Financiamiento**

192

Todas las acciones realizadas fueron posibles gracias a la financiación del Espacio Interdisciplinario y de la Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio de la UdelAR.

## **Agradecimientos**

Este trabajo fue posible gracias al aporte de muchas personas. Agradecemos especialmente a las docentes Soledad Camacho y Ana Laura López de la Torre por el trabajo realizado en el EFI y en el mapeo participativo, así como a Analía Álvarez y Pedro Bertoni por su colaboración y aportes al curso. Agradecemos también a los estudiantes del EFI por su compromiso y dedicación: Germán Abad, Francisco Araujo, Fiorella Bresesti, Cecilia Casco, Ignacio Eastman, Lina Fernández, Fabiana Hernández, Nicasio Montes, Avril Regueira, Mauro Russomagno y Lihúen Tukic. Durante todo el proyecto fueron muy valiosos también los aportes de las docentes de la Unidad de Extensión de Facultad de Ciencias: Eliana Arismendi, Laura Bruzzone y Stefany Horta; y de otros investigadores que participaron en el desarrollo del CLAC y CLAT: Analía Álvarez, Adriana Cousillas, Ana Lía Ciganda, Carla Degregorio, Leticia Folgar, Gonzalo Giraldez, Mariana Gómez, Fiorella laquinta y Fernando Méndez. Otro agradecimiento muy especial es para todas las personas que participaron de los talleres, así como para los representantes de organizaciones sociales de Malvín Norte que nos acompañan de forma permanente en estas actividades. Beatriz Sciuto y Raquel Giani, integrantes del Centro Cultural de Malvín Norte, estuvieron

y están siempre presentes. Agradecemos también a los compañeros del Servicio de Orientación, Consulta y Articulación Territorial (SOCAT) de Malvín Norte por el apoyo permanente en territorio, y a John Gainza, funcionario de la Facultad de Ciencias, por su colaboración entusiasta en diversas instancias del proyecto, especialmente en la intervención realizada en el marco del EFl. Agradecemos también a Amanda Blanco y a Jessica Correia por su revisión de los resúmenes en inglés y portugués.

## Bibliografía

Acevedo Díaz, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS, Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo2.htm>.

Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.), *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (59-75). Londres: Routledge Press.

Alloatti, M. (2014). Una discusión sobre la técnica de bola de nieve a partir de la experiencia de investigación en migraciones internacionales. IV Encuentro Latinoamericano de Metodologías de las Ciencias Sociales, Heredia, Costa Rica. Recuperado de: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8286/ev.8286.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8286/ev.8286.pdf).

Alvarado, R. y D'angelo, G. (2014). *Malvín Norte: Análisis sociodemográfico*. Montevideo: Universidad de la República. Recuperado de: <http://extension.fcien.edu.uy/malvin-norte-analisis-sociodemografico/>.

Álvarez, E. (2014). *Cartografías de territorios y territorialidades. Un ejercicio de integralidad en el encuentro de la geografía humana y la antropología de la comunicación*. Montevideo: Mastergraf.

Armitage, D., Berkes, F. y Doubleday, N. (2007). *Adaptive co-management: collaboration, learning and multi-level governance*. Vancouver: University of British Columbia Press.

Arocena, R. y Sutz, J. (2001). *La universidad latinoamericana del futuro. Tendencias-escenarios-alternativas*. México: UDUAL.

Ascelrad, H. (2008). *Cartografias Sociais e Território*. Río de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Atkinson, R. y Flint, J. (2001). Accessing hidden and hard-to-reach populations: snowball research strategies. *Social research update*, 33. Surrey: University of Surrey. Recuperado de: <http://sru.soc.surrey.ac.uk/>.

Bridgstock, M., Burch, D., Forge, J., Laurent J. y Lowe, I. (1998). *Science, technology and society: an introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.

Brunner, J. J. (1990). Educación superior, investigación científica y transformaciones culturales en América Latina. Vinculación universidad-sector productivo. Santiago de Chile: BUD/CECAB/CINDA.

Bunders, J., Broerse, J., Keil, F., Pohl, C., Scholz, R. y Zweekhorst, M. (2015). ¿Cómo puede contribuir la investigación transdisciplinaria a la democracia del conocimiento? En B. Vienni, P. Cruz, L. Repetto, C. Von Saden, A. Lorigo y V. Fernández (Coords.), Encuentros sobre Interdisciplina (257-292). Montevideo: Ediciones Trilce.

Bussey, M. (2009). Causal layered pedagogy: Rethinking curricula practice. *Journal of Futures Studies*, 13(3), 19-32.

CEMPRE (2019). Gestión Integral de Residuos. Recuperado de: [http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com\\_content&view=article&id=121&Itemid=82](http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=82).

Cutcliffe, S. H. y Mitcham C. (2001). Visions of STS: Counterpoints in science, technology, and society studies. Nueva York: State University of New York Press.

Daniels, S. E. y Walker, G. B. (1996). Collaborative learning: improving public deliberation in ecosystem-based management. *Environmental impact assessment review*, 16(2), 71-102.

Davyt, A. y Lázaro, M. (2009). Da Teoria à Práxis: a evolução dos cursos sociais e humanísticos numa faculdade de ciências exatas e naturais. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Org.), actas del III SIMPÓSIO Nacional de Tecnologia e Sociedades: Desafios para a Transformação Social (1-12). Curitiba: PPGTE.

Dewey, J. (1938). Experiencia y educación. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.

Diduck, A. (1999). Critical education in resource and environmental management: Learning and empowerment for a sustainable future. *Journal of Environmental Management*, 57, 85–97.

Diez, J. M. y Escudero, H. (2012). Cartografía social: investigación e intervención desde las Ciencias Sociales. Métodos y experiencias de aplicación. Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia.

DINAMA (2014). Informe del Estado del Ambiente. Indicadores Ambientales de Uruguay. Montevideo: Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Elizalde, L., Fry, M., Musto, L., Sanguinetti, M., Sarachu, G. y Teixeira, F. (2012). Clasificadores/as de residuos urbanos sólidos en Montevideo: condicionamientos, posibilidades y tentativas de organización. *Revista Contrapunto: Luchas sociales y gobiernos progresistas en América Latina*, 63-90.

Fiorino, D. J. (1990). Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms. *Science, Technology, and Human Values*, 15(2), 226-243.

Fraiman, R. y Rossal, M. (2009). Si tocas pito te dan cumbia. Esbozo antropológico de la violencia en Montevideo. Montevideo: Cebra Comunicación.

Fry, M. (2015). Clasificadores de residuos sólidos urbanos: un análisis desde el campo de recuperación de derechos y las diversas formas de sujeción del trabajo que produce (Tesis de maestría). Universidad de la República.

Fry, M. y Sanguinetti, M. (2012). Clasificadores de residuos: análisis de la cadena económica de recuperación de desechos y su relación con el trabajo precario. Vulnerabilidad y exclusión. Aportes para las políticas sociales, 169-181. Montevideo: Ministerio de Desarrollo Social.

Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2000). La ciencia posnormal: Ciencia con la gente. Barcelona: Icaria Editorial.

Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (2014). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Luxemburgo: Comisión Europea.

Guedes, E., Fabreu, M. y Tommasino, H. (2006). Mapeo de actores sociales: Una metodología de visualización relacional y posicional. Introducción a un enfoque reticular en el marco del desarrollo local. En H. Tommasino y P. Heguedus (Eds), Extensión: reflexiones para la intervención en el medio urbano y rural. Montevideo: Universidad de la República.

195

Inayatullah, S. (2004). Causal Layered Analysis: Theory, historical context, and case studies. En S. Inayatullah (Ed.), *The Causal Layered Analysis (CLA) Reader: Theory and Case Studies of an Integrative and Transformative Methodology*. Taiwan: Tamkang University Press.

Inayatullah, S. (2007). *Knowledge Base of Futures Studies. Volume 1: Foundations*. Queensland.

Inayatullah, S. (2009). Causal layered analysis: An integrative and transformative theory and method, *Futures Research Methodology*, Version 3.

Inayatullah, S. (2012). El pensamiento prospectivo como herramienta de transformación, En E. Bas y M. Guilló (Eds), *Prospectiva e Innovación. Vol. I: Visiones*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.

INE (2011). Censos 2011. Recuperado de: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011>.

Iribarne, P., Arismendi, E., Horta, S., Bruzzone, L. y Camacho, S. (2019). Unidad de Extensión de Facultad de Ciencias: creación, consolidación y perspectivas. Red de extensión: Tejer la red: experiencias de extensión desde los servicios 2008-2018. Servicio Central de Extensión y Actividades en el Medio, UdelaR, 211-219. Montevideo: Gráfica Mosca.

Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J. y Pinch, T. (1995). Handbook of Science and Technology Studies. California: Sage Publications.

Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703–710.

Lang, D., Wiek, A., Bergman, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., y Thomas, C. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(1), 25-43.

Lázaro, M. y Davyt, A. (2010). La enseñanza CTS y la integración de las funciones universitarias: reflexiones desde una facultad de ciencias. *REDES*, 16(31), 145-161.

Lázaro, M., Bortagaray, I. y Stuldreher, A. (2018) Imaginando el futuro en Tacuarembó: Diálogo Ciudadano sobre Desarrollo. Documentos de Trabajo N°3, Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social, Universidad de la República. Tacuarembó: Psicolibros.

196

Martín Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología: un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32(1). Recuperado de: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie32a08.htm>.

Méndez, F., Gómez, M. e Iribarne, P. (2016). Enseñanza de las ciencias a jóvenes y adultos: una experiencia en Malvín Norte. *Revista Intersecciones, Revista de Educación de Personas Jóvenes y Adultas*, 5, 29-34.

O'Hare, P. (2019). The landfill has always borne fruit: precarity, formalization and dispossession among Uruguay's waste pickers. *Dialectical Anthropology*, (43), 31–44.

Olivé, L., Villamar, A. A. y Anyul, M. P. (2018). Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 13(38), 135-153.

Osorio, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Iberoamericana de educación*, 28(1), 61–81.

Red de Extensión (2019). Tejer la red: experiencias de extensión desde los servicios 2008-2018. Servicio Central de Extensión y Actividades en el Medio, UdelaR. Montevideo: Gráfica Mosca.

Solíz, M. F. (2016) Salud colectiva y ecología política: la basura en Ecuador. Quito: Universidad Andina y Ediciones La Tierra.

Solomon, J. (1993). Teaching science, technology, and society. Buckingham: Open University Press.

Tommasino, H. y Cano, A. (2016). Modelos de extensión universitaria en las universidades latinoamericanas en el siglo XXI: tendencias y controversias. *Universidades*, (67), 7-24.

Tunnermann, C. (1998). La reforma universitaria de Córdoba. *Educación Superior y Sociedad*, 9(1),103-127.

Turnbull, D. y Ipwich, A. (2006). Causal layered analysis as pedagogy in studies of science and technology. *Journal of Futures Studies*, 10(3), 49-62.

Wittmer, H., Rauschmayer, F. y Klauer, B. (2006). How to select instruments for the resolution of environmental conflicts? *Land Use Policy*, 23, 1-9.

Ziman, J. M. (1980). Teaching and learning about science and society. Cambridge: Cambridge University Press.

### **Cómo citar este artículo**

Lázaro, M., Iribarne, P., Adalyza, P., Rumeau, D. y López-Echagüe, C. (2021). Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo: aplicación del Análisis Causal Estratificado. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad — CTS*, 16(46), 167-197.



## **Controversia nuclear en España: la central de Lemóniz \***

### **Controvérsia nuclear na Espanha: a usina de Lemóniz**

### ***Nuclear Controversy in Spain: The Lemóniz Power Plant***

**Pablo Fernández-Arias, Ana Cuevas y Diego Vergara \*\***

En la segunda mitad del pasado siglo, en una etapa de apertura y de crecimiento tras años de represión y pobreza bajo un gobierno autoritario, España apostó por la energía nuclear como fuente de generación de energía eléctrica, importando varios diseños de reactores nucleares. Una de las centrales nucleares solicitadas fue Lemóniz, en el País vasco, con diseño de reactor de agua a presión (*pressurized water reactor* - PWR). La construcción de esta central abanderó un movimiento social y cultural en contra de esta tecnología y a favor de la protección del medioambiente en el país y de los valores identitarios de la región vasca. Además, la irrupción de la banda terrorista ETA en la controversia y el comienzo de la etapa de transición hacia la democracia reforzaron la toma de una decisión política a favor de una moratoria para todos los proyectos nucleares propuestos en España.

199

**Palabras clave:** historia de la tecnología; reactor de agua a presión; controversia social; Lemóniz

---

\* Recepción del artículo: 08/04/2020. Entrega de la evaluación final: 20/11/2020. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

\*\* *Pablo Fernández*: Universidad Católica de Ávila, España. Correo electrónico: pablo.fernandezarias@ucavila.es. *Ana Cuevas*: Instituto de Estudios de la Ciencia y la tecnología, Universidad de Salamanca, España. Correo electrónico: acuevas@usal.es. *Diego Vergara*: Universidad Católica de Ávila. Correo electrónico: diego.vergara@ucavila.es.

Na segunda metade do século passado, num estágio de abertura e crescimento após anos de repressão e pobreza sob um governo autoritário, a Espanha optou pela energia nuclear como fonte de geração de energia elétrica, importando vários projetos de reatores nucleares. Uma das usinas nucleares solicitadas foi Lemóniz, no País Basco, com um projeto de reator de água pressurizada (PWR, por suas siglas em inglês). A construção desta usina defendeu um movimento contra essa tecnologia e a favor da proteção do meio ambiente no país e dos valores de identidade da região basca. Além disso, o surgimento do grupo terrorista ETA na controvérsia e o início do estágio de transição para a democracia reforçaram a tomada de decisões políticas em favor de uma moratória para todos os projetos nucleares propostos na Espanha.

**Palavras-chave:** história da tecnologia; reator de água pressurizada; controvérsia social; Lemóniz

*In the second half of the 20th century, in a phase of openness and growth after years of repression and poverty under an authoritarian government, Spain chose nuclear energy as a source of electricity generation by importing several nuclear power reactor designs. One of the nuclear plants requested was the Lemóniz plant, in the Basque Country, with a pressurized water reactor (PWR) design. The construction of this nuclear power plant promoted a social and cultural movement against technology and in favor of protecting the environment in the country and the identity values of the Basque region. In addition, the intrusion of the terrorist group ETA into the controversy and the beginning of the transition to democracy reinforced the decision in favor of a moratorium for all nuclear projects proposed in Spain.*

**Keywords:** history of technology; pressurized water reactor; social controversy; Lemóniz

## Introducción

Problemas globales como el cambio climático o la escasez de recursos energéticos han situado a las energías renovables —eólica, solar, biomasa, etc.— como una opción ya no de futuro, sino de presente, mientras que las energías tradicionales procedentes de combustibles fósiles pierden su papel principal en los sistemas energéticos de los países más industrializados (Fernández-Arias *et al.*, 2014). Del mismo modo, la energía nuclear se ha visto desplazada de su posición preferente en el sistema energético de varios países, también por factores políticos, económicos, incluso técnicos, pero sobre todo por la elevada controversia social que ha existido y existe alrededor de su desarrollo y explotación.

En el caso de España, la situación actual de la tecnología nuclear para la generación de energía eléctrica se encuentra rodeada de incertidumbre. Otros asuntos de relevancia nacional relacionados con la energía nuclear, como la construcción de un almacén temporal centralizado para la gestión y el almacenamiento de los residuos nucleares de alta actividad generados en las centrales nucleares, así como el posible alargamiento de la vida útil de las centrales nucleares en operación en el país, están pendientes de las decisiones políticas y económicas que se puedan tomar en los próximos años.

Para comprender mejor la situación del desarrollo y la implantación de esta forma de generación de energía eléctrica en España, puede resultar relevante analizar el papel que los diferentes actores involucrados en la misma (tecnólogos, políticos, empresarios y sociedad) pudieron tener en su inicio y posterior desarrollo en la segunda mitad del siglo XX. A nivel mundial, la controversia social alrededor de la energía nuclear aumentó tras el lanzamiento de las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki en 1945, pero en España las reacciones de rechazo tuvieron lugar fundamentalmente en los últimos años del franquismo y en la etapa de transición democrática (Martínez, 2004). El caso más relevante de esta controversia social alrededor de la tecnología nuclear en España fue la construcción y posterior cancelación de la central nuclear de Lemóniz.

Aunque existen diferentes artículos que han afrontado la historia de la industria nuclear en España (De la Torre y Rubio-Varas, 2017; Sánchez, 2010; Sánchez y Menéndez, 2015) incluso desde una perspectiva económica y de producción de energía eléctrica (Cuerdo, 1999; Espejo, 2002), es interesante analizar la evolución de esta industria en España como un caso de controversia sociotecnológica. Recientemente, diferentes artículos han estudiado proyectos nucleares internacionales como origen de controversias sociotecnológicas (Gabriel, 2020; Peano, 2020). De manera general, definiríamos controversia sociotecnológica como un conflicto de opinión tecnológica o científica entre diversos actores y fuerzas sociales (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas, etc.) que participan de alguna manera en el proceso de desarrollo e implantación de un nuevo sistema tecnológico, ya sea por desacuerdo, discusión o debate (Díaz y Jiménez-Liso, 2012, p. 55). Dicho conflicto se caracteriza porque en él participan también organizaciones no gubernamentales o movimientos sociales que expresan en la esfera pública su posición respecto a los proyectos tecnológicos de gran magnitud (Andrés y Wursten, 2012, p. 190).

Estas controversias sociotecnológicas se han producido y se producen alrededor del mundo como consecuencia de la implantación de diferentes infraestructuras y tecnologías (Sannazzaro, 2011; Santiago, 2012; Souza y Yiridoe, 2014; Valderrama, 2016). En el caso de la historia de la industria nuclear en España en el pasado siglo XX, existe un caso que encaja en lo que puede considerarse una controversia sociotecnológica: el caso de la construcción de la central nuclear de Lemóniz (Vizcaya) en la década de los 70 y su posterior paralización ya entrada la etapa de transición democrática en la España de los años 80. Recientemente se ha estudiado el caso teniendo en cuenta elementos de carácter social (Aliende *et al.*, 2017; Fernández-Arias *et al.*, 2020), así como los distintos actores que tomaron parte en la controversia (Beorlegui, 2009; Bruni y Giacomucci, 1992; Douglass y Zulaika, 1990; López y Lanero, 2011).

Este artículo estudia la controversia sociotecnológica alrededor de la construcción y posterior paralización de la central nuclear de Lemóniz. Para lograr este objetivo, este artículo desarrolla una metodología estructurada en varias etapas. En primer lugar, una revisión bibliográfica relacionada con esta controversia. Posteriormente, la identificación de los principales actores involucrados y, finalmente, la caracterización de los principales factores influyentes en el inicio, desarrollo y posterior desenlace de esta controversia sociotecnológica.

## 1. El despertar nuclear en la España franquista

202

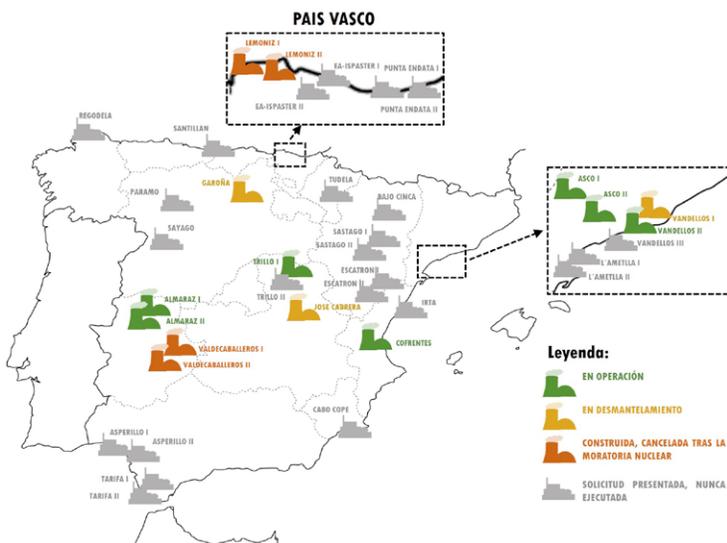
Han sido varios los estudios realizados cerca del origen y evolución de la implantación de la energía nuclear en España (Aliende *et al.*, 2017; Casals, 2017; De la Torre y Rubio-Varas, 2017; Espejo, 2002; Sánchez, 2010; Sánchez y Menéndez, 2015). Todos ellos muestran el colapso social, económico y cultural que provocó la Guerra Civil, colapso que se prolongó mucho más allá del fin del conflicto bélico. En el caso concreto del desarrollo de la energía nuclear en España, la década de los 50 fue clave: se creó la Junta de Energía Nuclear con el objetivo de aportar nuevos conocimientos en el proceso de producción de la energía nuclear; en 1953 se materializó el apoyo norteamericano al gobierno español con la firma del primer tratado diplomático entre ambos países; y a finales de este mismo año —tras la conferencia de Eisenhower sobre los usos pacíficos de la energía nuclear y el programa Átomos para la Paz— el gobierno español comienza a desarrollar su industria nuclear. La naturaleza militar del régimen de Franco, junto con la posibilidad de obtener uranio en minas nacionales, aumentó el interés por la tecnología. En este contexto de intereses políticos y estratégicos, se produjo la apertura del mercado español a las compañías estadounidenses para la construcción de las primeras centrales nucleares del país (Sánchez y Menéndez, 2015, pp. 74-75).

El afán aperturista del gobierno español a lo largo de la década de los 60 favoreció el cambio en la situación económica y social de España. Esta apertura generó cierto desarrollo tecnológico y la mejora económica de un país pobre y aislado. De forma impensable, uno de los países más necesitados de Europa Occidental entraba en el exclusivo mundo de los países explotadores de la energía nuclear como fuente de generación eléctrica.

Las interpretaciones fueron distintas: mientras los falangistas —fuerza política mayoritaria en esa época en España— lo consideraron como una posibilidad para la ampliación de la autonomía nacional, los tecnócratas por su parte encontraban en la tecnología una justificación para la liberación y apertura de la economía nacional. La Ley 25/1964, de 2 de abril sobre Energía Nuclear incentivó la nuclearización de España. Tras años de estancamiento tecnológico y económico, en julio de 1965 España comenzó a desarrollar una tecnología prácticamente desconocida, extranjera, que requería de un alto nivel de conocimiento científico y tecnológico, tanto para su desarrollo como para su implantación.

La primera central comenzó a construirse en Almonacid de Zorita (Guadalajara), junto al río Tajo, fue diseñada por Westinghouse con un reactor PWR (*pressurized water reactor*) con un único circuito primario con una potencia instalada de 150 MWe (**Gráfico 1**) y se la llamó José Cabrera en homenaje al presidente del Consejo de Administración de la compañía Unión Eléctrica Madrileña (Espejo, 2002, p. 68) y uno de los primeros impulsores de la construcción de centrales nucleares en España (Fernández-Arias *et al.*, 2020).

**Gráfico 1. Evolución de las centrales nucleares en España desde la década de los 50 hasta la actualidad**



Fuente: basado en De la Torre y Rubio-Varas, 2017

La central nuclear de Almonacid de Zorita fue la primera en completarse en el país tras 36 meses de construcción. La prueba funcional se realizó en marzo de 1968 y en junio de ese mismo año se realizó la carga del núcleo y la primera criticidad, a partir de la cual la central comenzó a suministrar a la red eléctrica nacional los primeros

kilovatios de origen nuclear. Durante esta década la opinión pública con respecto a la energía nuclear era inexistente en la España franquista, debido básicamente a la prohibición por parte del poderoso sistema de represión de cualquier expresión de oposición o cuestionamiento de las políticas del régimen. Sin embargo, esta situación de desentendimiento social sobre la temática nuclear tiene un punto de inflexión en 1966, dentro de los estrictos límites de libertad de expresión del régimen franquista. En este año, un bombardero americano impactó con un avión de repostaje mientras realizaba las maniobras habituales sobre las costas españolas (Vilarós, 2004). Cuatro bombas de hidrógeno Mk28 salieron despedidas del bombardero tras el impacto. Tres de ellas fueron encontradas en un pequeño pueblo de la costa almeriense llamado Palomares, aunque el explosivo convencional de dos de estas tres bombas ya había detonado tras el impacto, conllevando la liberación de ciertas cantidades de plutonio en la costa. La cuarta bomba fue recogida semanas más tarde en el Mediterráneo. Las consecuencias de este accidente hubieran sido peores si hubiesen detonado todas las bombas.

Este incidente podía deteriorar el modelo de reconversión turístico-inmobiliario español de la década de los 60, por lo que se tomaron medidas rápidas y excepcionales. Haciendo valer el control prácticamente omnímodo del gobierno franquista sobre la información mediática y tecnológica, el entonces ministro de turismo Manuel Fraga Iribarne y el embajador norteamericano mostraron al mundo a través de su famoso baño que la costa mediterránea española estaba no sólo libre de contaminación radioactiva, sino que se encontraba a disposición del capital financiero (necesario para llevar a cabo este modelo de reconversión). Posiblemente esta estrategia fuera efectiva en su vertiente mundial, ya que el resto del mundo observó el modelo turístico-inmobiliario adquirido en el país, que otorgaba la posibilidad de inversión de capital extranjero y argumentaba las expectativas de crecimiento de España. Por otro lado, la estrategia mostraba la capacidad de los Estados Unidos y su estructura diplomática para la resolución de problemas, así como para el liderazgo y la expansión internacional.

De manera que, el 14 de marzo de 1966, el gobierno español mostraba a los españoles a través del NODO las imágenes de la inauguración del parador de Mojácar (pueblo costero de la provincia de Almería), la celebración del gran premio de esquí de fondo de Navacerrada, y el histórico baño del ministro y el embajador, todo en un ambiente de normalidad y seguridad. Sin embargo, la perspectiva de los años permite afirmar que el incidente de Palomares, junto con la estrategia gubernamental de utilizar los medios de comunicación como herramienta para tranquilizar a la sociedad española de los sesenta, tuvo el efecto contrario y el incidente pudo dar lugar a una percepción del riesgo nuclear entre los españoles.

En 1971 entró en funcionamiento la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos). Un año más tarde lo hizo la central nuclear hispano-francesa de Vandellós I, situada en la provincia de Tarragona, con una potencia de 500 MWe. Esta primera fase de desarrollo de la industria nuclear española se basó en la diversificación tecnológica de sus tres centrales nucleares. La primera, José Cabrera, contaba con un diseño PWR suministrado por la compañía estadounidense Westinghouse gracias a diferentes acuerdos estratégicos con los Estados Unidos. La segunda, Santa María de Garoña, contaba con un reactor de diseño BWR suministrado por la compañía

General Electric, probablemente en una decisión tomada considerando los mismos factores que en el caso de José Cabrera, pero también como un gesto de buena voluntad por parte de los gobiernos español y estadounidense en el reparto del mercado español. Por último, en el caso de la central nuclear de Vandellós I, se tomó la decisión de instalar un reactor de tecnología grafito-gas, debido probablemente a la influencia del origen gallo del diseño y la cercanía a Francia de la ubicación, así como por la posibilidad de mantener relaciones económicas con el país vecino. Estas decisiones tecnológicas se vieron influenciadas por el objetivo de reducción de la dependencia energética y tecnológica del país. Lejos de ser una desventaja, esta diversidad tecnológica jugaría a favor de la estrategia de aprender y replicar procesos de los primeros contratos (De la Torre y Rubio-Varas, 2017).

En 1972 se aprobaba el Plan Energético Nacional (PEN), en el que se establecía la construcción de siete nuevos reactores que tendrían que entrar en servicio entre 1980 y 1983 y aportar una potencia, junto a las centrales ya en funcionamiento, de 15.000 MWe. Dentro de este plan se encontraba la construcción de la central nuclear de Lemóniz I y II (Vizcaya), cuyas obras de construcción comenzaron igualmente en 1972. Este proyecto, junto con el resto de proyectos incluidos en el Plan Energético Nacional de 1972, reavivó la preocupación social por la energía nuclear.

## 2. El origen de la controversia sociotecnológica de Lemóniz

Ubicada en el municipio de la provincia de Vizcaya homónimo —a menos de 40 kilómetros de Bilbao— la central nuclear de Lemóniz albergaría en su interior dos reactores nucleares de diseño PWR con tres circuitos primarios, suministrados por la compañía Westinghouse. Este diseño de reactor nuclear está actualmente operativo en otras centrales nucleares españolas como Ascó I y II, Vandellós II y Almaraz I y II (**Gráfico 1**).

205

Lemóniz I y II serían los dos primeros reactores nucleares de los seis que se proyectaron construir en el País vasco (**Gráfico 1**). En octubre de 1973, el Boletín Oficial de Guipúzcoa informó acerca de la solicitud de la autorización previa necesaria para construir una central nuclear en el enclave de Punta Mendata. Este anuncio alarmó a la tranquila localidad costera, que no estaba dispuesta a asumir riesgos innecesarios ni tampoco a padecer la preocupación del inminente inicio de las obras.

En mayo de 1974 se creó una comisión popular que representaría la oposición social a la central. Este caso de creación de una comisión popular en contra de la construcción de una central nuclear (Uriona, 2013) acabó convirtiéndose en uno de los principales movimientos antinucleares del mundo,<sup>1</sup> hasta el punto de que activistas extranjeros acudieron al País Vasco a analizar la movilización. Durante la etapa de

---

1. El origen de la lucha antinuclear en España se sitúa en 1972, con el proyecto de construcción de seis reactores nucleares en la costa vasca. Por otro lado, la lucha antinuclear es el origen del movimiento ecologista en España (Beorlegui, 2017; Menéndez, 2010; Sánchez y Menéndez, 2015; Urdangarin, 2013).

transición española, el movimiento antinuclear vasco buscó la movilización de la sociedad hacia la defensa de una comunidad “amenazada desde fuera”.

La reivindicación antinuclear se mezcló con otras propias de la época, como la amnistía de los denominados presos políticos y el derecho de autodeterminación de Euskalherria, extendiendo en cierta medida el discurso de ETA. Posteriormente, el movimiento se articuló bajo la reivindicación común con el resto de las provincias españolas del rechazo al ingreso de España en la OTAN. Su despegue fue espectacular en comparación con el resto del país gracias a su alianza con la izquierda abertzale, tanto que gran parte del movimiento quedó absorbido en los ochenta por la estrategia del partido político Herri Batasuna (HB).<sup>2</sup> El proyecto de construcción de las centrales nucleares en la geografía vasca fue impugnado y en 1977 se inicia la Comisión por una Costa Vasca No Nuclear, gestada a partir de asociaciones vizcaínas de vecinos, asociaciones de familias y centros culturales anudados bajo la pegatina creada en 1976 por el artista Eduardo Chillida<sup>3</sup> en contra de la construcción de centrales nucleares en la costa vasca.

Uno de los momentos más representativos de la fuerza del movimiento antinuclear vasco, así como de la polarización de su sociedad sobre el tema nuclear, fue el debate público que tuvo lugar en febrero de 1978 entre técnicos nucleares y miembros de la Comisión por una Costa Vasca No Nuclear acerca de la central nuclear de Lemóniz. Dicho debate, uno de los primeros celebrados en España entre la comunidad científica y la sociedad por una controversia tecnológica, aglutinó a más de mil personas durante más de dos horas en la iglesia de San José de Romo (Ceberio, 1978a). Los técnicos siempre manifestaron que la localización de la central nuclear en Lemóniz se había realizado siguiendo los mismos procedimientos aplicados en otros países del área capitalista o socialista. Entre los argumentos a favor de la central nuclear de Lemóniz se encontraban la disminución del grave déficit energético del País Vasco, cuya producción de energía eléctrica no cubría ni siquiera la mitad del consumo. Por otro lado, dentro de los argumentos en contra, destacaban la elevada densidad demográfica alrededor del emplazamiento y la escasa seguridad de la instalación.

A diferencia de la situación en el País Vasco, un estudio realizado ese mismo año por el Centro de Investigaciones Sociológicas en España reflejaba un elevado grado de desconocimiento en la población del resto del país sobre la energía nuclear. El 62% de los encuestados manifestó desconocer qué era la energía nuclear. El 56% manifestó desconocer la finalidad de la construcción de centrales nucleares y sólo un 20% percibía riesgo en las centrales nucleares (García, 1981, pp. 77-79).

En 1975 se anunció un nuevo Plan Energético Nacional (PEN-75) (Cuerdo, 1999), orientado hacia la oferta energética, en el que todo el peso recaía sobre el urgente cambio en los suministros energéticos. El petróleo debía rebajar su participación como fuente de energía, siendo reemplazado por otras posibilidades, entre ellas la

---

2. Partido político de la izquierda abertzale creado en 1978 y disuelto por el Tribunal Supremo español en 2003 (Fernández, 2010).

3. Escultor español, considerado uno de los más importantes del siglo XX.

energía nuclear. El objetivo era que la energía nuclear pasara de una participación en la producción de electricidad del 7,1% en 1975 a un 56% en 1985, lo que suponían unos 24.000 MWe de origen nuclear en 1985.

Al inicio de la década de los setenta, países industrializados como Estados Unidos, Francia y Reino Unido, identificaban la construcción y explotación de centrales nucleares como la solución ante la crisis energética. Por ello, la idea final que se traslucía del PEN-75 era una ambiciosa expansión de la oferta eléctrica de España, apoyándose en la energía nuclear. A las centrales nucleares ya en operación se unirían 24 más. Entre 1972 y 1976 se presentaron un gran número de solicitudes para llevar a cabo proyectos de centrales nucleares en España. Se concedieron 13 autorizaciones previas, incluyendo las correspondientes a las centrales nucleares de Almaraz I y II (Cáceres), Trillo I y II (Guadalajara), Ascó I y II (Tarragona), Vandellós II (Tarragona) y Cofrentes (Valencia).

En esta euforia nuclear por parte del gobierno se produjeron las primeras protestas antinucleares en el país. Tras la aprobación del PEN-75 tuvieron lugar numerosas manifestaciones locales y regionales alrededor de los nuevos proyectos nucleares propuestos. Pero, aunque existieran pequeñas similitudes en los factores influyentes en el movimiento antinuclear de las diferentes regiones, no existía homogeneidad en el mismo. De hecho, las protestas antinucleares comenzaron a mezclarse con los movimientos políticos y sociales con sentimiento nacionalista y a favor de la democracia. En regiones como Cataluña, País Vasco y Galicia, la proliferación de acciones masivas en contra de los proyectos de construcción de centrales nucleares se presentaba como una excelente oportunidad para la expansión de los movimientos nacionalistas bajo el lema tácito de “nos invade tecnología de fuera”.

207

En el caso concreto del País Vasco, la situación de indeterminación política tras la muerte de Franco fomentó que la acción ecologista se extendiera, comenzando a utilizar métodos subversivos y violentos: apagones de luz, campañas de desobediencia civil e impago de recibos, boicots en los puertos a los barcos con material destinado a Lemóniz, acciones directas contra las oficinas de Iberduero, conciertos de música, exposiciones de artistas vascos con Lemóniz como tema, boicots a las asambleas de accionistas, semanas antinucleares en escuelas y fábricas, *arrantzales* (pescadores) con sus barcos frente a la Cala de Basorbas, recursos legales y pleitos jurídicos, sabotaje continuado por parte de algunos trabajadores de la propia central, etc.

En 1978 y 1979, ETA se introdujo en el conflicto. Atentó contra las instalaciones de Lemóniz en varias ocasiones causando la muerte de tres trabajadores (Ceberio, 1978b; Steinhäusler, 2008). En la ejecución de uno de estos atentados contra la instalación, una patrulla de la Guardia Civil encargada de la vigilancia del emplazamiento mató a un terrorista de ETA. Un punto de inflexión para el movimiento antinuclear surgía con un hecho traumático producido el 3 de junio de 1979, en una manifestación programada en Tudela (Navarra) en contra de la propuesta de construcción de una central nuclear en la comarca, tras la cual una mujer, perteneciente a los comités estatales antinucleares, falleció a causa del disparo de un Guardia Civil (Goñi, 1979).

A finales de 1980, el gobierno español autorizó el almacenaje de combustible nuclear en la central. El parlamento vasco planteó la posibilidad de realizar una consulta popular sobre la apertura de la central, que nunca fue llevada a cabo. El gobierno de Adolfo Suárez argumentó que la propuesta no podía someterse a referéndum, ya que la competencia en materia energética recaía sobre el gobierno central y no sobre el autonómico (Angulo, 1981; Bruni y Giacomucci, 1992, pp. 149-150). En 1981 la banda terrorista decide tomar un papel destacado en la controversia, secuestrando y asesinando el 6 de febrero a José María Ryan, ingeniero jefe de Lemóniz (Unzueta, 1981). Numerosas instituciones, fuerzas políticas y personalidades, así como una gran parte de la sociedad vasca, se manifestaron sin éxito solicitando la liberación del ingeniero secuestrado.

Un año más tarde, el 5 de mayo de 1982, la banda terrorista asesina a Ángel Pascual Múgica, también ingeniero de la central nuclear. Tras el asesinato, se convocó una manifestación de rechazo. En palabras del investigador Raúl López Romo sobre esta convocatoria de manifestación:

“La primera vez que las instituciones llaman a movilizarse y en la pancarta pone explícitamente que es contra ETA (‘Con el pueblo, contra ETA’) es el Gobierno vasco en el 83 [...] Un año antes, el Gobierno vasco había convocado otra manifestación tras el asesinato de Ángel Pascual, ingeniero jefe de la central nuclear de Lemóniz, con el lema: «Democracia e instituciones, siempre. Dictadura y terrorismo, nunca». No se aludía expresamente a ETA y además los partidos y sindicatos desfilaron separados” (Iglesias, 2015).

208

A lo largo de este año, el gobierno vasco, con la intención de posibilitar la apertura de la central nuclear Lemóniz (Valverde, 1982), exigió una serie de medidas, como por ejemplo su participación en los beneficios de la central nuclear de Lemóniz, participación y adquisición de otras infraestructuras energéticas, y la creación de una entidad vasca para la gestión energética. Por último, en la etapa final de la controversia, tres terroristas fallecieron tras intentar colocar explosivos en varias instalaciones eléctricas, 93 personas resultaron heridas tras diferentes ataques y otras 183 fueron detenidas en actos antinucleares. En total, más de 300 atentados fueron perpetrados contra las instalaciones de la central nuclear de Lemóniz.

### **3. Factores en el final de la controversia sociotecnológica de la central nuclear de Lemóniz**

En 1977, los principales partidos políticos españoles a favor de la democracia se reunieron para establecer las pautas del proceso de transición. Dicha reunión, conocida como “Los Pactos de la Moncloa”, implicó también acuerdos en materia energética. Inicialmente, la propuesta del nuevo Plan Energético Nacional (PEN) era incrementar en un 37,7% la energía eléctrica de origen nuclear propuesta en el PEN-75; sin embargo, la reacción del movimiento antinuclear y la demanda de una moratoria nuclear temporal por parte de varios partidos políticos conllevó la revisión de este segundo PEN.

El debate sobre la política energética comenzó a tener un papel importante en los medios de comunicación. Esta revisión del PEN generó incluso la confrontación entre el Ministerio de Industria y el Ministerio de Economía, ya que el Ministerio de Industria de la época se oponía de facto a la propuesta realizada por el Ministerio de Economía de nacionalización de todas las centrales nucleares. Finalmente, el PEN de 1978 se aprobó manteniendo la opción nuclear como la solución para hacer frente al crecimiento de la demanda energética en el periodo comprendido entre 1978 y 1987, pero supuso una reducción de la tecnología nuclear como fuente de generación eléctrica, ya que en 1987 representaría el 37,2% de la producción eléctrica (Espejo, 2002, pp. 74-76).

En 1981 comienza la operación de la central nuclear de Almaraz I (Cáceres). En 1984 el gobierno socialista, cumpliendo con su promesa electoral, revisa el PEN vigente —que ya había sido revisado anteriormente en 1982— y limita las expectativas de la tecnología nuclear, reduciendo 5000 MWe de los contemplados inicialmente en el PEN de 1978. La potencia eléctrica instalada del sector nuclear en España quedó reducida a 7500 MWe, un 40% menos de la expectativa inicial planteada en el Plan Energético de 1978, que contemplaba la puesta en marcha de cuatro nuevas centrales nucleares: Cofrentes (Valencia), Ascó II (Tarragona), Vandellós II (Tarragona) y Trillo (Guadalajara), suministrando una potencia adicional de 3887 MWe. En 1984 comenzó un período de moratoria nuclear, paralizando la construcción de cinco centrales nucleares: Lemóniz I y II (Vizcaya) con una potencia de 930 MWe cada una, Valdecaballeros I y II (Badajoz) con una potencia de 975 MWe cada una, y Trillo II (Guadalajara) con 1041 MWe.

209

Las centrales nucleares de Trillo I (Guadalajara) y Vandellós II (Tarragona) no fueron incluidas en esta ordenación del sistema eléctrico y, una vez finalizada su construcción, entraron en funcionamiento. Sin embargo, otros proyectos que ya habían completado el proceso administrativo para su construcción fueron paralizados: Santillán (Cantabria), Sayago (Zamora), Vandellós III (Tarragona) y Regodela (Lugo). El principal argumento del gobierno (Monforte, 2015) fue la necesidad de adecuación de la capacidad de generación de energía eléctrica en España, en un periodo de caída de la demanda de energía eléctrica como consecuencia de la crisis del petróleo de los años 70.

Años más tarde, el Plan Energético Nacional de 1991-2000, aprobado en 1992, no contempló la finalización de las cinco centrales nucleares paralizadas tras la moratoria nuclear —entre ellas Lemóniz I y II (Vizcaya)— en sus previsiones sobre nueva capacidad de generación eléctrica hasta el 2000, ni el inicio de ninguna nueva central nuclear en España, aunque señalaba la notable contribución de la energía nuclear en la seguridad del suministro eléctrico en España. A finales de 1994 se aprobó la paralización definitiva de los proyectos de construcción de las centrales nucleares de Lemóniz I y II, Valdecaballeros I y II (Badajoz) y Trillo II (Guadalajara).

El optimismo nuclear en España —se llegaron a proyectar hasta un total de 25 emplazamientos con más de 35 reactores nucleares (**Gráfico 1**) aunque finalmente solo llegaron a funcionar una decena— se inició casi en paralelo con la crisis del petróleo de los años 70, a la que sucedió un período inflacionista y problemas con el

cambio de divisa con Estados Unidos. Desde una perspectiva política y económica, la decisión política de establecer una moratoria nuclear y la situación económica a nivel mundial a consecuencia de la crisis del petróleo anularon las expectativas de inversión de un sector muy intensivo en capital y, por lo tanto, muy sensible a cambios en los factores políticos y económicos. Por tanto, fue la caída de la demanda y el incremento de los costes financieros de unos proyectos cuya construcción podía durar hasta una década lo que motivó la llamada moratoria nuclear que supuso la paralización de la construcción de siete centrales nucleares en marcha.

En declaraciones recientes, el antiguo presidente Felipe González señalaba la seguridad y la responsabilidad derivada de la gestión de los residuos radiactivos como otras posibles razones que dieron lugar a la moratoria nuclear:

“Yo tomé la decisión de la moratoria [para construir nuevas centrales nucleares] hace veintitantos años por dos razones: la seguridad y el agobio y sobre responsabilidad que suponía la imposibilidad de eliminar los residuos radiactivos. Pero esas circunstancias han cambiado [...] gracias al incremento en la seguridad, con la mejora tecnológica de las instalaciones, y a los avances sustanciales en la gestión de los residuos, por lo que deberíamos replantearlo” (Jan y Méndez, 2006).

210

Los factores económicos y de seguridad, así como la gestión de los residuos radiactivos, jugaron un papel fundamental en el comienzo de la moratoria nuclear en España. Todos los proyectos nucleares en España fueron paralizados bajo esta premisa; sin embargo, en el caso de la construcción de la central nuclear de Lemóniz existieron dos factores añadidos: la acción terrorista de ETA y el elevado rechazo social a la instalación.

Analizando el primero, no fue el único caso en el que la organización terrorista enarbó la bandera ecologista; lo hizo también a finales de los 80 y comienzos de los 90 en el caso de la construcción de la autopista de Leizarán, consiguiendo que se desviara su trazado, y ya en la primera década del presente siglo con la construcción de la línea del tren de alta velocidad vasco, en la que incluso llegó a asesinar en 2008 a Inaxio Uria, propietario de una de las empresas participantes en el proyecto (Ormazabal, 2008). En cuanto al segundo factor, el elevado rechazo social, merece la pena resaltar cómo la situación de partida del País Vasco en cuanto a movimiento social era muy diferente al resto de España. El País Vasco estaba acostumbrado al movimiento obrero, la lucha contra la obligatoriedad del servicio militar, la lucha a favor del nacionalismo y la lucha contra el sistema autoritario (Vega y Pérez, 2000).

No existe acuerdo unánime sobre el grado de influencia que pudiera haber tenido ETA en el cese de la construcción de la central nuclear de Lemóniz, y es difícil afirmar que la entrada de este actor fuera determinante en el desenlace de esta controversia sociotecnológica. Sin embargo, son varios los autores que defienden que la banda terrorista ETA y a la izquierda *abertzale* sí tuvieron un papel relevante al frente de la controversia tecnológica (Chávarri, 2014; Uriona, 2013; Douglass y Zulaika, 1990, p.

250). Según estos, la banda tuvo la capacidad de fagocitar el movimiento antinuclear, en un primer momento de marcado carácter pacífico y enorme arraigo en la sociedad (de hecho, las movilizaciones contra Lemóniz fueron unas de las más apoyadas por la sociedad vasca en la segunda mitad del siglo XX).

Sin embargo, también se defiende que la principal causa del desenlace del caso Lemóniz se debió al elevado rechazo social que despertó la posibilidad de la construcción de una central nuclear en la costa vasca y tan cerca de grandes núcleos de población, un rechazo social que sería espontáneo, autónomo y que se extendió a todos los niveles de la sociedad (Uriona, 2013). Este movimiento social conectó perfectamente con el resto de movimientos pacíficos y se vio favorecido por el momento de transición política que se vivía en España, con una elevada eferescencia social y grandes movilizaciones. Según esta interpretación, la única y auténtica contribución de ETA fue el retraso en la construcción de la central, debido a sus amenazas, sabotajes y asesinatos. Con la perspectiva del tiempo es difícil saber si la intervención de la banda terrorista fue realmente determinante en la paralización de la construcción de la central nuclear, o si más bien esta fue una consecuencia de la situación internacional caracterizada por mostrar cada vez mayor rechazo y temor ante las centrales nucleares.

Este elevado rechazo social a la instalación pudo estar influido por algunas características de la sociedad vasca que la distinguen en cierto grado del resto de la sociedad española: i) una larga tradición industrial (Cuevas, 2004) y de lucha obrera; ii) un elevado nivel de conocimiento científico y técnico (con universidades orientadas hacia la ingeniería, centros tecnológicos, etc.); iii) un arraigado sentimiento “de lo nuestro”; iv) una elevada densidad demográfica; v) una destacable capacidad de organización; y vi) la existencia de elevados valores nacionalistas e independentistas.

211

En cuanto a posibles influencias extranjeras que también pudieron contribuir al desarrollo de la controversia en torno a la construcción de la central nuclear de Lemóniz, cabe destacar los dos accidentes nucleares más importantes (y previos a Fukushima) que se han producido: el accidente de TMI (Pensilvania, Estados Unidos) en 1979 y posteriormente, en 1986, las consecuencias del devastador accidente de la central nuclear ucraniana de Chernobyl. Sobre el programa nuclear francés, el autor James M. Jasper (1992) realizó una analogía de la situación de este programa a través de la mitología griega. Para este autor los grupos de actores principales en la controversia de la tecnología nuclear son: i) los dioses, encarnados en la figura de los gobiernos; ii) los titanes, representados por las grandes industrias nucleares y empresas eléctricas; y iii) los mortales, reflejo de la sociedad en general. Para este autor, la clave del éxito del programa nuclear francés está en el número extremadamente limitado de actores involucrados. Los mortales nunca jugaron un papel decisivo en la toma de decisiones tecnocráticas, ni fueron capaces de dificultar la rápida expansión, y dioses y titanes estuvieron coordinados por una pequeña élite tecnocrática.

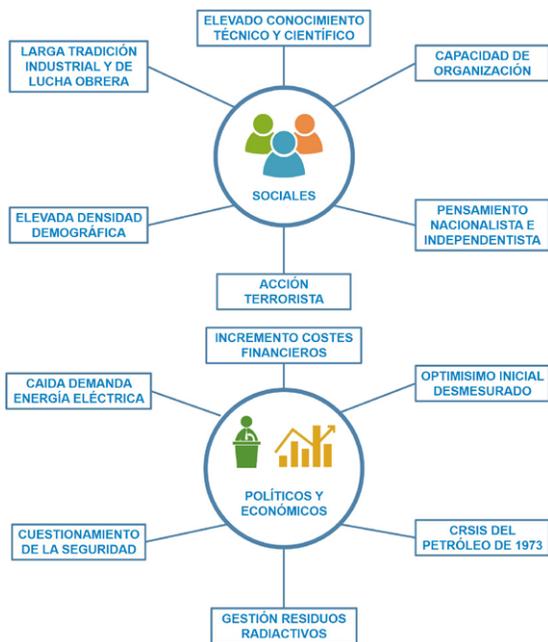
En el caso de la controversia tecnológica alrededor de la construcción de la central nuclear de Lemóniz, los actores involucrados –*stakeholders*– y el papel que estos jugaron fueron los siguientes: i) el gobierno vasco: en un contexto de transición democrática, en los primeros años de la década de los 80 planteó una serie de

medidas orientadas hacia la apertura de esta central nuclear, la participación social en la toma de decisiones y el reparto de sus beneficios; ii) el gobierno nacional: en los últimos años del gobierno franquista se impulsó la construcción de esta central; sin embargo, los primeros gobiernos democráticos se mostraron, a través de la moratoria nuclear, en contra de su entrada en operación; iii) la banda terrorista ETA: su irrupción en el conflicto influyó en el retraso en la construcción de la central nuclear; iv) la sociedad vasca: el elevado movimiento social, respaldado por el surgimiento del movimiento antinuclear, influyó en el rechazo generalizado hacia la instalación; y v) la compañía propietaria: aunque sufrió numerosos sabotajes y atentados a lo largo del proyecto de construcción de la central, mantuvo la expectativa de su finalización hasta la aprobación de la moratoria nuclear.

En esta controversia tecnológica, a diferencia del programa nuclear francés, existe una notoria influencia de “los mortales” de Jasper. No puede hablarse propiamente de construcción social de la tecnología, ni tampoco se puede enmarcar como un caso de determinismo tecnológico, ya que no se puede caracterizar como un proceso autónomo al margen de la intervención humana (Aibar, 1996). Más bien, se trata de un proceso de construcción sistémica de la tecnología, en la cual los aspectos sociales y organizativos pueden ser tan importantes como los propios artefactos físicos (Quintanilla, 2002, p. 20). A modo de resumen, en el **Gráfico 2** se muestran los factores más influyentes en la construcción de la central nuclear de Lemóniz.

212

**Gráfico 2. Factores influyentes en la controversia sociotecnológica de la central nuclear de Lemóniz**



Fuente: basado en Fernández-Arias, 2017

## Conclusiones

El caso de la construcción y posterior paralización de la central nuclear de Lemóniz (Vizcaya) refleja el ejemplo de mayor controversia sociotecnológica en materia nuclear de España. Se convirtió en uno de los primeros casos en el mundo en los que el rechazo social —junto con otros numerosos factores— daba como resultado el cese de un proyecto nuclear. Una de las características del caso de la central nuclear de Lemóniz es que la tecnología no llegó a ponerse en servicio. Factores económicos, de seguridad y la gestión de los residuos radiactivos influyeron en el desenlace, pero existen dos factores diferenciadores al resto de los casos de la implantación del diseño PWR en el mundo: la acción de una banda terrorista y el elevado rechazo social a una tecnología que quería ser implantada en una sociedad (la vasca) con una idiosincrasia particular.

Esta particular idiosincrasia de la sociedad vasca se caracteriza en los siguientes aspectos: i) una larga tradición industrial y de lucha obrera; ii) un elevado nivel de conocimiento científico y técnico; iii) un arraigado sentimiento “de lo nuestro”; iv) una elevada densidad demográfica; v) una destacable capacidad de organización; y vi) la existencia de elevados valores nacionalistas e independentistas.

En los años terminales del franquismo y la transición, la conflictividad socioambiental contribuyó a la democratización del régimen político al hacer evidente que las decisiones tomadas por las autoridades estaban cada vez más mediatizadas por la creciente incorporación de la población a prácticas políticas abiertas (López y Lanero, 2011). La etapa de la transición supuso un marco trascendental para que todos los actores y factores influyentes en la construcción de la central nuclear de Lemóniz fueran importantes. Sin el elevado rechazo de una sociedad capaz de organizarse y luchar contra una tecnología extranjera, no hubiese existido la entrada de un actor diferenciador a todos los casos mundiales de implantación de la tecnología nuclear como fue la banda terrorista ETA.

Los factores económicos y de seguridad también influyeron en que los reactores nucleares dejaran de ser una alternativa para el sistema eléctrico español. De todos modos, no se puede afirmar que estos factores, al igual que la actividad de la banda terrorista ETA, fueran tan determinantes como para suponer el fin del desarrollo tecnológico de esta fuente de generación eléctrica en España. Más de 30 años después de la finalización de la controversia sociotecnológica, sigue vigente el debate sobre los posibles usos alternativos de la infraestructura que aún permanece en pie.

Los actores involucrados actualmente en la controversia sociotecnológica —gobierno central y gobierno vasco— debaten sobre la determinación de un uso alternativo para la central nuclear abandonada, entre los cuales se encuentran la creación de una piscifactoría (Gorospe, 2017; Iglesias, 2017) o de un museo de la energía (Martínez, 2015). Este debate tiene su origen en las negociaciones llevadas a cabo por ambos gobiernos para la aprobación de los Presupuestos Generales del Estado (PGE) en 2017 y ha continuado a lo largo de nuevas negociaciones en posteriores años (Segovia, 2019). En esta nueva controversia sociotecnológica, sin la influencia del movimiento social originado con la construcción de la central nuclear ni las acciones

de la banda terrorista ETA, el gobierno vasco ha buscado la cesión por parte del Gobierno de España de los terrenos de la central nuclear de Lemóniz (Alonso, 2018). Tras la aprobación del fondo de reconstrucción de la Unión Europea a consecuencia de la pandemia del Covid-19, el gobierno vasco ha solicitado financiación al gobierno central para llevar a cabo la creación de una piscifactoría en Lemóniz (Fuentes, 2020; Segovia, 2020). En cualquier caso, no se contempla la posibilidad de construir una central nuclear en la zona.

## Bibliografía

Aibar, E. (1996). La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la Tecnología. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 76, 141-170.

Aliende, A., Luquin, A. y Garrido, J. (2017). "Nuclear fission technology in Spain: History and social concerns. *Public Understanding of Science*, 26(3), 307-324.

Alonso, J. M. (2018). Tres grupos inversores apuestan por una piscifactoría en la central maldita de Lemóniz. *El Confidencial*, 2 de diciembre. Recuperado de: [https://www.elconfidencial.com/espana/pais-vasco/2018-12-02/lemoniz-piscifactoria-central-nuclear-tres-grupos-inversores-tramites-administrativos\\_1674382/](https://www.elconfidencial.com/espana/pais-vasco/2018-12-02/lemoniz-piscifactoria-central-nuclear-tres-grupos-inversores-tramites-administrativos_1674382/).

214

Andrés, G. y Wursten, A. (2012). El 'conflicto de las papeleras' como controversia tecnocientífica: un caso de empoderamiento social y participación ciudadana. *Fundamentos en Humanidades*, 2, 185-199.

Angulo, J. (1981). Nueva controversia por el referéndum sobre la central nuclear de Lemóniz. *El País* 31 de mayo. Recuperado de: [https://elpais.com/diario/1981/05/31/espana/360108019\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1981/05/31/espana/360108019_850215.html).

Beorlegui, D. (2009). Los nuevos movimientos sociales en EuskalHerria: los movimientos ecologistas, pacifistas y antimilitaristas desde la transición hasta el cambio de siglo. *Sancho el Sabio*, 30, 161-185.

Bruni, L. y Giacomucci, G. (1992). ETA: historia política de una lucha armada, Parte 2. Navarra: Editorial Txalaparta.

Casals, V. (2017). Energía nuclear y movimientos sociales en Cataluña durante la transición política, 1975-1982. IV Simposio Internacional Historia de la Electrificación. Universitat de Barcelona.

Ceberio, J. (1978a). Primer debate público sobre la central de Lemóniz. *El País*, 9 de febrero. Recuperado de: [http://elpais.com/diario/1978/02/09/espana/255826822\\_850215.html](http://elpais.com/diario/1978/02/09/espana/255826822_850215.html).

Ceberio, J. (1978b). Dos muertos al estallar una bomba en la central de Lemóniz. El País 18 de marzo. Recuperado de: [https://elpais.com/diario/1978/03/18/espana/259023604\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1978/03/18/espana/259023604_850215.html).

Chávarri, I. (2014). La memoria varada de Lemóniz. El País, 4 de agosto. Recuperado de: [https://elpais.com/ccaa/2014/08/03/paisvasco/1407091797\\_785479.html](https://elpais.com/ccaa/2014/08/03/paisvasco/1407091797_785479.html).

Cuerdo, M. (1999). Evaluación de los planes energéticos nacionales en España (1975-1998). Revista de Historia Industrial, 15, 161-178.

Cuevas, A. (2004). La cultura tecnológica en la Corporación Cooperativa Mondragón (MCC). Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 1(2), 47-66.

De La Torre, J. y Rubio-Varas, M. M. (2017). ¿España nuclearizada? Origen, desarrollo y actores de la energía electronuclear, c. 1955-1985. IV Simposio Internacional Historia de la Electrificación. Universitat de Barcelona.

Díaz, N. y Jiménez-Liso, M.R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(1), 54-70.

Douglass, W. y Zulaika, J. (1990). On the interpretation of terrorist violence: ETA and the Basque political process. Comparative Studies in Society and History, 32(2), 238-257.

215

Espejo, C. (2002). La producción de electricidad de origen nuclear en España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 33, 65-78.

Fernández, G. (2010). El compañero ausente y los aprendices de brujo: orígenes de Herri Batasuna (1974-1980). Revista de Estudios Políticos, 148, 71-103.

Fernández-Arias, P. (2017). Análisis de los factores que influyeron en la evolución y desarrollo del reactor nuclear PWR (Tesis doctoral). Universidad de Salamanca.

Fernández-Arias, P., Cuevas, A. y Vergara, D. (2014). Historia de la evolución técnica de los reactores nucleares de agua a presión. Revista ArtaCToS, 6(1), 109-138.

Fernández-Arias, P., Vergara, D., Ordoñez-Olmedo, E. y Vidal, M. (2020). Tratamiento de la ciencia y la tecnología nuclear en el sistema educativo español. Revista Educativa Hekademos, 28, 1-16.

Fernández-Arias, P., Vergara, D. y Orosa, J. A. (2020). A global review of PWR Nuclear Power Plants. Applied Sciences, 10, 4434.

Fuentes, M. (2020). Hub del Hidrógeno, piscifactoría en Lemóniz y planta de baterías, en la lista vasca a la UE. Expansión, 5 de octubre. Recuperado de: <https://www.expansion.com/pais-vasco/2020/10/05/5f7b3157e5fdeafb4a8b45d8.html>.

García, M. (1981). El debate público sobre el uso de la energía nuclear. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 16, 57-90.

Goñi, F. (1979). Joven muerta por disparos de la Guardia Civil en la manifestación antinuclear de Tudela. *El País*, 5 de junio. Recuperado de: [https://elpais.com/diario/1979/06/05/espana/297381619\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1979/06/05/espana/297381619_850215.html).

Gorospe, P. (2017). Lemóniz: de central nuclear fallida a piscifactoría de gambas. *El País*, 8 de noviembre. Recuperado de: [https://elpais.com/economia/2017/11/08/actualidad/1510151292\\_317461.html](https://elpais.com/economia/2017/11/08/actualidad/1510151292_317461.html).

Iglesias, L. (2017). Viaje a la nuclear maldita de Lemóniz. *El Mundo*, 30 de mayo. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/cronica/2017/05/30/592870e8468aeb04678b4606.html>.

Iglesias, L. (2015). Raúl López Romo: La sociedad vasca creía que salir contra ETA era de 'fachas'. *El Mundo*, 1 de marzo. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/pais-vasco/2015/03/01/54f2de3722601d13658b456c.html>.

Jan, C. y Méndez, R. (2006). Felipe González propone revisar la moratoria nuclear en España. *El País*, 21 de octubre. Recuperado de: [http://elpais.com/diario/2006/10/21/internacional/1161381606\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2006/10/21/internacional/1161381606_850215.html).

Jasper, J. M. (1992). Gods, titans and mortals: patterns of state involvement in nuclear development. *Energy Policy*, 20(7), 653-659.

216

López, R. y Lanero, D. (2011). Antinucleares y nacionalistas. Conflictividad socioambiental en el País Vasco y la Galicia rurales de la transición. *Historia Contemporánea*, 43(2), 749-777.

Martínez, L. (2004). El movimiento ecologista. Lucha antinuclear y contra el modelo energético en España. *Mientras Tanto*, 91/92, 83-105.

Martínez, V. (2015). El 'esqueleto nuclear' de los 2.000 millones. *El Mundo*, 15 de noviembre. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/economia/2015/11/15/5644de4c22601d80208b4614.html>.

Menéndez, A. (2010). La legitimación de la energía nuclear en España: el fórum atómico español (192-1979) (Tesis doctoral). Universidad de Granada.

Monforte, C. (2015). La moratoria nuclear, aquel rescate financiero de las eléctricas. *Cinco Días*, 7 de febrero. Recuperado de: [http://cincodias.com/cincodias/2015/02/05/empresas/1423161623\\_306949.html](http://cincodias.com/cincodias/2015/02/05/empresas/1423161623_306949.html).

Ormazabal, M. (2008). ETA asesina a un empresario nacionalista. *El País*, 4 de diciembre. Recuperado de: [https://elpais.com/diario/2008/12/04/espana/1228345202\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2008/12/04/espana/1228345202_850215.html).

Peano, M. (2020). Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 15(43), 161-186.

Piaz, A. G. (2020). Riesgo, tecnología nuclear y resistencia en Formosa, Argentina: la controversia en torno al proyecto CAREM y la NPUO2. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 15(43), 109-136.

Quintanilla, M. A. (2002). Tecnología y Cultura. En E. Aibar y M. A. Quintanilla (Eds.), *Cultura y Tecnología. Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (15–38). Barcelona: Horsori.

Rodríguez, S. (1999). *El NO-DO, catecismo social de una época*. Madrid: Editorial Complutense.

Sánchez, L. (2010). *La legitimación de la energía nuclear en España: el fórum atómico español (1962-1979)* (Tesis doctoral). Universidad de Granada.

Sánchez, L. y Menéndez, A. (2015). Nuclear energy in the public sphere: anti-nuclear movements vs. industrial lobbies in Spain (1962–1979). *Minerva*, 53, 69-88.

Sannazzaro, J. (2011). Controversias científico-públicas. El caso del conflicto por las 'papeleras' entre Argentina y Uruguay y la participación ciudadana. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 6(17), 213-239.

Santiago, E. (2012). *La participación deliberativa en las controversias sociotécnicas: el caso de los puertos refugio en España* (Tesis doctoral). Universidad de A Coruña.

Segovia, M. (2020). Euskadi aspira a lograr 11.600 millones del fondo de reconstrucción europeo. *El Independiente*, 6 de octubre. Recuperado de: <https://www.elindependiente.com/espana/2020/10/06/euskadi-aspira-a-lograr-11-600-millones-del-fondo-de-reconstruccion-europeo/>.

Segovia, M. (2019). Sánchez da luz verde a la cesión de la central nuclear de Lemóniz para convertirla en piscifactoría. *El Independiente*, 15 de enero. Recuperado de: <https://www.elindependiente.com/politica/2019/01/15/sanchez-incluye-la-cesion-de-lemoniz-que-firmo-rajoy-para-hacer-una-piscifactoria/>.

Souza, C. D. y Yiridoe, E. K. (2014). Social acceptance of wind energy development and planning in rural communities of Australia: a consumer analysis. *Energy Policy*, 74, 262-270.

Steinhäusler, F. (2008). Countering security risks to nuclear power plant. *International Symposium on the Peaceful Applications of Nuclear Technology in the GCC Countries, Nuclear Power*, 5(4).

Unzueta, P. (1981). 10.000 personas se manifiestan en Bilbao para pedir la libertad de José María Ryan. *El País*, 6 de febrero. Recuperado de: <http://www.march.es/ceacs/biblioteca/proyectos/linz/Documento.asp?Reg=r-71140>.

Urdangarin, C. (2013). El movimiento antinuclear cumple 50 años. *Diario Vasco*, 7 de agosto. Recuperado de: <http://www.diariovasco.com/20130807/local/bajo-deba/movimiento-anti-nuclear-cumple-201308070841.html>.

Uriona, A. (2013). El tabú de Lemóniz. *Eldiario.es*, 17 de diciembre. Recuperado de: [https://www.eldiario.es/norte/euskadi/tabu-Lemoiz\\_0\\_204030317.html](https://www.eldiario.es/norte/euskadi/tabu-Lemoiz_0_204030317.html).

Valderrama, M. (2016). Siguiendo los hipervínculos de controversias socio-técnicas: el caso de Hidroyés. *Virtualis*, 7(14), 171-204.

Valverde, A. (1982). El Gobierno vasco quiere crear una entidad autónoma de energía dentro del 'paquete' de negociaciones sobre Lemóniz. *El País*, 18 de febrero. Recuperado de: [http://elpais.com/diario/1982/02/18/economia/382834804\\_850215.html](http://elpais.com/diario/1982/02/18/economia/382834804_850215.html).

Vega, R. y Pérez, C. (2000). Radical unionism and the workers' struggle in Spain. *Latin American Perspectives*, 27(5), 111-133.

Vilarós, T. (2004). El baño del ministro y el embajador: Fraga y Duke en Palomares, 1966. *Res Publica*, 13(14), 247-262.

218

### **Cómo citar este artículo**

Fernández-Arias, P., Cuevas, A. y Vergara, D. (2021). Controversia nuclear en España: la central nuclear de Lemóniz. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 199-218.

**Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações  
de interdependência e qualidade de vida  
relativas à ciência e à tecnologia \***

**Concepciones de estudiantes de educación secundaria  
sobre las relaciones de interdependencia y calidad de vida  
relativas a la ciencia y a la tecnología**

***Ideas Held by High School Students  
Regarding Interdependent Relations and Quality of Life  
Relative to Science and Technology***

**Rafael Schepper Gonçalves, Paulo Henrique Dias Menezes,  
Amanda Batista dos Santos, Ángel Vázquez-Alonso  
e Walmir dos Reis Miranda Filho \*\***

Na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para a educação espera-se que os estudantes alcancem conhecimentos básicos e úteis sobre ciência e tecnologia para que sejam capazes de se posicionar de maneira fundamentada e crítica diante de processos decisórios da sociedade. A pesquisa relatada neste trabalho integra o Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS) e procurou investigar as concepções de caráter CTS de estudantes da educação básica. Para isso, foi utilizado o questionário de opiniões sobre ciência, tecnologia e sociedade (QOCTS) em uma amostra de 82 estudantes do ensino médio de uma escola pública federal do Estado de Minas Gerais, Brasil, no intuito de identificar e diagnosticar traços positivos ou negativos dessas concepções que possam ser associados à educação escolar. Com os resultados foi possível verificar que os estudantes ainda não compreendem suficientemente os aspectos CTS, mais especificamente sobre a interdependência/qualidade de vida relacionadas à ciência e à tecnologia, a adoção de novas tecnologias e as implicações destas para a sociedade.

219

**Palavras-chave:** ensino médio; CTS; QOCTS; PIEARCTS

---

\* Recebimento do artigo: 15/04/2020. Entrega da avaliação final: 03/08/2020.

\*\* *Rafael Schepper Gonçalves*: Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil. Correio eletrônico: rafa.schepper@gmail.com. *Paulo Henrique Dias Menezes*: Universidade Federal de Juiz de Fora. Correio eletrônico: paulo.menezes@ufjf.edu.br. *Amanda Batista dos Santos*: Universidade Federal de Juiz de Fora. Correio eletrônico: amandab.dsantos@hotmail.com. *Ángel Vázquez-Alonso*: Universidade das Ilhas Baleares, Espanha. Correio eletrônico: angel.vazquez@uib.es. *Walmir dos Reis Miranda Filho*: Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Correio eletrônico: walmir.reis.miranda.filho@gmail.com.

En el enfoque de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) para la educación, se espera que los estudiantes adquieran conocimientos básicos y útiles sobre ciencia y tecnología y sean capaces de posicionarse de manera fundamentada y crítica ante los procesos decisivos de sus sociedades. La investigación presentada en este trabajo es parte del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) y buscó indagar en las concepciones de carácter CTS de los estudiantes de educación básica. Para ello se preparó un cuestionario que fue respondido por 82 estudiantes de educación secundaria de una escuela pública federal del Estado de Minas Gerais, Brasil, con el fin de identificar y diagnosticar rasgos positivos o negativos de estas concepciones que puedan asociarse con la educación escolar. Se pudo constatar que los estudiantes aún no comprenden suficientemente los aspectos CTS, más específicamente la interdependencia y la calidad de vida relacionadas con la ciencia y la tecnología, la adopción de nuevas tecnologías y sus implicancias para la sociedad.

**Palabras clave:** educación secundaria; CTS; QOCTS; PIEARCTS

*In the science, technology and society (STS) approach to education, it is expected that students acquire basic and useful knowledge about science and technology, so that they may be capable of positioning themselves in their societies' decision-making processes in a well-founded and critical manner. The research presented in this paper is part of the Ibero-American Project Evaluation of Attitudes Related to Science, Technology and Society (PIEARCTS, due to its initials in Spanish), and sought to investigate the ideas held in regard to STS by students in basic education. To this end, a questionnaire about views on science, technology and society was given to 82 high school students from a federal public school in the state of Minas Gerais, Brazil, with the aim of identifying and diagnosing the positive or negative traits of these ideas that could be associated with school education. The results show that students do not yet understand STS issues, mainly the interdependence/quality of life related to science and technology, the adoption of new technologies and their influence on our societies.*

**Keywords:** secondary education; STS, QOCTS; PIEARCTS

## Introdução e justificativas

É reconhecido que a ciência e a tecnologia têm uma presença notória e significativa na sociedade atual. Suas repercussões na economia, política, educação e cultura põem em relevo seu destacado papel nas decisões tanto pessoais quanto coletivas de uma sociedade globalizada. Como consequência, uma necessidade premente da educação é a de fazer com que todas as pessoas alcancem conhecimentos básicos e úteis sobre ciência e tecnologia para que possam participar de forma consciente e ativa dessas decisões, ou seja, que as tornem minimamente alfabetizadas em ciência e tecnologia.

Nesse sentido, a alfabetização científica e tecnológica configura-se em um dos principais objetivos básicos e prioritários de uma educação inclusiva e para todas as pessoas. Essa alfabetização deveria orientar os currículos das ciências da natureza no sentido de alinhar seus objetivos e conteúdos em contextos úteis para todos os estudantes no exercício pleno da cidadania, sendo este um princípio básico da orientação CTS (Bennàssar-Roig *et al.*, 2011; Santos; Mortimer, 2000). De acordo com Antonioli *et al.*, 2012:

“Entender um pouco da Natureza da Ciência durante a aprendizagem das suas diferentes disciplinas constitui um passo importante quando o objetivo é a alfabetização científica e tecnológica [...]. Para isso é necessária a compreensão de elementos de diferentes áreas como história, filosofia e sociologia. O estudo dessa natureza perpassa a construção do conhecimento científico e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade” (Antonioli *et al.*, 2012, p. 152).

221

Muitas vezes o propósito interdisciplinar da perspectiva CTS apontada por Antonioli (2012) passa despercebida por estudos da área. Os especialistas reconhecem que a compreensão da natureza da ciência e tecnologia (NdC&T) é um dos componentes essenciais da alfabetização científica, cujo objetivo é a compreensão de suas implicações e aplicações na sociedade e o conhecimento epistêmico para além dos conceitos (fatos e princípios), i.e., das leis e teorias que formam o corpo de conhecimentos básicos da ciência e da tecnologia, que tradicionalmente constitui o núcleo central do ensino de ciências, à margem do enfoque didático adotado (Antonioli *et al.*, 2012; Bennàssar-Roig *et al.*, 2011; Chrispino *et al.*, 2017; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Gordillo *et al.*, 2009; Schepper, 2014).

Nos últimos anos, proliferaram-se pesquisas orientadas a conhecer o grau da compreensão da NdC&T de estudantes, e significativos êxitos foram alcançados (Antonioli, 2012; Bennàssar-Roig *et al.*, 2011; Chrispino *et al.*, 2017; Vázquez *et al.*, 2006). Entretanto, Antonioli *et al.* (2012) asseveram que essa compreensão ainda é controversa, pois não há consenso entre especialistas de diversos campos do conhecimento. Os autores também ponderam que identificar correlações e divergências entre os pensamentos de especialistas e compará-los com as concepções de estudantes pode contribuir para o descobrimento de como introduzir a natureza da ciência no currículo escolar. Conhecer a compreensão de alunos e de alunas sobre as diversas facetas do conhecimento ligadas à natureza da ciência pode

possibilitar uma inserção mais qualificada de seus conteúdos em sala de aula. Nesse sentido, as contribuições de Erduran e Dagher (2014) e Manassero e Vázquez (2019) oferecem uma re-conceitualização da natureza da ciência e da tecnologia que ajuda a organizar e estruturar esse campo. Ambos coincidem ao propor duas áreas principais e relacionadas, por um lado, os aspectos sociais e, por outro, os aspectos epistêmicos da ciência e da tecnologia.

Entende-se, ainda, que a ciência escolar não deve perder de vista a importância de prover ao educando, além dos conhecimentos científicos e tecnológicos propriamente ditos, informações de caráter axiológico (como fraternidade, solidariedade, respeito ao próximo, equidade), incluídos na dimensão social da natureza da ciência e tecnologia. Para o exercício da cidadania é preciso ter consciência do outro nos moldes que já foram destacados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do ensino médio, quando explicitam o necessário “fortalecimento dos laços de solidariedade e de tolerância recíproca; formação de valores; aprimoramento como pessoa humana; formação ética; exercício da cidadania” (Brasil, 1999, p. 161).

Essas noções alinham-se às convicções teóricas de Santos e Mortimer (2000), ao afirmarem que é fundamental evidenciar o poder de influência que os educandos podem ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos vinculados à ciência e à tecnologia. Nesse sentido, os alunos podem ser estimulados a participar de forma democrática na sociedade por meio da expressão de suas opiniões. No entender desses autores, tal estímulo poderia ser realizado

222

“... levando-se os alunos a perceberem o potencial de atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas, sindicatos [...] Pode-se mostrar o poder do consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que consumir. Além disso, as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo [...]. Questões dessa natureza propiciarão ao aluno uma compreensão melhor dos mecanismos de poder dentro das diversas instâncias sociais” (Santos e Mortimer, 2000, p. 10).

Importa ressaltar que se defende aqui a ideia de uma ciência arraigada em temas controversos, que geralmente não são abordados nas salas de aula do ensino médio. Isso faz pensar um pouco mais sobre a ciência escolar, que geralmente fomenta uma visão empírico-indutivista de construção do conhecimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001). De outra maneira, entende-se que a “ciência é rica em controvérsias, que são, naturalmente, despertadoras de interesses e discussões, mas [...] pouco disso é explorado” (Antonioli *et al.*, 2012, p. 156).

Hoje, cada vez mais, os conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade consideram a qualidade na inovação de um ensino de ciências destinado a alcançar a alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas. Acevedo-Díaz, Vázquez e Manassero (2003) realçam que os princípios e orientações do enfoque CTS na educação relacionam-se com a educação tecnocientífica e são uma resposta sólida a inúmeros dos novos desafios educativos planteados por ela.

Nesse contexto, destaca-se a relevância de se conhecer as concepções de caráter CTS dos estudantes, uma vez que essas refletem diretamente nas suas atitudes como cidadãos (Schepper, 2014). De outro modo, a compreensão adequada da NdC&T por parte de alunos e alunas tem sido identificada, por vários autores, como um dos aspectos essenciais da alfabetização tecnocientífica (Acevedo-Díaz; Vázquez; Manassero, 2003). Na compreensão de Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), alicerçada nas ideias de Paulo Freire, “a alfabetização [num sentido mais amplo] deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”. Essa compreensão vai ao encontro do que se espera do enfoque CTS.

Para Chrispino *et al.* (2017):

“Um dos objetivos dos estudos CTS, talvez aquele que alcance quase a unanimidade dos pesquisadores da área, é a possibilidade de garantir maior empoderamento para o cidadão participar da tomada de decisão nos assuntos relativos a ciência e tecnologia, com implicações diretas em sua vida em sociedade [...] *O trabalho na base da cadeia de conhecimento formal visa alcançar em última instância o almejado empoderamento, pois a transformação que buscamos só é possível quando o conhecimento consegue alcançar camadas mais críticas, começando pelo professor até chegar aos alunos [...] Muito já foi feito, mas o caminho ainda se apresenta cheio de desafios e oportunidades para, entre outras coisas, tornar o cidadão mais preparado para participar das decisões que envolvem a tríade ciência, tecnologia e sociedade*” (Chrispino *et al.*, 2017, p. 109-110, grifo nosso).

223

Partindo dessas ponderações, entende-se que seja relevante para o ensino de ciências de forma geral e, particularmente para educação CTS, a elaboração de pesquisas cujo intuito seja investigar as concepções sobre a compreensão das relações CTS que os estudantes da educação básica possuem, pois compreende-se que o diagnóstico individual dessas concepções pode apresentar importantes implicações educativas para o ensino de ciências. Essa possibilidade resulta especialmente valiosa se combinada com a pluralidade e diversidade de crenças observadas nos indivíduos. Assim, os resultados deste trabalho podem apontar não só as concepções CTS dos estudantes do ensino médio, mas também contribuir para ampliação de ações educativas mais efetivas voltadas para a formação de indivíduos cômicos de sua responsabilidade frente a processos decisórios que exigem conhecimentos sobre a natureza social da ciência e da tecnologia (Vázquez *et al.*, 2006).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram feitos dois questionamentos, aos quais procura-se responder ao longo deste relato de investigação: Qual a compreensão dos estudantes sobre a possibilidade de investimentos em ciência e tecnologia? Que concepções sobre o implemento de novas tecnologias os estudantes adquiriram durante a educação básica?

A amostra da pesquisa foi composta por 82 estudantes do ensino médio de um colégio de aplicação de uma universidade pública do estado de Minas Gerais (Brasil). Na próxima secção, detalharemos os aspectos metodológicos da pesquisa.

## 1. Procedimentos Metodológicos: PIEARCTS e QOCTS

A presente investigação ocorreu no âmbito do PIEARCTS (Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade), que é uma investigação cooperativa internacional desenvolvida por pesquisadores e pesquisadoras de sete países ibero-americanos (Argentina, Brasil, Colômbia, Espanha, México, Portugal e Uruguai) (Bennassar-Roig *et al.*, 2011). O ponto fulcral desse projeto é o diagnóstico da compreensão de estudantes e professores sobre a natureza da ciência e da tecnologia (NdC&T) com o intuito de: identificar os pontos fortes e frágeis e informar sobre isto; renovar o ensino e aprendizagem da ciência e tecnologia (planejamento, *design*, inovação do currículo); melhorar a formação inicial e continuada de professoras e professores; e comparar resultados e consolidar equipes de investigação nos países participantes.

Nas palavras de Maciel *et al.* (2009), são metas do PIEARCTS: a construção de uma educação CTS centrada na promoção de capacidades de pensamento e de valores; a aproximação da educação CTS com a investigação e as práticas docentes; a educação pela ciência caracterizada como formação para a cidadania; a investigação didática com vista a fundamentar as práticas didático-pedagógicas e promoção, em todas as instituições e países, da cultura científica.

Segundo Bennassar-Roig *et al.* (2011), as investigações sobre a compreensão da NdC&T utilizam diversas metodologias (qualitativas e quantitativas) e instrumentos (entrevistas, observações, informes, notas de campo, questionários, etc.). Nas últimas décadas, a maior parte dessa investigação realizou-se com instrumentos de lápis e papel orientados a medir a compreensão sobre a empresa científica, os cientistas e os métodos e fins da ciência direcionados a conhecer a percepção sobre a natureza do conhecimento científico. Além das limitações para obter informações relevantes sobre a NdC&T, seus defeitos metodológicos têm gerado críticas importantes:

- A hipótese da percepção imaculada, segundo a qual supõe-se que o pesquisador e a pessoa entrevistada percebem e compreendem o texto de um questionário da mesma maneira;
- Os instrumentos que, através das opções oferecidas impõem os preconceitos e crenças de seus elaboradores, de maneira que os resultados terminam atribuindo às pessoas investigadas opiniões que são mais produtos do instrumento aplicado do que uma representação fiel das ideias dos entrevistados;
- A escassa validade de conteúdo, que dificulta a discriminação entre valores numéricos que correspondem a posições diferentes “apropriadas” ou “inapropriadas”;
- A falta de unidimensionalidade do constructo avaliado, necessária para validar os resultados métricos e as interpretações.

Essas críticas coincidiram com o auge das metodologias qualitativas em educação, que indicaram uma mudança de paradigma, substituindo-se a instrumentação por metodologias próprias (entrevistas, questionários abertos, observações, estudos de casos, etc.), as quais revelam melhor os processos de pensamento e, ao mesmo tempo, evitam, ou minimizam, as críticas anteriores e os condicionantes de confiabilidade e validade quantitativos. Entretanto, sua representatividade costuma ser muito limitada, porque operam com amostras pequenas e consomem muito tempo e recursos, sobretudo porque ocultam potenciais traços e pontos críticos da investigação, em especial as interpretações dos múltiplos registros abertos (Lederman, 1992).

O dilema entre métodos qualitativos e quantitativos foi abordado por Aikenhead, Ryan e Fleming (1989), que comparou a validade de diversos instrumentos, como escalas Likert; entrevistas e questionários de múltipla escolha empiricamente desenvolvidos. O autor concluiu que estes últimos, confeccionados mediante perguntas abertas e entrevistas prévias, constituem uma terceira via muito valiosa, pois combinam as vantagens dos instrumentos fechados com a riqueza de entrevistas e métodos qualitativos, ao mesmo tempo que evitam as objeções dos questionários (percepção imaculada ou imposição de esquemas prévios).

Em consequência, Aikenhead, Ryan e Fleming (1989) elaboraram um banco de itens abertos: *Views on Science, Technology and Society* (VOSTS), que foi desenvolvido e adaptado para diversas amostras de diferentes idades. Esses itens planteiam uma visão sólida sobre a NdC&T, que inclui aspectos epistemológicos; as relações internas e externas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, e trazem, inclusive, atitudes relacionadas a inclusão de questões da NdC&T na educação científica. Os questionários desenvolvidos empiricamente são instrumentos normalizados que podem constituir uma alternativa válida às metodologias qualitativas, em especial quando se pretende realizar estudos representativos e comparativos de populações que requerem amostras grandes, pois sua aplicação é mais viável em tempo, custo e recursos (Vázquez *et al.*, 2006).

225

O Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS<sup>1</sup>) de Acevedo-Díaz, Vázquez e Manassero (2003) é o resultado da adaptação de alguns desses questionários desenvolvidos empiricamente — especialmente, o VOSTS — às línguas e culturas espanhola e portuguesa. A metodologia de uso desses questionários tem progredido muito desde o limitado modelo de resposta única, utilizado por alguns autores, até um novo modelo de resposta e análise múltiplas, muito mais potente e informativo, que permite a utilização da estatística inferencial.

Em relação à avaliação do ensino e da aprendizagem da NdC&T uma das linhas de investigação didática aberta é, precisamente, a meta-análise crítica dos diversos instrumentos e metodologias de pesquisa empregados para conhecer e validar as concepções e opiniões sobre a NdC&T em diversas populações (Vázquez *et al.*, 2006). Com esse fim, constrói-se o QOCTS, que na atualidade está acreditado como um dos

---

1. Tradução do espanhol de *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

melhores instrumentos de papel e lápis para avaliar a compreensão da NdC&T, com amplo uso em teses e dissertações.

No modelo de respostas múltiplas, cada uma das frases optativas é valorada pelo respondente, de modo que se maximiza a informação disponível para avaliar sua concepção. O respondente valora em cada tema, sobre uma escala de nove pontos, seu grau de acordo ou desacordo com uma das frases. Com o intuito de elucidar essa dinâmica, a seguir apresenta-se um trecho da Forma I (FI) questão 10412 do QOCTS<sup>2</sup> como exemplo de questão. Nele, pede-se que se atribua um valor relativo ao grau de concordância pessoal com cada uma dessas frases, escrevendo no quadrado à esquerda da frase o número que representa a sua opinião, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:

**Quadro 1. Escala usada para valorar as questões do QOCTS**

Desacordo				Indeciso	Acordo				Outros <sup>3</sup>	
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	NE	NS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Fonte: autores

226

**Quadro 2. Exemplo de uma questão do QOCTS**

<b>Exemplo de questão com respostas</b>	
(Os números situados na coluna da esquerda representam as respostas que deve escrever; os valores neste exemplo são fictícios e não devem ser tomados como referência para mais nada).	
<i>10412 A ciência influencia a tecnologia?</i>	
1	A. A ciência não tem muita influência na tecnologia.
6	B. Tecnologia é ciência aplicada.
8	C. O avanço na ciência conduz a novas tecnologias.
9	D. A ciência torna-se mais valiosa quando se usa na tecnologia.
7	E. A ciência é o conhecimento base para a tecnologia.
8	F. Os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura.
2	G. A tecnologia é a aplicação da ciência para melhorar a vida.

Fonte: Manassero, Vázquez, Acevedo-Díaz e Paixão (2012)

2. O questionário completo, Formas I e II, em português e espanhol, pode ser encontrado em Bennassar-Roig *et al.*, 2011.  
3. Em que NE significa “Não a entendo”, e NS quer dizer “Não sei”.

Cada uma das frases relacionadas à questão pode ser classificada em (Vázquez *et al.*, 2006): i) adequada: a proposição expressa uma opinião apropriada desde a perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência; ii) plausível: ainda que não completamente adequada, a proposição expressa alguns aspectos apropriados, desde a perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência; ou ingênua: a proposição expressa uma opinião inapropriada ou não plausível.

É preciso destacar que as valorações diretas constantes no **Quadro 1** transformam-se depois em um índice atitudinal, normalizado no intervalo [-1, +1], mediante a métrica que opera tendo em conta a categoria de cada frase (adequada, plausível ou ingênua), classificada previamente por especialistas. Os índices atitudinais são indicadores quantitativos das concepções e atitudes dos respondentes. Medem o grau de sintonia da pontuação direta, outorgada pelos entrevistados, com o padrão categorial classificado pelos especialistas. Quanto mais positivo e próximo do valor máximo (+1) é um índice, mais adequada e informada se considera a concepção; e quanto mais negativo e próximo de (-1), mais ingênua ou desinformada. Ainda que a metodologia empregada seja quantitativa, também permite e fundamenta interessantes análises qualitativas (Vázquez *et al.*, 2006).

Nesse sentido, considera-se o potencial do modelo de repostas múltiplas do QOCTS para criação de uma base de dados, podendo utilizar-se de uma estatística interessante que, associada a outros métodos qualitativos, poderá gerar ricas e confiáveis informações sobre as concepções dos sujeitos em relação à tríade CTS. Por isso, defende-se a relevância do QOCTS como uma das ferramentas de coleta de dados para o desenvolvimento do estudo defendido nessa investigação.

227

Os indivíduos participantes da pesquisa responderam de maneira anônima ao QOCTS, o que permitiu obter uma série de variáveis quantitativas de concepções CTS: o índice atitudinal de cada frase; o índice atitudinal de categoria que, conforme dito anteriormente, pode ser adequada, plausível ou ingênua. Estas categorias serão detalhadas na seção Discussão dos Resultados.

A amostra deste estudo foi composta por 82 estudantes do ensino médio do colégio de aplicação de uma universidade pública do Estado de Minas Gerais (Brasil), que se dispuseram a participar de forma voluntária por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre Esclarecido, tendo sido resguardadas todas as questões éticas com o respaldo e aprovação do Comitê e Ética em Pesquisa Humana da universidade em questão.

O desenho da amostra foi pensado para obter um mapa com as compreensões de estudantes sobre os temas “Ciência e tecnologia” e “Construção social da tecnologia”, cujos respectivos subtemas são: “Interdependência/qualidade de vida” e “Decisões tecnológicas” (Bennassar-Roig *et al.*, 2011) (**Quadro 3**). Cabe aclarar que as questões utilizadas apresentam de cinco a dez frases CTS, cujas respostas foram avaliadas por juízes especialistas (professores formadores e professores de ciências, filósofos, pesquisadores em didática das ciências).

**Quadro 3. Questões dos temas “Ciência e tecnologia”  
e “Construção social da tecnologia”**

<b>Tema</b>	<b>Subtema</b>	<b>Questão</b>
Ciência e tecnologia	Interdependência/qualidade de vida	10421
Construção social da tecnologia	Decisões tecnológicas	80131

Fonte: autores

Para melhor esclarecimento do leitor, apresentamos no **Apêndice** as duas questões que foram utilizadas para coleta de dados. O próximo tópico apresenta a discussão dos resultados obtidos nesta pesquisa.

### **3. Discussão dos resultados**

O maior interesse educativo dos resultados obtidos encontra-se em identificar e diagnosticar os traços mais positivos ou mais negativos das concepções pessoais e grupais dos alunos, através dos índices das frases e questões específicas. O motivo é que esses traços são bons indicadores das necessidades de formação e desenvolvimento na educação científica e tecnológica.

Os países participantes do PIEARCTS promovem uma seleção de 30 questões, dividindo-as em dois questionários (FI e FII). O FI apresenta 15 questões com um total de 99 frases embutidas. Já o FII possui 101, totalizando 200 frases (Antonioni, 2012). No caso específico desta pesquisa, foram aplicadas a questão 10421, que faz parte do FII, e a questão 80131, que faz parte do FI.

A questão 10421 tem como tema “Definições de ciência e tecnologia” e inclusa no subtema “Interdependência/qualidade de vida”. Em outras palavras, essa questão trata da qualidade de vida propiciada pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A questão 10421 contém oito frases, sendo uma classificada na categoria adequada (frase D); três como plausíveis (frases B, C e E); e quatro frases categorizadas como ingênuas (frases A, F, G e H).

**Quadro 4. Questão 10421 do QOCTS**

<b>Questão 10421:</b> <i>Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica EM VEZ DE em investigação científica.</i>	<b>Categoria</b>	<b>Índice atitudinal dos alunos</b>
<b>Frase A:</b> Investir em investigação tecnológica porque melhorará a produção, o crescimento econômico e o emprego. Tudo isto é muito mais importante que qualquer coisa que ofereça a investigação científica.	Ingênua	0,292683
Investir em ambas:		
<b>Frase B:</b> porque não há realmente diferenças entre ciência e tecnologia.	Plausível	-0,135802
<b>Frase C:</b> porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos.	Plausível	-0,487654
<b>Frase D:</b> porque ambas interagem e se complementam entre si, por igual. A ciência leva à tecnologia tanto como a tecnologia leva à ciência.	Adequada	0,626543
<b>Frase E:</b> porque cada uma à sua maneira oferece vantagens à sociedade. Por exemplo, a ciência proporciona avanços médicos e no meio ambiente, enquanto a tecnologia dá maior eficiência e comodidade.	Plausível	-0,395062
<b>Frase F:</b> Investir em investigação científica, isto é, investigação médica ou sobre o meio ambiente, porque estas são mais importantes que fazer melhores aplicações em computadores ou outros produtos da investigação tecnológica.	Ingênua	-0,009375
<b>Frase G:</b> Investir em investigação científica porque melhora a qualidade de vida (por exemplo, curas médicas, respostas a problemas de contaminação e aumento do conhecimento). A investigação tecnológica, por outro lado, piorou a qualidade de vida (por exemplo bombas atômicas, contaminação e automatização).	Ingênua	0,094512
<b>Frase H:</b> Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na ciência e na tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem-estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países).	Ingênua	0,710366

229

Fonte: autores

Na terceira coluna do **Quadro 4** foi inserido o índice atitudinal obtido a partir da resposta dos alunos. A frase A — classificada como ingênua pelos especialistas — apresenta um índice atitudinal de 0,292683. Isso sinaliza que os alunos e alunas compreendem com clareza que investir tão somente em pesquisa tecnológica porque melhorará a produção, o crescimento econômico e o emprego, configura-se como uma ideia limitada a respeito das múltiplas e complexas influências existentes na

tríade ciência-tecnologia-sociedade. Considerando esse índice pode-se inferir que os respondentes entendem que é preciso investir também em ciência, uma vez que esta pode vir a gerar novas tecnologias e até melhorá-las.

Já a frase B — considerada como plausível pelos especialistas — obteve índice atitudinal de -0,135802, o que significa que os estudantes apresentam uma visão limitada a respeito da distinção existente entre ciência e tecnologia. Esse resultado demonstra que os alunos e alunas concebem que ciência e tecnologia são a mesma coisa e por isso ou se investe em ciência ou se investe em tecnologia. No entanto, sabe-se que ambas devem receber verbas, sejam estas da iniciativa privada ou pública, até porque mais ciência pode levar a mais tecnologia e vice-versa.

Relativamente à frase C — considerada plausível pelos especialistas —, nota-se que os estudantes apresentaram uma concepção desfavorável (-0,487654) no que se refere à interdependência/qualidade de vida em CTS. Com este resultado pondera-se que os respondentes acreditam que não se deve investir em ciência e tecnologia para melhorar a qualidade de vida de um país. É possível também inferir que eles apresentam a compreensão de que o conhecimento científico não é necessário para fazer avanços tecnológicos. Sabe-se que esta frase é considerada plausível porque o conhecimento científico é necessário, mas não suficiente para haver avanços tecnológicos, pois este também demanda recursos financeiros. Não basta o conhecimento científico. No entanto, o índice atitudinal permite concluir que os estudantes não julgam que seja tampouco necessário.

230

No que tange à frase D — considerada adequada pelos especialistas — o índice 0,626543 indica que os estudantes tiveram uma atitude muito favorável. Esse índice atitudinal insinua que os estudantes creem que a ciência e a tecnologia interagem e se complementam entre si, por igual; que a ciência leva à tecnologia tanto como a tecnologia leva à ciência, demonstrando uma concepção bastante madura atinente à tríade CTS e suas inter-relações mútuas e intensas.

Já o índice atitudinal negativo de -0,395062 na frase E — considerada plausível pelos especialistas — sinaliza que os estudantes mantêm a concepção de que a ciência e a tecnologia, cada uma à sua maneira, sempre oferecem vantagens à sociedade, o que não é verdade como se pode observar no caso do uso desregrado dos agrotóxicos, por exemplo.

Na frase F — considerada ingênua — o índice atitudinal de -0,009375, sinaliza não ser relevante investir em ciência e tecnologia. O índice atingido mostra que os estudantes acreditam que pesquisas científicas, como a investigação médica ou sobre o meio ambiente, são mais importantes do que fazer melhores aplicações em computadores ou outros equipamentos da investigação tecnológica.

O índice atitudinal dos estudantes na frase G — também considerada ingênua — permite concluir que há uma crença limitada relativamente à interdependência/qualidade de vida relacionadas à ciência e a tecnologia. O índice de 0,094512 demonstra que os estudantes consideram que a investigação científica deve ser

priorizada em detrimento da investigação tecnológica porque traz mais melhorias para a qualidade de vida.

Já a frase H — considerada ingênua pelos especialistas — foi a que apresentou o maior índice atitudinal da questão: 0,710366. Este resultado insinua que os alunos e as alunas compreendem bem que a ciência e a tecnologia merecem investimentos para a melhoria da qualidade de vida, tanto quanto outros setores da sociedade, como a educação e a cultura, por exemplo.

É necessário notar que, no que se refere à coerência interna entre as respostas dadas pelos alunos à questão 10421, embora eles tenham demonstrado uma atitude favorável para as frases A, D, H — todas com valores acima de 0,25 —, nas frases B, C, E, F e G os estudantes apresentaram uma crença limitada. De outra forma, pode-se concluir que os resultados insinuem que os alunos possuem uma compreensão um tanto contraditória quanto à questão de se investir ou não em ciência e tecnologia. Ora eles entendem que é relevante e necessário os investimentos em ambas, atitude demonstrada claramente nos índices das frases A, D, H, ora concebem que somente uma ou outra merece receber investimentos, como observado nos índices atitudinais das frases B, C, E, F e G, criando, assim, uma contradição. Isso pode ser um indicativo de que ainda não possuem uma ideia clara da importância de se investir em ambas.

Cabe realçar que uma média considerada razoável de 0,25 é válida tanto para os índices atitudinais de cada frase quanto para a média global. Abaixo deste valor as pontuações são consideradas irrelevantes, ainda que poderiam ter interesse para outros propósitos diagnósticos, como a avaliação pessoal. A média global da questão 10421 apresentou um valor (0.087026) muito menor do que 0,25 e, conseqüentemente, está muito abaixo do que era esperado por parte dos estudantes. O valor verificado é também muito inferior aos detectados em outros estudos (Antonioli *et al.*, 2012; Antonioli, 2012). Este resultado insinua que os estudantes da amostra estudada ainda não concebem bem as ideias que subjazem a interdependência/qualidade de vida relacionadas à ciência e à tecnologia e suas implicações para a sociedade. A seguir faremos a análise da questão 80131.

A questão 80131 faz parte do tema “Construção social da tecnologia”, do subtema “Decisões tecnológicas” e abrange ideias a respeito da adoção de novas tecnologias baseada em vantagens para a sociedade. Essa questão faz parte do questionário FI e possui cinco frases, sendo uma frase ingênua (A), uma plausível (C) e três frases adequadas (B, D e E).

**Quadro 5. Questão 80131 do QOCTS**

<b>Questão 80131:</b> <i>Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o câncer), esta pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem as desvantagens.</i>	<b>Categoria</b>	<b>Índice atitudinal dos alunos</b>
<b>Frase A:</b> A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior.	Ingênua	-0,382716
<b>Frase B:</b> A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia. Depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência.	Adequada	0,493827
<b>Frase C:</b> Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.	Plausível	-0,189024
<b>Frase D:</b> Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.	Adequada	0,564024
<b>Frase E:</b> Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas.	Adequada	0,345679

232

Fonte: autores

O índice atitudinal da frase A — ingênua — foi de -0,382716. Isso demonstra claramente que os alunos e as alunas apresentam uma concepção ainda ingênua quanto ao uso de determinada tecnologia, julgando que esta depende exclusivamente dos benefícios que trará para a sociedade, desconsiderando outros motivos, como os políticos e econômicos.

No que se refere à frase B — adequada — o índice atitudinal foi de 0,493827, o que sinaliza que os estudantes possuem uma compreensão favorável sobre a ideia de que a decisão de se adotar esta ou aquela tecnologia depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens que ela apresenta. Esse algo mais pode ser entendido como interesses comerciais, por exemplo.

A respeito da frase C — que é categorizada como plausível pelos especialistas e teve índice atitudinal de -0,189024 — é possível depreender que os estudantes acreditam que a adoção de uma tecnologia pode estar estritamente relacionada com suas vantagens e desvantagens para as pessoas, desconsiderando outros interesses, como os religiosos, políticos e econômicos.

A frase D — considerada adequada pelos especialistas — apresenta um índice atitudinal de 0,564024. Isso demonstra que as alunas e os alunos possuem uma ideia bastante clara quanto à noção de que muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou para alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.

No que diz respeito à frase E — considerada adequada — o índice atitudinal de 0,345679 indica que os estudantes concordam com a noção de que a adoção de uma nova tecnologia depende do tipo de tecnologia de que se trate, relativamente a suas vantagens e desvantagens, mas também de outras coisas, como por exemplo, custo-benefício e interesses de um dado grupo da sociedade.

Analisando a coerência interna das respostas dos estudantes às frases da questão 80131, percebe-se também que há certa inconsistência, uma vez que, não obstante os alunos e as alunas tenham compreendido que existe algo além da simples relação entre vantagens e desvantagens para a adoção de uma nova tecnologia, o que pode ser percebido nas frases D e E nas quais os estudantes demonstraram atitudes favoráveis — todas superiores a 0,25 —, o mesmo não ocorreu nas frases A, B e C, que levam em consideração estritamente as possíveis vantagens e desvantagens para a sociedade. Isto pode indicar que os estudantes ainda não apresentam uma ideia madura e clara quanto à adoção de uma nova tecnologia. De outra maneira, os alunos não apresentam a compreensão de que existem múltiplos fatores que influenciam a adoção de uma nova tecnologia, como fatores políticos, econômicos e religiosos. Isso é reforçado pela média global da questão 80131 que, apesar de ter sido positiva (0.166358), ainda está muito abaixo do que os especialistas entendem como razoável, i.e., de 0,25.

233

O resultado das questões analisadas anteriormente, convida a pensar nas ponderações de Acevedo-Díaz, Vázquez e Manassero (2003), citados por Bispo-Filho *et al.* (2013), quando asseveram que a proposta educativa para o século XXI deve abarcar questões relacionadas à CTS em todos os campos do conhecimento, particularmente no ensino de ciências, no qual a alfabetização científica e tecnológica (AC&T) apresenta-se como um objetivo a ser alcançado, incluindo a compreensão de que a ciência, enquanto produção humana, está presente na vida de todos os cidadãos e cidadãs.

No entanto, é sabido que fatores de classe defendidos por Lederman e Zeidler (1987), que podem ser definidos como atitudes tomadas pelos professores e professoras em sala de aula são responsáveis pela construção de conhecimentos relacionados à apreensão da NdC&T. Contudo,

“... a necessidade de favorecer, junto aos professores, discussões relacionadas à Educação CTS e à Interdisciplinaridade para a prática efetiva no contexto escolar. Em outras palavras, foi possível perceber a necessidade de ações formativas centradas em reflexões sobre a prática pedagógica, associadas à elaboração e desenvolvimento de propostas de ensino. Nesse sentido,

devem receber destaque programas que incentivam a integração universidade-escola, na perspectiva da construção de um processo colaborativo” (Fernandes e Strieder, 2017, p. 8).

Aqui alinham-se nossas ideias com as das autoras quando asseveram que é preciso um planejamento coletivo para o desenvolvimento de propostas CTS/ Interdisciplinares no ensino médio e que os momentos de coordenação pedagógica e a participação do coordenador são fundamentais nessa equação. A necessidade de um diálogo contínuo entre os professores, de organização e otimização do tempo de coordenação, e momentos de estudo e discussão nos espaços escolares são apontados como desafios para implementação de práticas educativas de cariz CTS (Fernandes e Strieder, 2017).

Entretanto, acredita-se que uma das formas de se viabilizar a melhora das compreensões CTS de estudantes é através dessas atividades, uma vez que elas promovem — por meio de leituras e discussões de textos, júris simulados, mostras de filmes que tratem de temas controversos, etc. — o pensamento crítico diante de temáticas que envolvem decisões relacionadas à ciência e a tecnologia e seus desdobramentos sobre a sociedade; possibilitam aos estudantes e às estudantes opinarem de maneira embasada mediante processos decisórios no âmbito de debates que abarcam a tríade CTS (Schepper, 2014).

#### **4. Algumas considerações**

O presente estudo teve como objetivo ampliar o repertório de conhecimentos acerca das compreensões de caráter CTS que os estudantes adquirem ao longo da educação básica. Mais especificamente, este artigo propôs-se a responder aos seguintes questionamentos: Que compreensões sobre a possibilidade de investimentos em ciência e tecnologia os estudantes adquiriram na educação básica? Que concepções os estudantes da educação básica adquiriram a respeito da adição de uma nova tecnologia?

Para responder ao primeiro questionamento, foi utilizada a questão 10421 da forma FII do QOCTS. Essa questão trata do investimento em ciência e tecnologia como forma de melhorar a qualidade de vida de um país. Os resultados dos estudantes que responderam a questão sinalizam que eles ainda apresentam uma visão limitada no que diz respeito a possibilidade de se investir em ciência e tecnologia, pois demonstraram a crença de que o dinheiro destinado a melhora da qualidade de vida deve ser investido ou em pesquisa científica ou em pesquisa tecnológica, não concebendo que ambas merecem igual atenção. Esse resultado traz certa apreensão, uma vez que cada cidadão e cada cidadã têm o direito de opinar sobre a agenda de pesquisa, seja ela científica ou tecnológica, de seu país, pois certamente isso influenciará na qualidade de vida da sociedade na qual este cidadão se encontra.

No que concerne ao segundo questionamento, lançou-se mão da questão 80131 da forma FI do QOCTS para respondê-lo. Essa questão oferece como pano de fundo a noção relacionada à possibilidade às vantagens e desvantagens de se adotar uma

nova tecnologia. Os resultados dos índices atitudinais dos alunos e alunas insinuam que eles não apresentam uma visão clara quanto aos fatores que influem na adoção ou não de uma nova tecnologia. Das respostas dos alunos, infere-se que para eles a decisão de se adotar uma nova tecnologia está vinculada a somente vantagens financeiras para a sociedade, excluindo-se os possíveis interesses políticos, religiosos, entre outros. De outra forma, a palavra final pode não ser da sociedade em geral, mas de uma minoria que detém o poder, como esclarece Antonioli (2012). Esse resultado também é preocupante, uma vez que é de extrema importância que o cidadão e a cidadã saibam opinar de modo fundamentado sobre processos que envolvem a adoção desta ou daquela tecnologia e sua influência sobre a sociedade na qual estão inseridos.

Como fora comentado na análise, os resultados apresentados indicam que os estudantes ainda não demonstram uma compreensão madura e clara a respeito da interdependência/qualidade de vida que uma nova tecnologia pode trazer para um país. Os resultados dos estudantes concorrem para a ideia de que investir desde cedo em práticas educativas que fomentem o pensamento crítico, de forma geral e de modo específico, pode ampliar a capacidade de opinar de modo informado sobre processos decisórios que envolvem ciência e tecnologia e suas implicações sobre a sociedade. Tais práticas educativas poderiam envolver a leitura, interpretação e discussão de textos que tratem de temas controversos; júris simulados; mostras de vídeos e reflexão crítica sobre temas tecnocientíficos; controvérsias controladas, entre outros.

Os resultados fazem refletir também sobre a possibilidade de uma formação inicial e continuada que proporcione ao professorado um arcabouço teórico que possa dar ao alunado condições de superar as visões ingênuas sobre a tríade ciência, tecnologia e sociedade e suas inter-relações; superando, mais especificamente, as fragilizadas demonstradas pelos estudantes nas questões aplicadas neste estudo.

235

Acredita-se que a discussão acerca dos aspectos CTS deva ser introduzida no âmbito escolar desde a educação infantil. Dessa forma, o futuro cidadão já começaria a aprender a opinar de maneira fundamentada em processos que envolvam decisões relacionadas à ciência e à tecnologia e suas relações mútuas e estreias com a sociedade desde cedo. Afinal, como os estudantes poderão decidir sobre a possibilidade da adoção de uma nova tecnologia, ou sobre as vantagens e desvantagens de se investir em pesquisa científica e tecnológica sem ter uma noção clara que abarque as compreensões CTS e suas interferências mútuas e intensas?

## **5. Possibilidades para a melhoria das compressões CTS dos estudantes da educação básica<sup>4</sup>**

A educação científica pode contribuir tanto para a formação científica do educando quanto para sua formação cidadã, e um dos caminhos que podem ser trilhados

---

4. Tópico escrito com base na dissertação de mestrado "Projetos Temáticos e Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos de CTS" defendida por um dos autores deste artigo, Rafael Schepper Gonçalves, na Universidade Federal de Itajubá, em 2014.

pelo professor para alcançar tais objetivos dá-se por meio das práticas educativas embasadas na abordagem de temas controversos. Importante destacar que os temas abordados neste artigo estão alinhados com os critérios de Ramsey (1993): i) se é, em realidade, um problema de caráter controverso; ii) se o tema possui significado social; e iii) se o tema, de uma forma ou de outra, relaciona-se com ciência e tecnologia. A título de exemplos desses temas, temos: o aquecimento global, a automedicação, o consumo sustentável, etc.

Partindo destas ponderações, entendemos que seja relevante para a área da didática das ciências investigar as diferentes compreensões dos profissionais dessa área sobre as características teóricas e metodológicas das práticas educativas relacionadas ao enfoque CTS, mais especificamente aquelas que estejam explicitamente relacionadas à abordagem de temas direcionados para a educação básica.

Colocando-se novamente em voga a questão de formarmos cidadãos capazes de se posicionarem de maneira fundamentada diante de processos decisórios, entendemos que uma das formas de fazê-lo é por meio da promoção de situações educacionais nas quais o estudante precise desenvolver atitudes e competências para que tenha condições de decidir sobre as adversidades que o circundam e que o influenciarão positiva ou negativamente. Uma das maneiras de inserir o estudante nessa visão educacional é organizando o trabalho educativo por meio da abordagem de temas controversos, visão esta que caminha juntamente com as práticas educativas com ênfase CTS.

236 É relevante frisar que a abordagem de temas constitui-se numa perspectiva curricular “cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p. 189).

De outra maneira, a abordagem de temas preocupa-se com a apreensão dos conhecimentos e seu uso, além de sua aproximação com fenômenos associados a situações vivenciadas pelos estudantes (Delizoicov e Angotti, 1991). O ensino por meio de temas busca superar o ensino propedêutico. Nessa perspectiva, para ultrapassar a concepção propedêutica é necessário aprender de forma participativa: “O aprender ocorre no processo de busca de respostas para situações existenciais, na ressignificação da experiência vivida, o que vai ao encontro dos pressupostos do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade” (Santos e Hunsche, 2012, p. 299). Neste aspecto, concordamos com Santos (1992) quando pondera que “a inclusão dos temas sociais é recomendada [...] sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão” (Santos, 1992, p. 139).

As discussões científicas a partir da problematização temática são fundamentais para evidenciar o poder de influência que os educandos podem ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos vinculados à ciência e à tecnologia. Desse modo, os alunos podem ser estimulados a participar de forma democrática na sociedade por meio da expressão de suas opiniões (Santos; Mortimer, 2000).

Santos e Mortimer (2000) destacam também que o estudo de temas

“... permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais” (Santos e Mortimer, 2000, p. 13).

Para problematizar e, assim, viabilizar uma análise concernente à abordagem de temas de relevância social alguns questionamentos são levantados como: “Contudo, qual a natureza desses temas?” ou, “o que é um tema de relevância social?”, “Quem define o que é relevância social?” “Freire, ao postular a utilização de temas geradores, está falando sobre a mesma coisa que os defensores do enfoque CTS?” (Auler, 2007).

O autor, ao examinar essas questões, aporta-se em duas fontes bibliográficas, referentes a desdobramentos do enfoque CTS. Em seus estudos, o autor analisou os anais do III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências ocorrido em Portugal, em 2004 e também do IV Seminario Ibérico CTS en la Enseñanza de las Ciencias ocorrido na Espanha, em 2006, cujos resultados foram apresentados por Auler, Dalmolin e Fenalti (2007). A segunda fonte bibliográfica, também objeto de sua análise, foi a do Grupo Argo<sup>5</sup> de Renovação Educativa. Os materiais elaborados por esse grupo constituem-se de dez livros, cada qual enfatizando um tema controverso, englobando a problemática vinculada ao desenvolvimento científico-tecnológico. Refere-se a problemas abertos, os quais a decisão refletirá sobre a sociedade.

237

Esses materiais, conforme Auler (2007), abarcam informações e argumentos a favor de distintas posições e sua exposição das atividades de caráter didático. Por fim, a controvérsia será solucionada com a tomada de decisão para o problema situado, procurando-se o maior consenso entre as diferentes visões, admitindo-se a proposta que tenha sido defendida com os argumentos mais plausíveis. Nas palavras de Auler (2007),

“... busca-se, com essa dinâmica, criar, em aula, cenários democráticos propícios para fomentar a participação pública. Metodologicamente parte-se de um problema aberto, passando pela busca de conhecimentos sobre as várias dimensões deste, culminando com uma tomada de decisão. Trata-se de problemas abertos, cuja decisão terá importantes consequências sociais. Para

---

5. O Grupo Argo (<http://www.grupoargo.org>) situa-se nas iniciativas de um grupo de professores e professoras de filosofia de Astúrias que tem como objetivo refletir sobre o papel da filosofia na educação e promover mudanças em nossas práticas de educação filosófica, constituindo-se, portanto, em reflexões teóricas e transformações práticas.

que o caso permita uma efetiva participação dos alunos na sua resolução, trabalha-se, como ponto de partida, com uma notícia simulada, reproduzida em jornal local, permitindo a participação de vários atores sociais (representados por grupos de alunos) com posturas, interesses e valores distintos. A situação simulada deve permitir analogias com problemas reais” (Auler, 2007, p. 3).

Segundo o autor, foram selecionadas essas duas fontes julgando-se que, de um lado, os anais apresentam uma síntese da produção dos países ibero-americanos e, de outro, que o Grupo Argo possui uma repercussão significativa tanto na Espanha quanto em países da América Latina.

Quanto ao Grupo Argo, cabe ter presente que os materiais confeccionados consistem em exemplares, suscetíveis de adaptação para contextos específicos. Em outras palavras, os dez problemas abarcam temas gerais vinculados ao progresso científico-tecnológico, permitindo ao docente, ajustá-lo, por meio de notícias simuladas, apresentadas em jornais locais, a contextos específicos.

Tal pesquisa também sugere que nos casos simulados do Grupo Argo realmente abandona-se a noção de um currículo definido a priori. A princípio (Auler, 2007), o aspecto geral curricular consiste na definição do tema controverso. A análise dos diferentes posicionamentos, a produção escrita e argumentada em torno destas está orientada por documentos de apoio, fundamentalmente em pesquisa bibliográfica. Da mesma forma, existe uma clara escolha de conteúdos disciplinares em função de temas nos artigos vinculados aos relatos de práticas. Esses conteúdos são trabalhados sob o ponto de vista da compreensão dos temas geradores. O fio condutor da organização curricular são os temas, em vez da lógica endógena da ciência, sendo que a mesma não é descartada.

238

Quando da proposição dos temas do Grupo Argo, a dimensão interdisciplinar põe-se em relevo. Conforme os próprios idealizadores, os materiais têm uma configuração/ organização didática efetivamente de caráter interdisciplinar. Nas palavras de Auler, “rompem-se as fronteiras entre as assim chamadas ciências humanas e naturais. Não há privilégio de uma em detrimento de outra” (2007, p. 7). No que diz respeito aos relatos de práticas nota-se a conexão indissociável existente entre temas geradores e interdisciplinaridade, isto é, a seleção de conteúdos disciplinares é função dos temas geradores, para o estudo, o entendimento e o confronto dos problemas e dos dilemas vividos pela comunidade em geral. No entender de Auler (2007), os campos disciplinares interagem, são articulados e relacionam-se em torno dos temas. Para tanto, o trabalho coletivo referente ao ambiente escolar é essencial.

Sobre os trabalhos direcionados pelos pressupostos freireanos, assim como no encaminhamento do Grupo Argo, a gama de disciplinas relacionadas não se encontra limitada a uma área do conhecimento, encaminhando-se para um ultrapassar da clássica visão entre ciências humanas e ciências exatas, da clássica divisão entre duas culturas (Auler, 2007). Sendo assim, o autor afirma que

“... a abordagem temática remete à interdisciplinaridade, considerando que a complexidade dos temas requer a análise sob vários olhares disciplinares articulados em torno de um tema constituído de um problema aberto, sendo os problemas ambientais representantes típicos. Supera-se, assim, uma compreensão de interdisciplinaridade, bastante problemática, que se limita a buscar interfaces entre as disciplinas constituintes dos currículos tradicionais das escolas” (Auler, 2007, p. 7).

Além da abordagem de temas e da interdisciplinaridade, uma terceira dimensão, selecionada entre as repercussões CTS, é a democratização dos processos decisórios. A procura da democratização de processos de tomada de decisão, analisam García *et al.* (1996), é uma dimensão também assumida majoritariamente pelos encaminhamentos atrelados ao enfoque CTS.

Uma outra alternativa que merece a nossa atenção pelo mesmo viés da melhora das concepções CTS de estudantes da educação básica encontra-se nas linhas que se seguem e sinalizam serem viáveis no que tange à sua consecução em sala de aula.

### 5.1. CTS como enxertos curriculares

Nessa modalidade, a primeira opção consiste em completar o currículo tradicional com uma matéria CTS pura, sob a forma de disciplina optativa ou obrigatória. Trata-se, então, de introduzir o estudante nos problemas sociais, ambientais, éticos e culturais, planteados pela ciência e pela tecnologia. Ao conceber CTS como disciplina, e especialmente quando constitui uma matéria comum para estudantes de diversas especialidades, tendem a predominar nela os conteúdos não técnicos. É, portanto, uma opção docente para professores de humanidades e ciências sociais, que tenderão a enfatizar os aspectos filosóficos, históricos e sociológicos das relações ciência-sociedade.

239

O tipo de material docente para essa modalidade da educação CTS pode ser a adoção de um manual, com ou sem guia didático, ou ainda, estruturar-se modularmente a partir de unidades curtas CTS que proporcionem uma maior flexibilidade ao professorado (e podem, além disso, serem usadas em outras modalidades de educação).

Este último é o caso clássico das unidades britânicas *SISCON in Schools*, que constituem uma adaptação ao ensino médio das unidades *SISCON (Science in Social Context — Ciência no Contexto Social)* desenvolvidas para o nível superior. Essas unidades abordam temas clássicos relacionados com a interação ciência-tecnologia-sociedade, como, por exemplo, a imagem pública da ciência, a bomba atômica, os problemas da superpopulação ou a destruição de recursos não renováveis, a neutralidade da ciência, a revolução copernicana, a avaliação de tecnologias, as repercussões sociais da biologia e a dimensão econômica do desenvolvimento científico-tecnológico (Gordillo *et al.*, 2009).

Segundo esses autores, o procedimento habitual dessa perspectiva é reorientar estudos de base disciplinar em humanidades e ciências sociais para os aspectos

sociais da ciência e da tecnologia. Com respeito às vantagens dessa opção educativa, destaca-se a facilidade para incluir conteúdos CTS da tradição europeia por trás de uma necessária capacitação do professorado (possibilidade que, por exemplo, oferecem as unidades SISCON), além da mudança curricular não custosa. Outra questão é o tema de formação do professorado, que pode requerer um esforço importante. O principal risco dessa modalidade é a dissonância curricular entre materiais: a concepção geral e os conteúdos de ciência e tecnologia referentes às disciplinas tradicionais comunicados por professores e professoras com pontos de vista tradicionais.

## 5.2. CTS como acréscimo de materiais

A segunda possibilidade consiste em completar os temas tradicionais do ensino de ciências particulares com acréscimos CTS ao final dos temários correspondentes, ou intercalando, de outro modo, os conteúdos CTS. Com esse formato curricular para CTS tenderão logicamente a predominar os conteúdos técnicos e, portanto, a docência estará restringida aos professores e às professoras de ciências. No entender de Gordillo *et al.* (2009), o tipo de material docente apropriado para essa modalidade educativa é o das unidades curtas CTS, as quais costumam acompanhar um guia para o professor.

Nessa perspectiva, destacam-se projetos como “Ciência através da Europa”, uma iniciativa para a difusão educativa CTS mediante a colaboração de escolas europeias (que tem sido imitada nos Estados Unidos e no Pacífico Asiático), e, especialmente, a experiência clássica das unidades SATIS (*Science and Technology in Society – Ciência e Tecnologia na Sociedade*), 370 unidades curtas desenvolvidas no Reino Unido por professores de ciências para os grupos de idade de 8-14, 14-16 e 16-19 anos. Alguns exemplos de unidades SATIS 14-16 são: “O que há em nossos alimentos? Um olhar para suas embalagens”; “Beber álcool”; “O uso da radioatividade”; e “Os bebês de profeta”.

Como é possível observar, essas unidades recorrem a temáticas muito variadas com um ponto comum: o estudo de processos ou de artefatos científico-tecnológicos com repercussão social. É importante ressaltar nessa iniciativa a ausência de *copyright* que poderia facilitar a difusão dos materiais.

O objetivo geral dessa modalidade educativa é conscientizar os estudantes sobre as consequências sociais e ambientais da ciência e da tecnologia. Sua vantagem mais chamativa é que torna mais interessante os temas puramente científicos e, por isso, proporciona um estímulo importante para o estudo da ciência e a formação de vocações. Outra vantagem é que o câmbio curricular não é custoso, ainda que menos simples que na opção anterior. Ademais, dado que tendem a excluírem-se conteúdos CTS da tradição europeia e que costumam predominar os conteúdos técnicos, não requer uma capacitação CTS especial por parte do professorado. O risco óbvio é a omissão dos conteúdos específicos ou a conversão destes em um acréscimo decorativo.

### 5.3. Ciência e tecnologia por meio do enfoque CTS

Uma terceira e mais infrequente opção consiste em reconstruir os conteúdos do ensino da ciência e da tecnologia por meio de uma ótica CTS. Em disciplinas mais isoladas, ou mais por meio de cursos científicos multidisciplinares, fundem-se os conteúdos técnicos e CTS de acordo com a exposição e discussão de problemas sociais dados. É, portanto, uma modalidade para o professorado de ciências. O formato padrão da apresentação de conteúdos nessa opção é, em primeiro lugar, tomar um problema importante relacionado com papéis futuros de estudantes (cidadão, profissional e consumidor) e, em segundo lugar, sobre dita base seleciona-se e se estrutura o conhecimento científico-tecnológico necessário para que o estudante possa entender um artefato, tomar uma decisão ou entender um problema social relacionado com a ciência e a tecnologia.

Pode tomar-se como exemplo no âmbito da química o projeto APQUA (Aprendizagem de Produtos Químicos, seus usos e aplicações), desenvolvido por professores da universidade espanhola Rovira i Virgili em coordenação com um projeto análogo da Universidade da Califórnia. Está organizado mediante unidades e módulos. Um exemplo é “O risco e a gestão dos produtos químicos”, composto pelos módulos “Risco: o jogo da vida”, “Toxicologia” e “Tratamento de resíduos industriais”. O projeto, que conseguiu certa difusão em centros educativos espanhóis, trata de proporcionar conteúdos científicos e habilidades em resolução de problemas para que os estudantes desenvolvam compreensão crítica sobre temas científicos.

O objetivo geral dessa opção educativa é capacitar o estudante no uso e compreensão de conceitos científicos que explicam a utilidade e a problemática social que pode ter, por exemplo, uma parte da física e da química. A vantagem mais clara dessa opção é sua facilidade para suscitar interesse no estudante pela ciência, facilitando a aprendizagem desta. Desse modo, os alunos com problemas em disciplinas de ciências têm mais facilidades educativas. Além disso, a aludida opção promove a consciência social nos estudantes e fomenta o sentido de responsabilidade. Mas também essa terceira alternativa é a mais custosa em muitos sentidos. Destaca-se que em suas modalidades de implantação mais globais, suporia pôr o currículo de “cabeça para baixo”, transgredindo a docência compartimentalizada mediante as tradicionais fronteiras disciplinares. Ademais, requereria um considerável esforço empreendido quando do processo de aprimoramento profissional do professorado e reformas no planejamento didático (Gordillo *et al.*, 2009).

Existem, assim, três modalidades gerais de implantação da educação CTS na educação básica, modalidades não excludentes, como mostra o caso espanhol. Cada uma delas contém diferentes tipos de materiais docentes, distintas necessidades de formação do professorado e, em geral, diferentes vantagens e inconvenientes.

## Financiamento

Este trabalho foi possível graças ao subsídio do Proyecto de investigación SEJ2007-67090/EDUC financiado pelo Concurso de Apoio a Projectos de I&D 2007 do Ministério da Educação e Ciência de Espanha e com o apoio da Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI).

## Referências bibliográficas

Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez, Á. A. e Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111. Recuperado de: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC\\_2\\_2\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf).

Aikenhead, G., Ryan, A. S. e Fleming, R. W. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN. mc. 5). Saskatoon: University of Saskatchewan. Recuperado de: <http://umdb.org/pbworks.com/w/file/38495879/vosts.pdf>.

Antonioli, P. M. (2012). *Atitudes, valores e crenças de alunos do Ensino Médio em relação à Ciência e Tecnologia*, (Dissertação de mestrado). Rio de Janeiro: Centro Federal de Educação Tecnológica. Recuperado de: <http://dippg.cefet-rj.br/ppcte/index.php/en/teses-e-dissertacoes>.

Antonioli, P. M., Chrispino, A., Vázquez, Á. A. e Manassero, M. A. (2012). Avaliação das atitudes das duas culturas em relação à aprendizagem da ciência. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 151-166. Recuperado de: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie58a08.pdf>.

Auler, D., Dalmolin, A. M. T. e Fenalti, V. S. (2007). Abordagem temática: temas em Freire e no enfoque CTS, em Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. Recuperado de: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/vienpec/index.html](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/index.html).

Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1, 1-20. Recuperado de: <http://143.0.234.106:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/15>.

Bennàssar-Roig, A. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. e García-Carmona, A. (2011). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica*, 5. Madrid: OEI. Recuperado de: <http://iberenciaoei.org/documentos.php>.

Bispo-Filho, D. O., Maciel, M. D., Sepini, R. P. e Vázquez, Á. A. (2013). Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 313-333. Recuperado de: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC\\_12\\_2\\_5\\_ex649.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_2_5_ex649.pdf).

Brasil (1999). Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: bases legais. Brasília: Ministério da Educação. Recuperado de: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>.

Chrispino, A., Silva, M., Melo, T. e Albuquerque, M. (2017). Do resultado da pesquisa às ações de intervenção na prática escolar: a contribuição de um grupo de pesquisa CTS. *Da Investigação às Práticas*, 7(2), 91-115. Recuperado de: <https://ojs.eselx.ipl.pt/index.php/invep/article/view/127>.

Delizoicov, D. e Angotti, J. A. P. (1991). Física. São Paulo: Cortez.

Delizoicov, D., Angotti, J. A. e Pernambuco, M. M. C. A. (2002). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Cortez.

Erduran, S. e Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education, scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer.

Fernandes, R. F. e Strieder, R. B. (2017). Dificuldades enfrentadas por professores na implementação de propostas CTS, em Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, Florianópolis. Recuperado de: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/atas-dos-enpecs/>.

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

243

Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Carrascosa, J. A., Cachapuz, A. e Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências. *Revista Ciência e Educação*, 7(2), 125-153. Recuperado de: <https://www.fc.unesp.br/#!/ensino/pos-graduacao/programas/educacao-para-a-ciencia/revista-ciencia-e-educacao/edicoes-anteriores1301/2001-v-7-n-2/>.

Julio, A. B. (2010). *As Atitudes de Alunos do Ensino Médio em Relação à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS-A) no Contexto da Produção da Cana de Açúcar e Etanol (Dissertação de mestrado)*. Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba. Recuperado de: [http://iepapp.unimep.br/biblioteca\\_digital/pdfs/2006/VQKVIIXYCCGY.pdf](http://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/2006/VQKVIIXYCCGY.pdf).

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660290404>.

Lederman, N. G. e Zeidler, D. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior?. *Science Education*, 71(5), 721-734. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730710509>.

Maciel, M. D., Bispo-Filho, D. O., Colussi, F. E., Ribeiro, J. C., Guazzelli, I. R. B. e Vázquez, Á. A. (2009). Actitudes CTS de los estudiantes brasileños medios y

universitarios en formación para docencia. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, número extra, 1837-1842. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294123>.

Manassero, A., Vázquez, Á. A., Acevedo, J. A. e Paixão, M. F. (2012). Cuestionario CTS – PIEARCTS. Recuperado de <http://www.oei.es/COCTS/por/index.html> .

Manassero-Mas, M. A. e Vázquez, Á. A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16(3), 3104. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4803>.

Martín Gordillo, M., Tedesco, J. C., López Cerezo, J. A., Acevedo-Díaz, J. A., Echeverría, J. e Osorio, C. (2009). Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad. Madrid: OEI. Recuperado de: <https://dds.cepal.org/redesoc/publicacion?id=898>.

Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. Science Education, 77(2), 235-258. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730770210>.

Santos, R. A. e Hunsche, S. (2012). Abordagem temática: Alguns resultados de implementações. Travessias, 6(1), 295-312. Recuperado de: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/article/view/6182>.

244

Santos, W. L. P. (1992). O Ensino de Química para Formar o Cidadão: principais características e condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira (Dissertação de mestrado). Campinas: Unicamp. Recuperado de: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253086>.

Santos, W. L. P. e Mortimer, E. F. (2000). O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, 2(2), 1-23. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/issue/view/532>.

Sasseron, L. H. e Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Revista Investigações em Ensino de Ciências, 16(1), 59-77. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>.

Schepper, R. (2014). Projetos Temáticos e Enfoque CTS na Educação Básica: caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos Seminários Ibero-americanos de CTS (Dissertação de mestrado). Itajubá: Universidade Federal de Itajubá. Recuperado de: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/776>.

Vázquez, Á. A., Acevedo-Díaz, J. A., Manassero, M. A. e Romero, P. A. (2006). Actitudes del alumnado sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 8(2), 1-37. Recuperado de: <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/145>.

## Como citar este artigo

Schepper Gonçalves, R., Dias Menezes, P. H., Batista dos Santos, A., Vázquez-Alonso, A. e, Miranda Filho, W. dos R. (2021). Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações de interdependência e qualidade de vida relativas à ciência e à tecnologia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(46), 219-246.

## Apêndice

### **10421. Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica *em vez de* em investigação científica**

\_\_\_ A. Investir em investigação tecnológica porque melhorará a produção, o crescimento económico e o emprego. Tudo isto é muito mais importante que qualquer coisa que ofereça a investigação científica.

Investir em ambas:

\_\_\_ B. porque não há realmente diferenças entre ciência e tecnologia.

\_\_\_ C. porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos.

\_\_\_ D. porque ambas interagem e se complementam entre si, por igual. A ciência leva à tecnologia tanto como a tecnologia leva à ciência.

\_\_\_ E. porque cada uma à sua maneira oferece vantagens à sociedade. Por exemplo, a ciência proporciona avanços médicos e no meio ambiente, enquanto a tecnologia dá maior eficiência e comodidade.

\_\_\_ F. Investir em investigação científica, isto é, investigação médica ou sobre o meio ambiente, porque estas são mais importantes que fazer melhores aplicações, computadores ou outros produtos da investigação tecnológica.

\_\_\_ G. Investir em investigação científica porque melhora a qualidade de vida (por exemplo, curas médicas, respostas a problemas de contaminação e aumento do conhecimento). A investigação tecnológica, por outro lado, piorou a qualidade de vida (por exemplo bombas atômicas, contaminação e automatização).

\_\_\_ H. Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na ciência e na tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem-estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países).

### **80131. Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reactor nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o cancro), pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende de as vantagens para a sociedade compensarem a desvantagens.**

\_\_\_ A. A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior.

- \_\_\_ B. A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia. Depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência.
- \_\_\_ C. Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.
- \_\_\_ D. Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.
- \_\_\_ E. Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas.

## Mulheres gestoras em CT&I: estudo de caso nas áreas espacial e do ambiente terrestre \*

## Mujeres directivas en CTI: estudio de caso en las áreas espacial y del ambiente terrestre

## *Women in STI Management: A Case Study in Fields Related to the Earth's Environment and Space*

Priscilla Sousa Frigi Raimundi e Maria Auxiliadora Ávila \*\*

Este artigo discute questões relativas a gênero na ciência, tecnologia e inovação presentes nas trajetórias das oito mulheres cientistas que ocupavam cargos de chefia em um instituto de pesquisa brasileiro, nas áreas espacial e do ambiente terrestre. Com o objetivo de conhecer os incidentes críticos que definiram os percursos profissionais, foi realizada pesquisa de abordagem qualitativa, orientada pelo método biográfico-narrativo e mediante 16 entrevistas em profundidade. As narrativas, transcritas e organizadas em biogramas, permitiram identificar os aspectos singulares e os paradigmáticos presentes em suas trajetórias. Com formação em ciências exatas e da terra, e em engenharias, ambas áreas predominantemente masculinas, as narrativas das cientistas mostraram que sabiam, desde crianças, de suas habilidades e gosto pelas ciências exatas; mantiveram essas habilidades graças à influência dos pais ou outras figuras masculinas; enfrentaram as limitações referentes à conciliação do trabalho, estudo e maternidade; realizaram-se profissionalmente com a conquista de cargos de chefia, sempre permeada por questões de gênero. Considera-se que a ampliação das discussões sobre a temática pode contribuir para estimular as jovens a optarem pela atuação nas áreas espacial e do ambiente terrestre.

247

**Palavras-chave:** ciência; tecnologia; gênero; trajetórias profissionais; mulheres cientistas

---

\* Recebimento do artigo: 26/11/2019. Entrega da avaliação final: 20/01/2020.

\*\* *Priscilla Sousa Frigi Raimundi*: mestre pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano: Formação, Políticas e Práticas Sociais da Universidade de Taubaté (UNITAU), Brasil. Correio eletrônico: priscilla.frigi@inpe.br. *Maria Auxiliadora Ávila*: doutora em educação e psicologia da educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Brasil. Professora pesquisadora nos Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e em Educação da Universidade de Taubaté (UNITAU). Professora pesquisadora no Programa de Pós-graduação em Gestão e Desenvolvimento Regional no Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS), Brasil. Correio eletrônico: maria.avila@professor.unis.edu.br.

Este artículo aborda cuestiones de género en ciencia, tecnología e innovación presentes en las trayectorias de las ocho mujeres científicas que ocuparon puestos de liderazgo en un instituto de investigación brasileño, en las áreas del espacio y del medioambiente terrestre. Para conocer los incidentes críticos que definieron sus trayectorias profesionales, se realizó una investigación cualitativa, guiada por el método biográfico-narrativo a través de 16 entrevistas en profundidad. Las narraciones, transcritas y organizadas en biogramas, permitieron identificar aspectos singulares y paradigmáticos de sus trayectorias. Formadas en ciencias exactas y de la tierra y en ingenierías, áreas predominantemente masculinas, las científicas declararon que conocieron a una edad temprana sus habilidades y su gusto por las ciencias exactas; que preservaron estas habilidades gracias a la influencia de sus padres o de otras figuras masculinas; que enfrentaron las limitaciones con respecto a la conciliación del trabajo, los estudios y la maternidad; y que se realizaron profesionalmente al alcanzar puestos de liderazgo, pero su conquista estuvo marcada por cuestiones de género. Se considera que la expansión de las discusiones sobre el tema puede contribuir a que más mujeres jóvenes elijan desarrollarse en las áreas del espacio y el medioambiente terrestre.

**Palabras clave:** ciencia; tecnología; género; trayectorias profesionales; mujeres científicas

*This article addresses gender issues in science, technology and innovation that were present in the careers of eight female scientists who held leadership positions at a Brazilian research institute in fields related to the Earth's environment and space. In order to know the critical incidents that defined their professional journeys, a qualitative research was conducted, guided through biographical-narrative methods and 16 in-depth interviews. The accounts were transcribed and organized in biograms that allowed the identification of singular and paradigmatic aspects present in their careers. The scientists' (who were graduates in engineering and exact and Earth sciences, predominantly male fields) accounts showed that they were aware of their skills and tendencies for these disciplines at an early age, and that they started to hone their skills through the influence of parents or other male figures. As for the balance between jobs, studies and maternity, they faced limitations. Although they achieved professional satisfaction by gaining leadership positions, their journeys were marked by gender issues. The authors of this article conclude that an expanded discussion on this subject could contribute to encouraging young women to study and work in fields related to the Earth's environment and space.*

**Keywords:** science; technology; gender; professional trajectories; women scientists

## Introdução

A discussão circunscreve-se no campo da ciência, tecnologia e sociedade (CTS), uma área interdisciplinar que “procura compreender os fenômenos científico-tecnológicos em sua relação com o contexto social” e entre eles, a relação entre ciência e gênero, ou seja, a participação das mulheres nas atividades científicas. Um recente informe sobre o enfoque de gênero na liderança científica ressalta a importância dessa condição para o alcance dos objetivos para o desenvolvimento sustentável, se constituindo, portanto, em questão central para os desafios que se colocam para o século XXI (Waldman, 2019).

Nesse sentido, o Observatório Ibero-americano da Ciência, Tecnologia e Sociedade (OCTS), ao analisar as lacunas de gênero na educação superior, na produção científica e nas redes de colaboração da Ibero-América, já apontava que, apesar dos avanços, as desigualdades permanecem, em especial quando se trata do acesso a postos de direção pelas mulheres pesquisadoras (Santos e Ichikawa, 2004; Albornoz, Barrere, Matas, Osorio e Sokil, 2018). Assim, se já vai longe o tempo em que a presença das mulheres nas universidades (e mesmo nos cursos de engenharia) causava estranhamento, sua presença segue aquém do desejável no trabalho nas engenharias. E mais ainda quando se trata do acesso a cargos diretivos. Há que se ressaltar, porém, que essa ausência na gestão ainda é realidade mesmo em áreas consideradas femininas, como a educação ou a enfermagem.

O Serviço de Informação e Notícias Científicas (SINC) — uma agência pública estatal espanhola especializada em informação sobre ciência, tecnologia e inovação — chama a atenção para a baixa presença de mulheres cientistas ocupando cargos de direção. Um dos exemplos apresentados são os dados do Conselho Superior de Investigações Científicas (CSIC), a maior organização pública de pesquisa da Espanha, que apesar de contar com 35,7% de pesquisadoras, quando se trata do acesso à hierarquia do poder, os cargos de diretoria representam não mais que 18,4% de mulheres cientistas (Ferrer, 2018).

249

No Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), por exemplo, em 2019 era integrado por 16 (dezesesseis) unidades de pesquisa, incluindo a instituição objeto deste estudo. Nessas unidades, os cargos de direção (maior nível hierárquico) eram compostos por 68,75% de homens e 31,25% de mulheres. A discussão sobre a presença das mulheres na ciência acontece ao longo do tempo por autoras como Bruschini (2000), Leta (2003), Velho (2006), Hayashi (2007) e Lombardi (2017), por exemplo.

Para Lombardi (2017), a função pública parece ser mais atrativa às mulheres, pois sua forma de seleção e planos de carreira são similares para ambos os sexos. Contudo, segundo a autora, a função pública não fornece as mesmas oportunidades a homens e mulheres no que diz respeito à hierarquia profissional. As publicações ressaltam que as mulheres ainda precisam provar suas capacidades e demonstrá-las com mais afinco que os homens para conquistar postos mais elevados e de confiança.

Assim, apesar do crescente interesse da sociedade pela participação das mulheres na ciência, tecnologia e inovação, ainda há muito que conhecer e fazer em relação à igualdade de gênero. Além disso, é importante evidenciar que a gestão da ciência, assim como as lacunas de gênero nas teorias científicas, tem consequências sobre os produtos delas derivados.

Buscou-se, portanto, conhecer as trajetórias profissionais das cientistas que ocupavam ou haviam ocupado postos elevados na hierarquia institucional de um instituto público de pesquisa com foco de atuação nas áreas espacial e do ambiente terrestre. Em outras palavras, conhecer suas trajetórias, significava ouvir as narrativas de suas experiências enquanto mulheres atuando na ciência e tecnologia. Significava, ainda, identificar os acontecimentos marcantes, principalmente os que influenciaram em seu acesso aos cargos diretivos. Perguntava-se: que acontecimentos definiram a opção por cursos das ciências exatas, da terra e engenharias? Quais incidentes críticos definiriam suas escolhas ao longo do percurso profissional? Questões de gênero seriam impeditivas para sua ascensão a postos de direção?

### **1. Trajetórias, experiência e acontecimentos marcantes: os incidentes críticos**

Conhecer a trajetória de uma pessoa implica em considerar os caminhos trilhados e os acontecimentos vividos ao longo do tempo nas dimensões pessoal e profissional, que não se separam, mas se complementam. Implica, ainda, compreender o processo identitário do sujeito numa perspectiva relacional (Nóvoa, 2000).

250

A perspectiva relacional reconhece a influência combinada do contexto (denominada trajetória objetiva) e das características pessoais do indivíduo (trajetória subjetiva) na construção das identidades profissionais e de gênero. Assim, a trajetória objetiva é definida como uma sequência de posições ocupadas em um ou mais campos da vida social, como por exemplo os diferentes cargos e funções vivenciados ao longo do percurso profissional. A trajetória subjetiva, por sua vez, refere-se à história dos profissionais, à forma como eles vivenciam suas experiências profissionais e de vida. Referem-se, ainda, aos sentidos e significados atribuídos às escolhas realizadas. Assim, a trajetória é compreendida não como a sequência de acontecimentos que se sucedem de forma linear, com um começo, meio e fim, mas como “uma narrativa que constrói e ressignifica percursos, acontecimentos, experiências, representações de si e dos outros, que se desviam e se deslocam a todo momento a partir dos lugares sociais e culturais ocupados pelos sujeitos” (Silva e Ribeiro, 2014, p. 451).

A ressignificação do vivido, que acontece por meio do ato de narrar (a narrativa definiria, para Sá e Almeida (2004, p. 5), trajetórias profissionais enquanto um processo que envolve a compreensão dos incidentes críticos, considerados como “aqueles acontecimentos cruciais ou sucessos chave que determinam decisões e rumos nas trajetórias profissionais ou na própria vida”. Ao narrar um acontecimento vivido os sujeitos atribuem a eles um sentido e/ou significado que expressa a sua influência nos rumos das trajetórias pessoais/profissionais.

São os sentidos/significados atribuídos que constituem a experiência propriamente dita, definida por Larrosa (2002) como a transformação que nos acontece por meio da reflexão sobre o que vivemos. Assim, somente aqueles que experienciaram um acontecimento, podem identificá-lo como incidente crítico. São, portanto, a reflexão e análise, decorrentes do ato de narrar uma experiência ou acontecimento, que permitem identificar as situações consideradas como incidentes críticos, aquelas que, positiva ou negativamente, marcaram as trajetórias.

A experiência estaria, então, inserida na atividade biográfica, pois o sujeito se apossa do que vive, sente e experimenta, em um contexto histórico e social, em um determinado tempo e em espaços coletivos (Delory-Momberger, 2016). Assim, experiência e trajetória tangenciam, podendo desencadear, como afirma Bolívar (2002a), processos de mudança e transformação.

O processo de identificação dos incidentes críticos se dá através da memória e decorre daí a afirmação de Sá e Almeida (2004) de que a identificação dos incidentes críticos só pode acontecer após os fatos terem ocorrido e sua relevância só pode ser atribuída por aqueles ou aquelas que os vivenciaram. Assim, as autoras, tomando por base as discussões de Bolívar, Domingo e Fernández (2001) ressaltam que os incidentes críticos permitem:

“a) delimitar as fases críticas para o sujeito, que são pessoais e temporais; b) identificar as pessoas que foram significativas, marcantes, na trajetória profissional relatada; c) explicar as mudanças causadas pelos impactos que levaram às tomadas de decisão, cuja responsabilidade não é apenas pessoal, mas também social e histórica” (Sá e Almeida, 2015, pp. 64-65).

251

Os incidentes críticos podem, também, ser singulares ou comuns. Essa característica ressalta a interface entre o individual e o social, o singular e o coletivo. As narrativas das trajetórias permitem ao sujeito (que narra) e ao pesquisador (que escuta) a percepção do singular, daquilo que é particular e único (Alves e Sá, 2015). Permitem também o conhecimento do que é comum e coletivo na experiência dos sujeitos que integram um determinado grupo profissional. E as relações entre o singular e o coletivo expressam o mundo histórico e social de um grupo social específico (Villas Boas, 2018).

A busca pelo conhecimento do coletivo caracteriza-se como um “modo paradigmático de análise de dados narrativos que consiste em buscar temas comuns no conjunto das narrativas registradas” durante a pesquisa de campo. Por outro lado, a análise dos dados narrativos estaria voltada para a singularidade das trajetórias, importante para pesquisas que buscam conhecer os sentidos atribuídos pelos sujeitos aos eventos por eles vivenciados (Bolívar, 2002b, pp. 9-12).

Nessa perspectiva, o método biográfico-narrativo, proposto por Bolívar (2002a) e Bolívar, Domingo e Fernandez (2001), ao possibilitar a compreensão dos sentidos que os indivíduos atribuem às próprias experiências (em especial aos incidentes críticos)

e ao permitir conhecer os aspectos comuns, próprios de um coletivo profissional, mostrou-se adequada opção metodológica para o conhecimento das trajetórias profissionais de cientistas em cargos de chefia.

## 2. O método biográfico-narrativo

O método biográfico-narrativo, de abordagem qualitativa, fornece então, a partir das narrativas, “o quadro conceitual e metodológico apropriado para analisar aspectos de uma profissão e, em consequência, do desenvolvimento do grupo ou coletivo profissional.” (Bolívar, 2002a; Bolívar e Domingo, 2006, p. 35).

A história narrada por uma pessoa sobre sua própria vida revela as possibilidades e expectativas de crescimento, fornecendo o quadro biográfico que torna inteligível a complexidade da vida e da ação humana na sociedade. “A vida pode ser interpretada como uma história, sendo fundamental para compreender a ação e o conhecimento humano” (Oliveira, 2016, p. 88).

Isso significa afirmar que tal opção metodológica permitiu a compreensão dos modos como as cientistas atribuíam sentido ao seu trabalho e decorrentes competências, explicitando como “as dimensões do passado interferiram nas situações atuais”. Permitiu, também, conhecer a projeção que faziam de suas ações futuras. Assim, trabalha-se com a dimensão do tempo, mais especificamente a temporalidade biográfica, constitutiva da experiência humana, por meio da qual os homens dão forma ao que vivem. “Essa temporalidade biográfica tem sua gramática ou sua sintaxe fundamentada na sequência narrativa matricial que representa a trama da vida entre o nascimento e a morte” (Delory-Momberger, 2016, p. 136).

252

Entretanto, as narrativas dos sujeitos retratam não apenas a sequência e cronologia dos fatos, mas os sentimentos que permeiam as diferentes fases de seu trajeto, possibilitando ao pesquisador uma imersão na história do sujeito. À medida que um sujeito passa a narrar sua trajetória, passa também a refletir sobre ela (Alves, 2015). Nessa perspectiva, o uso da narrativa pode ser entendido como um paradigma para a pesquisa de trajetórias, que demanda a identificação de padrões e sínteses, só possível pela compreensão do “narrar”, que consiste na organização e encadeamento simbólico de elementos, fatos, episódios, acontecimentos etc. (Cochran-Smith, 2013).

### 2.1. Instrumentos para o registro e tratamento das narrativas

O registro da narrativa acontece num modelo dialógico, pois exige uma responsabilidade e envolvimento entre pesquisador e sujeito da pesquisa na elaboração de um relato compartilhado (Bolívar, 2002a). Nessa perspectiva, o registro dos dados biográficos foi realizado por meio de entrevistas abertas e em profundidade, que permitem “a exploração e o aprofundamento do objeto da pesquisa, seja pela ausência de um roteiro fechado de questões, seja pela possibilidade de um diálogo livre entre entrevistador e entrevistado” (Alves, 2015, pp. 59-60).

Duas entrevistas foram realizadas com cada uma das oito cientistas, ambas inspiradas no modelo de entrevista reflexiva (um tipo de entrevista em profundidade, proposta por Szymanski (2004)). A primeira entrevista teve início por meio de uma pergunta desencadeadora e foi orientada por um roteiro norteador. Os dados narrativos, coletados nessa primeira entrevista, foram transcritos e organizados de forma esquemática e cronológica, por meio de um instrumento denominado biograma, um recurso facilitador para a organização dos dados e para a devolutiva ao entrevistado do extenso volume de dados gerados por entrevistas desse tipo.

Os biogramas tem se mostrado recurso importante para a organização de dados biográfico-narrativos, pois facilita a devolutiva dos dados aos sujeitos que nem sempre “dispõem de tempo para ler e confirmar o vasto material produzido” (Sá y Almeida, 2004, p. 185). Assim, a segunda entrevista constituiu momento de devolutiva dos dados às cientistas, para que elas confirmassem os incidentes críticos identificados pelas pesquisadoras nos relatos originados pela primeira entrevista. Nesse momento, a primeira versão do biograma representou um recurso para a análise compartilhada (dialógica) dos dados, dando origem à segunda e última versão desse instrumento, que possibilitou conhecer as singularidades de cada trajetória. A sobreposição dos biogramas das cientistas, possibilitou o conhecimento dos aspectos comuns presentes nas diversas trajetórias profissionais.

### **3. As trajetórias profissionais: resultados e discussão**

Apresentam-se, aqui, o perfil socioprofissional das pesquisadoras e tecnologistas. Discutem-se, também, as singularidades e os pontos comuns, marcantes na vida dessas profissionais. Nessa perspectiva, a análise dos dados considerou as experiências vivenciadas pelas cientistas, e nelas os incidentes críticos representados por momentos de mudanças, de rupturas, de desconstrução e de reorganização.

No instituto de pesquisa, de âmbito nacional e referência no Brasil nas áreas espacial e do ambiente terrestre, a carreira de pesquisa em ciência e tecnologia (C&T) é regulamentado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Assim, reguladas pela Lei nº 8.691, de 28 de julho de 1993, Art. 3: “A carreira de pesquisa em ciência e tecnologia (C&T) destina-se a profissionais habilitados a exercer atividades específicas de pesquisa científica e tecnológica”. O cargo de pesquisador tem como foco principal as atividades de pesquisa e os de tecnologista, as de desenvolvimento tecnológico, incluindo a pesquisa.

O quadro funcional geral da instituição era constituído por 835 servidores ativos (pesquisadores, tecnologistas e administrativos), dos quais 653 (78,2%) eram homens e 182 (21,8%), mulheres. Dos 653 homens, 128 (19,6%) eram pesquisadores, 425 (65,1%) eram tecnologistas e 100 (15,3%) vinculavam-se à área administrativa. Das 182 mulheres, 34 (18,6%) eram pesquisadoras, 84 (46,2%) eram tecnologistas e 64 eram da área administrativa.

Ressalvada a pequena presença numérica de mulheres no quadro funcional institucional, a presença de homens e mulheres — proporcionalmente — estava mais

concentrada nas atividades de tecnologia. Ressalte-se, entretanto, uma concentração das mulheres (35,2%) na área administrativa, responsável não pela pesquisa e sim como atividade de suporte a ela.

Dentre os servidores ativos (pesquisadores, tecnologistas e administrativos) em cargos de chefia 58 (8,8%) eram homens e 15 (8,24%), mulheres. Entretanto, ao se considerar somente pesquisadores e tecnologistas, havia 43 (6,58%) homens e cinco (2,75%) mulheres, evidenciando-se uma desigualdade ainda maior entre homens e mulheres quando se tratava de cargos de chefia nas atividades de pesquisa e tecnologia.

### 3.1 . O perfil das cientistas gestoras

A constatação da existência de cinco mulheres, pesquisadoras e tecnologistas, ocupando cargos de chefia definiu a decisão de entrevistar todas elas e, inclusive, aquelas que não eram mais diretivas, mas continuavam atuando como cientistas, totalizando 8 mulheres com experiência em gestão na área de pesquisa e tecnologia. De modo a preservar suas identidades, foram atribuídos a elas nomes fictícios, inspirados nos planetas do Sistema Solar. As pesquisadoras receberam os nomes de Vênus, Mercúrio, Marte e Netuno. As tecnologistas foram nomeadas Terra, Urano, Saturno e Júpiter. A escolha desses nomes são uma clara homenagem a mulheres que atuam nas áreas espacial e do ambiente terrestre. Trata-se também de um agradecimento, pois como ressalta Sá (2004, p. 85), “contar a própria história a alguém desconhecido — em nome da ciência — mesmo sendo o sujeito um pesquisador, representa um gesto de generosidade. Atribuir-lhes um código é uma forma de retribuição à confiança depositada na condução do trabalho”.

254

Quem eram as pesquisadoras?

- Vênus, física, 67 anos de idade e 45 de carreira. Mestrado e doutorado em ciência espacial. Pós-doutorado em pesquisa espacial. Era pesquisadora com bolsa produtividade do CNPq, nível 1 A.
- Mercúrio, matemática, 66 anos de idade e 42 de carreira. Mestrado e doutorado em estatística e estatística espacial, respectivamente.
- Marte, matemática aplicada. 61 anos de idade e 36 de carreira. Mestrado e doutorado em ciência espacial e astrofísica. Doutorado em ciência espacial e geofísica espacial. Pesquisadora com bolsa produtividade do CNPq, nível 2.
- Netuno, física, 50 anos de idade e 13 de carreira. Mestrado e doutorado em astrofísica. Pesquisadora com bolsa produtividade do CNPq, nível 2.

Quem eram as tecnologistas?

- Terra, ciência da computação, 60 anos de idade e 33 de carreira. Mestrado em eletrônica e telecomunicações. Doutorado em engenharia da computação.

- Urano, engenharia elétrica, 57 anos de idade e 33 de carreira. Mestrado em engenharia eletrônica e computação. Doutorado em computação aplicada.
- Saturno, ciência da computação, 45 anos de idade e 20 de carreira. Mestrado e doutorado em computação aplicada
- Júpiter, ecologia, 43 anos de idade e 24 de carreira. Mestrado em sensoriamento remoto e doutorado em geociências e meio ambiente.

A formação inicial das cientistas em cargos de chefia no instituto se concentrava na área de exatas e da terra e engenharias. Somente uma, Júpiter, tinha formação na área das ciências biológicas. O mestrado e o doutorado foram realizados na área de exatas e da terra e nas engenharias. Apenas uma cientista fez pós-doutorado. Todas elas eram docentes e atuavam como pesquisadoras e tecnologistas, com publicações em nível nacional e internacional. Três das cientistas eram Bolsistas Produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), condição que evidenciava o reconhecimento de suas contribuições para o conhecimento científico.

Essas cientistas, altamente qualificadas, ao narrarem suas trajetórias profissionais, definiram os incidentes críticos que orientaram os rumos de suas vidas profissionais. Esses incidentes foram organizados nas seguintes categorias temporais: escolha da profissão e a vida universitária; mestrado, doutorado e maternidade; a assunção aos cargos de chefia.

### **3.2. Incidentes críticos na escolha da profissão e na vida universitária**

255

Que incidentes marcaram a escolha de cursos na área das ciências exatas pelas cientistas entrevistadas? Casagrande e Souza (2016, p. 177) ressaltam, no estudo sobre as trajetórias de estudantes de engenharia e licenciaturas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que “dos motivos mencionados pelos/as estudantes para a escolha do curso universitário, o mais apontado foi a vontade própria”. Essa característica converge para os relatos das cientistas, que desde meninas ou adolescentes, se percebiam com habilidades para as ciências exatas. A pesquisadora Mercúrio relatava que “já sabia que provavelmente iria fazer algo na área das ciências exatas, porque gostava muito de Matemática e Marte afirmava: sempre gostei de exatas, sempre tive jeito para exatas e essa coisa de astrofísica, de estrelas que têm diferentes temperaturas, diferentes tamanhos, e tal, eu achava superinteressante”.

Além da percepção de habilidades para a área de exatas, as cientistas relataram a influência de pessoas próximas na escolha profissional, assim como os/as estudantes da pesquisa conduzida por Casagrande e Souza (2016). De modo especial, ressaltaram em suas narrativas a influência de figuras masculinas, em especial a do pai e do cônjuge, condição que se relaciona à característica masculina da área. No processo de escolha profissional, as pesquisadoras Mercúrio e Marte fizeram suas opções influenciadas por seus parceiros, que eram da área e a consideravam mais promissora. A tecnologista Saturno se espelhou no pai, cuja formação era em ciências exatas. Terra escolheu ciências da computação para demonstrar ao pai que era capaz, mesmo não sendo um filho homem. Urano queria fazer Arquitetura, mas optou pelas

Engenharias por morar em uma cidade pequena e não ter a permissão do pai para estudar fora.

Nas narrativas sobre o período da graduação, as pesquisadoras Vênus e Netuno relataram que a iniciação científica se constituiu num incidente crítico positivo em suas trajetórias de formação profissional. Sá (2004) ao descrever os momentos constituintes das trajetórias de professores engenheiros e Casagrande e Souza (2016), ao tratar das trajetórias de estudantes de engenharia também se referem à iniciação científica como importante para a formação e também para a opção pela carreira de pesquisador.

O casamento e a maternidade constituíram-se em acontecimentos marcantes nas vidas de três cientistas durante o período universitário: Vênus casou-se. Marte casou-se e teve sua primeira filha. Relatou que terminou “o curso em três anos e meio, nesse período já tinha nascido a minha primeira filha, eu estava no 3º ano da Faculdade quando ela nasceu”. Mercúrio já estava casada e com um filho pequeno quando cursou a graduação fora do país. A persistência em relação à formação parece se fortalecer mesmo com a demanda de conciliação entre o doméstico e o público, entre a formação, o casamento e cuidado dos filhos, pois essa responsabilidade ainda é assumida e atribuída à mulher.

Importante ressaltar que se os avanços são expressivos em relação à presença feminina no mercado de trabalho, inclusive em áreas tradicionalmente masculinas, ainda há muito a conquistar principalmente quando se trata da divisão das tarefas familiares, domésticas. Davis (2019), Pochic (2019) e Frader (2019) são autoras que discutem, em diferentes e atuais contextos, os avanços e os obstáculos persistentes que ainda influenciam no desenvolvimento igualitário das mulheres no trabalho. Frader (2019, p. 99) ressalta que apesar da maioria dos países economicamente desenvolvidos terem adotado medidas favoráveis como “a licença maternidade remunerada e o financiamento público do cuidado das crianças pequenas” essa não é uma realidade em países como os Estados Unidos e principalmente em países em desenvolvimento como, por exemplo, o Brasil.

### **3.3. Mestrado, doutorado e maternidade: incidentes críticos na vida profissional**

O interesse pela pesquisa teve início durante a graduação, a partir da iniciação científica, e foi reafirmado quando as cientistas optaram pela continuidade dos estudos por meio do mestrado e do doutorado. O casamento e a maternidade continuaram a ser referidos como incidentes críticos vividos por essas cientistas durante esse período de formação, reiterando as situações que exigiam a conciliação entre as atividades familiares, formativas e de trabalho.

Durante os processos formativos, cinco cientistas estudaram e trabalharam em outros países, o que se tornou um diferencial no desenvolvimento de suas carreiras. A experiência adquirida no exterior favoreceu o fortalecimento e a atuação em áreas ligadas à ciência e à pesquisa. Esse contexto foi extensa e intensamente discutido por Velho (2001) ao tratar da titulação de doutores em países do exterior, principalmente no final dos anos de 1990 e início de 2000, referenciando os Estados Unidos como

um dos principais polos de atração para o doutorado (Velho, 2001). Em publicação mais recente a autora reafirma a importância para a ciência da qualificação em nível internacional. (Ramos y Velho, 2011).

A tecnologista Urano iniciou a atuação no instituto de pesquisa concomitante com o mestrado e o doutorado. Defendeu a dissertação de mestrado grávida de 7 meses. Fez parte do doutorado no exterior, com segunda filha ainda pequena e o marido no Brasil. Netuno engravidou pouco antes de saber que havia passado no concurso público para o instituto. Relatava: “fiquei grávida entre fazer o concurso e saber o resultado”. Ao longo de sua trajetória, realizar o mestrado e o doutorado foi possível com o apoio do marido, porque “ele sempre me ajudou muito. Volta e meia tinha que viajar e ele ficava com as crianças”. A pesquisadora Vênus teve três filhas durante o período que trabalhava e fazia o mestrado e doutorado. “Confesso que tinha hora que eu tinha vontade de parar! achava que eu não ia conseguir e felizmente, nessas horas, eu tive o apoio do meu marido”. Marte interrompeu o mestrado para cuidar da filha recém-nascida: “eu tinha uma bolsa e conseguia dedicar um tempo maior às minhas filhas. O atraso foi bem-vindo”. Entretanto, isso não a impediu de conquistar uma das poucas vagas para um importante programa nacional na área espacial. Segundo ela, “contrataram vários dos alunos que tinham se destacado, tirado nota boa, e eu fui uma delas. Entrei na instituição em fevereiro de 1982, neste grande projeto”.

A tecnologista Urano foi a primeira mulher a cursar a pós-graduação stricto sensu numa instituição da aeronáutica. “Foi muito difícil no início, porque eu fui a primeira mulher a fazer pós-graduação lá, que foi em 1983 na engenharia. Eu entrava na sala, ninguém conversava comigo, era um ambiente muito difícil”. Iniciou a vida profissional deu continuidade ao mestrado no instituto público de pesquisa onde recebeu apoio para continuar o mestrado. Casou-se e defendeu a dissertação de mestrado grávida de sete meses da primeira filha: “No doutorado, minha segunda filha estava pequenininha eu fui para a Califórnia para o estágio de doutorado. Fui eu, meu marido, minhas filhas e a minha babá [...]. Meu marido ficou só 3 meses lá, porque ele trabalhava aqui. Depois de um ano ele foi lá e levou as meninas embora, aí eu fiquei mais 6 meses sozinha para terminar”. Terra iniciou o mestrado na mesma universidade em que se graduou. Logo em seguida foi contratada pelo instituto público de pesquisa, onde reiniciou o mestrado. Quando finalizou o mestrado estava grávida do primeiro filho: “Não quis fazer o doutorado em seguida, preferi dedicar meu tempo à maternidade. Eu achava que não era hora, meu marido já estava fazendo doutorado e as crianças precisavam de atenção”. Mas continuou a trabalhar, “era responsável pelos sistemas de solo. Um colega atuou mais ativamente enquanto eu estava de licença maternidade. Quando eu voltei e estava na fase de instalação da antena (eu tinha feito todos os testes e o software para a antena funcionar) soube que não faria parte da equipe de instalação”. Saturno também casou e engravidou do primeiro filho durante o mestrado. Júpiter conciliou o mestrado no instituto de pesquisa, o trabalho em uma empresa e à docência em uma instituição de ensino. Assim relatava: “não lembro muito bem essa fase da minha vida, sabe, entre os 25 e 30 eu acho que eu perdi muita coisa, eu acho que eu perdi tempo para mim, eu não tinha tempo para mim. Era o tempo inteiro trabalho”.

Pesquisadoras e tecnologistas tiveram, durante o processo de realização do mestrado e doutorado, a experiência da maternidade. E embora a conciliação entre essas atividades seja desafiadora para mulheres em atividades profissionais que demandam alta qualificação, as narrativas das cientistas entrevistadas indicam que elas se mantiveram na carreira, apesar das dificuldades e da inexistência de políticas públicas e organizacionais de apoio ao desenvolvimento na carreira científica. Essa é a realidade de

“... pesquisadoras brasileiras que se veem diante do desafio de conciliar as atividades docentes e em laboratório com as demandas da maternidade – que, não raro, coincidem com o período de consolidação da carreira. A conclusão é de um estudo desenvolvido no âmbito do projeto “Parent in Science”, criado em 2017 com o propósito de discutir a maternidade no universo acadêmico brasileiro” (Andrade, 2019).

Foram ouvidas 1182 pesquisadoras (921 mães) e os resultados preliminares foram apresentados no 1º Simpósio Brasileiro sobre Maternidade e Ciência, em Porto Alegre, em maio de 2019. A maternidade teve impacto negativo na trajetória profissional de 81% delas. Tais questões, ainda tão atuais, indicam o quanto demandam discussão não somente pelas cientistas, mas também pela sociedade brasileira, pois como ressaltava Hayashi, Cabrero, Costa e Hayashi ((2007), saber utilizar o grande banco de talentos que se coloca à disposição do país, significa fortalecer o potencial competitivo da comunidade nacional.

258

Esse fortalecimento, entretanto, transcende o desafio de agregar mais mulheres à ciência e tecnologia, pois se refere principalmente a entender e a teorizar sobre as questões de gênero, impactantes que são na própria forma de se fazer essa ciência e tecnologia (Waldman, 2019).

### **3.4. Incidentes marcantes na assunção a cargos de chefia**

“¿Por qué tan pocas?” Perguntava Rossi (1965), quando elaborou a pergunta que se tornou central nas pesquisas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Foi somente nos anos de 1960 que se iniciou a produção científica sobre a ausência e invisibilidade das mulheres na ciência. Desde então, os estudos e a presença das mulheres na ciência e tecnologia tem crescido, mesmo em áreas majoritariamente masculinas como as ciências exatas e engenharias, ressalvadas as limitações (sejam pela ausência de incentivo às meninas, sejam pelas jornadas duplas ou triplas de trabalho). Entretanto, a proporção das mulheres em postos de maior prestígio não reflete o tamanho de sua contribuição, mesmo nas universidades e institutos de pesquisa públicos, regidos pela admissão de pessoal por concursos. Essa ausência nos postos de comando das organizações científicas, certamente impactam, como já se afirmou, no desenvolvimento da ciência e tecnologia.

Para a pesquisadora entrevistada, Vênus, essa é também uma característica do instituto, uma organização do setor público, pois segundo ela “na divisão que chefie,

como pesquisadoras continuamos sendo poucas mulheres, hoje somos eu e mais uma. Então, ao longo desses anos todos, agregou mais uma mulher só. [...]. Isso significa que não está mudando muito o quadro ao longo desses anos todos. Mas uma coisa interessante é que na pós-graduação a gente tem um número significativo de alunas do sexo feminino, mas isso não está se refletindo depois nas contratações”.

Lombardi (2017) ressalta que as mulheres não são mais beneficiadas no serviço público por nele existirem igualdade de oportunidade para ambos os sexos. As únicas vantagens para as mulheres no serviço público seriam apenas as oportunidades de acesso e progressão regular nas carreiras até um determinado nível da hierarquia profissional. Para alcançar níveis gerenciais e cargos de chefia, as dificuldades e barreiras seriam maiores para as mulheres do que as enfrentadas pelos homens.

Para as cientistas entrevistadas, a chegada aos cargos de chefia veio por meio de eleição pelos pares, por convite de chefias ou mesmo mediante o envolvimento com questões institucionais, como a coordenação de cursos de pós-graduação.

A pesquisadora Mercúrio foi a primeira e única diretora da faculdade de engenharia em que atuou antes de iniciar o trabalho no instituto. Foi também a pioneira na ocupação de um cargo de responsabilidade na instituição. Foi chefe de divisão. Depois, ser eleita coordenadora da área representou um reconhecimento à sua experiência como chefe e também marcou e alavancou a sua carreira de forma muito positiva. Segundo ela: “Foi feita a lista tríplice, eu entrei, mas também com uma experiência de seis anos na chefia, o pessoal estava votando com conhecimento de causa, e aí eu fui para a coordenação da área como um todo”. Essa experiência lhe possibilitou ser secretária nacional adjunta em Brasília. Foi também a primeira mulher vice-presidente do Painel Intergovernamental de Pesquisas Climáticas. Avaliava: “duas pessoas foram importantes na minha trajetória, o então secretário e o diretor do instituto naquela época”. Candidata à direção do instituto, relembra: fui a primeira mulher a me candidatar a esse cargo, foram oito candidatos, meu nome foi colocado na lista tríplice, mas hei de confessar a você que na entrevista que foi feita, um dos participantes do comitê de busca me perguntou, mas se você for diretora como você se relacionaria com a engenharia? Toda a trajetória de conquistas, entretanto, ainda segue marcada pelo sentimento de ausência: “se existe uma crise, acho que a única crise que eu ainda tento digerir, é a minha percepção que meu filho me via como uma mãe ausente. Desde sempre”.

Marte, também pesquisadora, relatou identificar-se com a área de gestão. Foi presidente do conselho do curso de pós-graduação e coordenadora acadêmica de curso. Assumiu a chefia de laboratório e foi coordenadora substituta de laboratórios associados de pesquisa. Foi chefe de gabinete da direção por dois mandatos. A conciliação da gestão com a pesquisa foi o desafio: “Felizmente, sendo chefe de gabinete, eu fui capaz de manter a minha atividade de pesquisa através dos meus alunos [...] de doutorado”. Entretanto, a ausência de reconhecimento do trabalho, pelo novo diretor, foi marcante “porque eu sabia que eu tinha feito um excelente trabalho e recebi um muito obrigado, claro, do diretor que era o meu chefe imediato, mas do resto do instituto, nada, nada, nada, nada, nada. Eu realmente me senti muito mal”.

Vênus, pesquisadora, tornou-se a primeira coordenadora acadêmica de um curso em sua área de atuação. Ao refletir sobre a carreira, permeada por questões de gênero, relembra que “por algum motivo a gente tinha que ir para Brasília para resolver um problema lá com a CAPES [...] E um colega fez um comentário assim: mas o seu marido deixa você ir?”. Mais tarde, ao atuar em uma divisão em que era a única mulher, foi eleita chefe por seus pares. Depois foi indicada para ser coordenadora da área, cargo importante na hierarquia institucional. Avalia a carreira: “entendo que eu tenho respeito dos meus pares, dos meus colegas, eu tenho bastante contato internacional, participo de vários comitês científicos no exterior, eu acho que tudo isso é uma forma de reconhecimento do seu trabalho porque no final tem que ser a própria comunidade que avalia”. Enfatiza a centralidade do trabalho: “Minha vida está ligada totalmente no trabalho [...] mas talvez isso tenha sido um pouco rígida na época, quem sabe, poderia ter sido um pouco mais flexível, não sei”.

A pesquisadora Netuno foi eleita por seus pares para chefiar uma divisão e coordenar um curso de pós-graduação: “Eu cheguei a aceitar ser coordenadora da pós-graduação o que não é um cargo de chefia dentro do organograma do instituto. [Mas] eu pedi para sair porque meu pai estava muito doente na época”. O cuidado com os pais também pesou em sua decisão de não sair do país para o pós-doutorado, o que considera um ponto negativo em sua carreira de pesquisadora. “Eu fui presidente da comissão brasileira de um programa de referência internacional na astrofísica e então isso também mostra que a comunidade astronômica tem uma certa confiança no meu nome.”

260

A tecnologista Urano ocupou o cargo de chefia de uma divisão e depois tornou-se coordenadora de área. Foi escolhida, dentre dois pesquisadores, por um Comitê de Busca. Considera que provou sua capacidade ao gerir uma coordenação com predomínio masculino. Entretanto, ressaltava, “um dos fatores é como criar filhos e crescer na profissão? Então eu montei uma rede com essas pessoas. E eu não tinha trauma nenhum de, por exemplo, Dia das Mães, eu não poder participar porque eu estava viajando. Eu viajava muito para apresentar trabalhos científicos, fiz uma carreira científica, mas ao mesmo tempo eu não fui uma pesquisadora nata, sou tecnologista, porque eu gosto de fazer coisas mais práticas também”. Para ela o esforço da mulher em cargos de responsabilidade e tomada de decisões é muito maior do que se fosse um homem no poder: “Eu acho que quem quer mesmo se desenvolver na sua profissão, não pode dar bola para o que os outros falam, tem que se impor e ser você [...] Essa é a nossa dificuldade, por ser mulher, porque além de fazer o seu serviço bem feito você tem que provar que ele é bem feito!”.

Terra, tecnologista, sempre almejou a conquista de uma posição em sua área de atuação. Primeiro foi coordenadora substituta, depois membro do Conselho Técnico Científico e tornou-se coordenadora da área pretendida: “Essa questão dos Centros Regionais sempre foi um desafio para mim, desde quando fui eleita”. Após 31 anos de carreira, seu relato demonstra que o cargo alcançado foi o início de uma grande realização como profissional e experiência na área de gestão: “Eu sempre gostei de estar à frente! Procuo fazer o meu melhor”.

Saturno e Júpiter são tecnologistas com 17 anos de atuação. Saturno atribui a chegada a um cargo de chefia ao seu esforço e dedicação: “Por ser uma instituição predominante masculina, eu sinto que, às vezes, você tem que provar alguma coisa, você tem que trabalhar muito mais, até as pessoas acreditarem que você é capaz de fazer alguma coisa”. Descreve-se como uma pessoa preparada para assumir maiores responsabilidades, que gosta dos desafios. Sua motivação, segundo ela, responde mais à sua própria natureza do que às políticas organizacionais. Sempre trabalhei em um mundo masculino, pois dava aula no curso de engenharia da computação. Na maioria das vezes só tinha homens na sala de aula. Nunca tive nenhum problema. Aqui no instituto foi diferente. É muito mais difícil. A discriminação é muito grande e velada aqui: “[Uma] crise profissional, por causa de um trabalho que me gerou muito estresse emocional, refletiu no meu físico”. Mais tarde, com a mudança de direção na instituição, foi convidada para ocupar a coordenação de uma área.

Júpiter ocupou o cargo de chefe substituta no início da carreira no instituto. Foi um período de estresse físico e emocional em uma unidade situada longe dos principais centros urbanos e de cultura diferentes da região onde vivia. “Foram anos bem difíceis.” De um lado as dificuldades de comunicação com um chefe do qual era substituta e que exigia a excelência. De outro, as questões culturais e de gênero. “Além disso morar naquela região também não era fácil. No começo eu levantava a mão no bar ninguém vinha. Eles não atendem mulher. Você tinha que pedir para um homem levantar a mão. Ao assumir a chefia, o clima mudou, as pessoas ficaram com menos medo, porque eu sempre fui muito mais clara, eu chamava as pessoas para conversar. Tem aquela coisa do olhar feminino, que eu acho que ajuda.”

261

Nas narrativas ficaram evidenciadas as questões que caracterizam a assunção aos postos de chefia:

- são conquistas pessoais, mas também coletivas, pois as cientistas sabem da importância de sua chegada aos cargos de maior poder para as outras mulheres pesquisadoras e tecnologistas;
- são importantes as influências de familiares para a escolha profissional na área de exatas, mas são igualmente importantes o apoio de referências como professores e chefias para que as mulheres sigam e se desenvolvam na produção científica;
- são avanços marcados por desafios institucionais, como a confirmação para o outro de suas próprias competências;
- são escolhas entre o privado e o público, entre o doméstico e organizacional, muitas vezes caracterizadas pela culpa, seja pela opção pelo cuidado com a família, seja pela opção pelo profissional.

Esses aspectos convergem para quatro dos seis temas identificados por Waldman (2019), quais sejam:

- o compromisso que as cientistas assumem na hora de tratar/desenvolver um problema, inclusive os impactos da própria chegada em cargos de gestão para a carreira de outras pesquisadoras;
- a relevância de mentores e pessoas referentes para o desenvolvimento na carreira científica;
- a convicção de que se pode alcançar qualquer objetivo, mesmo e apesar dos desafios institucionais, que demandam das cientistas esforços e sacrifícios nem sempre exigidos de seus colegas homens;
- a urgente demanda pela remodelação das culturas organizacionais (e isso é ainda mais premente para as que atuam em países em desenvolvimento), em especial aquelas que se referem ao apoio aos cuidados domésticos e familiares.

Se são poucas as mulheres que chegam ao topo da hierarquia organizacional, principalmente se comparadas aos homens, como afirma Henderson, Ferreira e Dutra (2014), também são inegáveis e importantes as conquistas de cientistas como as do instituto pesquisado. Os cargos de responsabilidade assumidos por mulheres em espaços masculinos evidenciam as desigualdades de gênero na atuação em grandes áreas, com muitos subordinados, homens. São exigidas das chefes provas constantes de suas capacidades intelectuais e de liderança. A superação de desafios e a conquista de reconhecimento em suas áreas de atuação implicam em muito trabalho, muita dedicação, o abdicar de outras atividades como o cuidado da família, por exemplo.

262

Nesse sentido, Olinto (2011), ao discutir o fenômeno do teto de vidro, ressalta a necessidade que as cientistas têm de apresentar mais credenciais para obter o mesmo benefício, seja ele uma promoção, uma bolsa de pesquisa ou outro tipo de vantagem acadêmica. Tal necessidade se faz notar em situações nas quais as mulheres são submetidas a avaliações pelos seus pares. Vários são os indícios de que, através de mecanismos sutis que se estabelecem no ambiente científico, criam-se barreiras para as mulheres, que dificultam a sua progressão profissional. Muitos desses mecanismos não seriam percebidos pelas próprias mulheres. Trata-se de comportamentos culturalmente enraizados e internalizados por aqueles que estão atuando no campo científico, o que significa que as próprias mulheres podem estar contribuindo para a sua perpetuação.

Um diagnóstico apontado pela Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), demonstrava que o número de mulheres em postos gerenciais no serviço público era inversamente proporcional ao nível decisório associado a eles. Isto significava que, quanto mais alto o escalão, menos representadas estavam as mulheres. Em relação aos cargos de direção e assessoramento superior (DAS), quanto mais alto o nível do cargo, menor era o número de pessoas do sexo feminino (Enap, 1998). Esse é o contexto ainda representado pelo instituto pesquisado. São importantíssimas as conquistas das cientistas investigadas, mas é preciso mais. É preciso que a entrada das mulheres nos campos de trabalho seja proporcional ao crescimento das matrículas nos cursos de engenharia, de ciências exatas e da terra. De modo especial, é necessário que a presença das cientistas cresça na hierarquia institucional, em especial nos cargos de maior peso. No caso das cientistas entrevistadas, isso significa

um maior número de pesquisadoras e tecnologistas nas coordenações de área e a chegada de uma mulher à direção do instituto.

### Referências bibliográficas

Albornoz, M., Barrere, R., Matas, L., Osorio, L. e Sokil, J. (2018). Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana. Papeles del Observatorio nº 9. Buenos Aires: Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). Recuperado de: <https://observatoriocts.oei.org.ar/2018/10/12/papeles-del-observatorio-no-09-las-brechas-de-genero-en-la-produccion-cientifica-iberoamericana/>.

Alves, J. S. S. (2015). Gestores escolares: incidentes críticos nas trajetórias profissionais [Dissertação de mestrado não publicada]. Taubaté: Universidade de Taubaté.

Alves, J. S. S. e Sá, M. A. A. S. (2015). Critical incidents in headteachers professional paths. *Revista Eletrônica de Educação*, 9(3), 342-361. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.14244/198271991474>.

Andrade, R. O. (2019). Maternidade no currículo. *Revista Fapesp, Carreiras*. Recuperado de: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2018/07/19/maternidade-no-curriculo/>.

Bolívar, A. (2002a). Profissão professor: o itinerário profissional e a construção da escola. EDUSC.

Bolívar, A. (2002b). ¿De nobis ipsis silemus? Epistemología de la investigación biográfico-narrativa en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1). Recuperado de: <http://redie.uabc.uabc.mx/vol4no1/contenido-bolivar.html>.

Bolívar, A., Domingo, J. e Fernandez, M. (2001). *La Investigación biográfico-narrativa en educación: enfoque y metodología*. Madrid: Muralla.

Bolívar, A. e Domingo, J. (2006). La investigación biográfica y narrativa en Iberoamérica: campos de desarrollo y estado actual. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, 7(4). Recuperado de: <http://www.qualitative-research.net/fqs/>.

Bruschini, C. (2000). Gênero e Trabalho no Brasil: novas conquistas ou persistência da discriminação? Em M. I. B. Rocha (org.), *Trabalho e Gênero: mudanças, permanências e desafios*. ABEP, NEPO/UNICAMP, CADEPLAR/UFMGED.

Casagrande, L. e Souza, A. (2016). Para além do gênero: mulheres e homens em engenharias e licenciaturas. *Estudos Feministas*, 24(3), 825-850. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2016v24n3p825>.

Cochran-Smith, M. (2003). Learning and unlearning: the education of teacher educators. *Teaching and Teacher Education*, 19(1), 5-28. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00091-4](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00091-4).

Davis, A. (2019). Mulheres, raças, classes: desafios para o século XXI. Em M. Maruani (Org.), *Trabalho, logo existo: perspectivas feministas* (17-28). Rio de Janeiro: FGV Editora.

Delory-Momberger, C. A. (2016). A pesquisa biográfica ou a construção compartilhada de um saber do singular. *Revista Brasileira de Pesquisa (Auto)Biográfica*, 1(1), 133-147. Recuperado de: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/rbpab/article/view/2526>.  
Enap (1998). *Diagnóstico da situação da mulher na Administração Pública Federal. Texto para discussão nº 28*. Brasília: Autor.

Ferrer, S. (2018). ¿Por qué niegan la brecha de género en ciencia aunque la tengan delante de sus narices? *Sinc: la ciencia es noticia*, 13 de febrero.

Frader, L. (2019). Nos Estados Unidos, um copo meio cheio? Em M. Maruani (Org.), *Trabalho, logo existo: perspectivas feministas* (92-102). Rio de Janeiro: FGV Editora.

Hayashi, M. C. P. I., Cabrero, R. C., Costa, M. P. R. e Hayashi, C. R. M. (2007). Participação Feminina em C&T. *TransInformação*, 19(2), 169-187. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S0103-37862007000200007>.

264

Henderson, P. A., Ferreira, M. A. A. e Dutra, J. S. (2016). As barreiras para a ascensão da mulher a posições hierárquicas: um estudo sob a óptica da gestão da diversidade no Brasil. *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 9(3), 489-505. Recuperado de: 10.5902/19834659 8208.

Larrosa, J. B. (2002). Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação*, (19), 20-28. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782002000100003>.

Leta, J. (2003). As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. *Estudos avançados*, 17(49), 271-283. Recuperado de: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142003000300016](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000300016).

Lombardi, M. R. (2017). Apresentação - Mulheres em carreiras de prestígio: conquistas e desafios à feminização. *Cadernos de Pesquisa*, 47(163), 10-14. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/198053144421>.

Nóvoa, A. (2000). Os professores e as histórias da sua vida. Em A. Nóvoa (Org.), *Vida de professores*. Porto: Porto Editora.

Olinto, G. (2012). A inclusão das mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, 5(1), 68-77. Recuperado de: <http://www.revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/240/208>.

Oliveira, A. A. (2016). *Trajetórias Profissionais de Professoras em Escolas Multisseriadas*. [Dissertação de mestrado não publicada]. Taubaté: Universidade de Taubaté. Recuperado de: <https://mpemdh.unitau.br/wp-content/uploads/2014/dissertacoes/mpe/Acacio-Alves-de-Oliveira.pdf>.

Planalto (1993): Lei nº 8.691, de 28 de julho de 1993. Dispõe sobre o Plano de Carreiras para a área de Ciência e Tecnologia da Administração Federal Direta, das Autarquias e das Fundações Federais e dá outras providências. Recuperado de: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8691.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8691.htm).

Pochic, S. (2019). Feminismo de mercado e igualdade elitista? Em M. Maruani (Org.). *Trabalho, logo existo: perspectivas feministas* (41-53). Rio de Janeiro: FGV Editora.

Ramos, M. Y. e Velho, L. (2013). Formação de doutores no Brasil: o esgotamento do modelo vigente frente aos desafios colocados pela emergência do sistema global de ciência. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação*, 18(1), 219-246. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772013000100012>.

Rossi, A. (1965). Women in science. Why so few? *Science*, 148(3674), 1196-1202. Recuperado de: [10.1126/science.148.3674.1196](https://doi.org/10.1126/science.148.3674.1196).

Sá, M. A. A. S. (2004). *Trajetórias docentes: avanços, recuos e desvios na vida profissional de professores engenheiros* [Tese de doutorado não publicada]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica.

Sá, M. A. A. S. e Almeida, L. R. (2004). Devolutiva de entrevistas: o biograma na pesquisa em educação. *Revista Psicologia da Educação*, 19(2). Recuperado de: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-69752004000200010&lng=pt&lng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-69752004000200010&lng=pt&lng=pt).

Sá, M. A. A. S. e Almeida, L. R. (2015). Envelhecimento profissional nas trajetórias de professores engenheiros. *Revista Psicologia da Educação*, 40(1), 59-76. Recuperado de: [10.5935/2175-3520.20150005](https://doi.org/10.5935/2175-3520.20150005).

Santos, L. W. e Ichikawa, E. Y. (2004). CTS e a participação pública na ciência. Em LW. Santos, E. Y. Ichikawa, P. V. Sendin e P. Varela (Orgs.), *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação* (239-272). Colonia Dona Luiza: Instituto Agronômico do Paraná.

Silva, F. F. e Ribeiro, P. R. C. (2014). Trajetórias de mulheres na ciência: 'ser cientista' e 'ser mulher'. *Ciências da Educação*, Bauru, 20(2), 449-466. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000200012>.

Szymanski, H. (2004). *A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva*. Liber Livro.

Velho, L. (2001). Formação de doutores no país e no exterior: estratégias alternativas ou complementares? *Revista Dados*, 44(3), 607-631. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S0011-52582001000300005>.

Velho, L. (2006). Prefácio. Em L. W. Santos, E. Y. Ichikaw e D. F. Cargano (Orgs.), *Ciência, tecnologia e gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento*. Colonia Dona Luiza: Instituto Agronômico do Paraná.

Villas Boas, L. (2018). Experiência: problematizações em torno de uma noção para se pensar a profissionalização docente [Apresentação em conferência]. Congresso Internacional de Pesquisa (Auto)Biográfica 2018. São Paulo.

Waldman, L. (2019). Caminos al éxito: aportes del enfoque de género al liderazgo científico. Trieste: Gender InSITE. Recuperado de: <https://genderinsite.net/resources>.

### **Como citar este artigo**

Raimundi, P. S. F. e Ávila, M. A. (2021). Mulheres gestoras em CT&I: estudo de caso nas áreas espacial e do ambiente terrestre. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 247-266.

RESEÑAS *CTS*





## **Big Tech. A ascensão dos dados e a morte da política**

**Evgeny Morozov**

Ubu Editora, São Paulo, 2018, 192 págs.

Por **Mayara Mayumi Sataka e Matheus Felipe Silva \***

Na obra *Big Tech. A ascensão dos dados e a morte da política*, Evgeny Morozov discute temas relevantes da sociedade contemporânea. A edição, na qual nos baseamos para realizar este trabalho, conta com um prefácio do próprio autor sobre a realidade brasileira. Nessa obra, alguns termos abordados pelo autor estão não só nas esferas acadêmicas e científicas, mas presente na vida cotidiana de muitas pessoas, tais como “tecnologias”, “empreendedorismo”, “inteligência artificial”, entre outros. Entretanto, as reflexões de Morozov geram inquietações profundas da vida social, uma vez que o pesquisador desvela os riscos de se acreditar nas narrativas provindas do Vale do Silício. Além disso, ao longo de todo seu livro, Morozov reitera as ameaças à democracia proporcionadas pelo capitalismo digital. Em vista à continuidade deste trabalho, nas palavras que seguiremos explicitaremos as ideias de Morozov.

269

O livro inicia-se com o capítulo “Introdução: capitalismo tecnológico e cidadania”. O autor faz uma breve retomada histórica das tecnologias até o momento atual, com os momentos de contracultura que houve tanto na Europa quanto nos Estados Unidos. Nessa direção, Morozov elucida que tal contracultura foi absorvida pela lógica mercadológica capitalista, em um momento, com a ideia de indivíduo consciente e autossuficiente das suas escolhas. Assim, contemporaneamente, o Vale do Silício afirma fornecer-nos os instrumentos para todos os setores de nossa vida e até mesmo para combater o sistema. O Vale do Silício representa o arranjo do capitalismo contemporâneo, no entanto, já não se baseia mais na ideia de contracultura e

---

\* *Mayara Mayumi Sataka*: estudante de doutorado do Programa de Linguística e Língua Portuguesa na Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil. Professora no Laboratório de Línguas (LabLin) na UNESP. Correio eletrônico: [mayara.sataka@unesp.br](mailto:mayara.sataka@unesp.br). *Matheus Felipe Silva*: estudante de doutorado do Programa de Ciências Sociais na Faculdade de Ciências e Letras da UNESP. Professor do Instituto Agostiniano de Filosofia, Brasil. Correio eletrônico: [matheus.f.silva@unesp.br](mailto:matheus.f.silva@unesp.br).

subversão às autoridades e instituições, como foi um dia, e sim na concepção de solidariedade à população. Além disso, Morozov advoga que é necessário pensar “fora da internet”, para desvelar a narrativa de conto de fadas do monopólio do Vale do Silício. Tanto o Vale do Silício quanto o capitalismo contemporâneo dependem um do outro para existir. Em suma, Morozov apresenta-nos em sua discussão que o potencial da internet apenas se realizará com o fim do capitalismo e dos ideais neoliberais.

270

Todo esse panorama conduz-nos a um questionamento: Por que estamos autorizados a odiar o Vale do Silício? Esse é precisamente o título do segundo capítulo da obra de Morozov. Assim, o investigador enumera três razões para odiar o Vale do Silício. O primeiro argumento é o que ele chama de “cerca invisível de arame farpado” (p. 31). É a falsa ideia de emancipação e liberdade proporcionada pelas empresas, que abarca a união entre capitalismo, neoliberalismo e desenvolvimento tecnológico. O segundo aspecto debatido pelo autor é a privatização da privacidade. Nessa direção, usamos serviços públicos comandados por setores privados, em que não se avalia o bem social, mas se tal serviço é rentável ou não. De acordo com Morozov, essa mesma lógica ocorre com a privacidade, que vem sendo cada vez mais privatizada, tornando-se uma mercadoria. Por fim, o modelo do Vale do Silício começou a ser utilizado por outras instituições. Tal modelo diz respeito à acumulação de dados e informações que podem e poderão, eventualmente, tornarem-se lucrativas, como a Google faz. Desse modo, as empresas criam problemas e oferecem as soluções, porém os verdadeiros problemas sociais não são resolvidos, como o combate à fome, a desigualdade, a discriminação racial, etc. Morozov (p. 49) ironiza: “Ainda é possível morrer por falta de comida, mas não por falta de conteúdo”.

Nesse sentido, é pertinente refletir sobre a história do capitalismo, desde o modelo Wall Street até a atualidade e esse é o tema do capítulo “Solucionismo, um conto de fadas”. O autor dedica-se a analisar sobre as duas disrupções (*disruption*) que o mundo presenciou, a da Wall Street e a do Vale do Silício. Essas disrupções, especialmente a segunda, aparentam constituir um curso natural da evolução tecnológica, sem conexão com aspectos econômicos e sociais. Por outro lado, o que é pouco evidente para as populações e o que realmente acontece, de acordo com Morozov, é a facilidade em que as empresas estão lucrando e cobrando mais caro que no passado. Os empreendedores do Vale do Silício argumentam que se fundamentam nos princípios da solidariedade, autonomia e colaboração. Entretanto, essa retórica pode ser atacada a partir de três perspectivas: a) a desigualdade entre as pessoas que podem ou não pagar os serviços e desfrutar de uma autonomia maior; b) toda a narrativa construída pelo Vale do Silício é apenas um conto de fadas; c) é possível surgir o questionamento da serventia do Estado, já que o Vale do Silício pode prover tudo para população e esse é o cenário mais preocupante. Nesse mesmo panorama, Morozov alerta que se avança para um capitalismo de plataforma (como Uber, Facebook, etc.), no qual nos eles nos ludibriam com seus serviços cool, porém são monopolistas e coletam nossos dados.

No capítulo seguinte, “A ascensão dos dados e a morte da política”, Morozov critica as premissas tecnoutópicas da implementação de regulações algorítmicas como bases pragmáticas e objetivas de soluções a problemas sociais. Segundo o investigador, o

argumento esvazia os princípios de debate público sobre quais seriam as causas dos problemas vividos na sociedade e quais as diferentes agendas possíveis. Além disso, a prestação de contas e transparência desapareceriam, na medida em que empresas privadas do ramo da tecnologia tornassem-se responsáveis pela promoção ou subsídio ao bem-estar social. A regulação algorítmica transformaria a sociedade em uma espécie de rede social, no qual cada perfil teria uma quantificação de seu capital social. O indivíduo, assim, seria afastado de uma construção de cidadão e tornar-se-ia apenas um consumidor. Nesse cenário, os algoritmos são capazes de oferecer as melhores opções de maximização da felicidade individual. Contudo, essas opções já estariam em um conjunto de escolhas limitadas pelo capital social quantificado e hierarquizado. Morozov destaca que essas novas soluções digitais se atrelam a velhas práticas de *lobbies* e recorrem a grandes investidores para favorecer a regulação algorítmica em detrimento de debates legislativos.

Em continuidade, no capítulo “Como cobaias desavisadas” são refletidas os novos dividendos da paz,<sup>1</sup> isto é, os dividendos da vigilância, na mesma narrativa de progresso tecnológico, abundância econômica e prosperidade universal, apresentada pelo autor nos capítulos anteriores. É relatado o experimento chamado *FunFit*, implementada em um aplicativo, que visava tornar as pessoas mais ativas fisicamente. Se conseguissem, os amigos dessas pessoas eram premiados com dinheiro. Dessa maneira, os dividendos da vigilância rastreiam-nos e observam-nos continuamente, como no experimento descrito. Nesse sentido, Morozov demonstra que todos os problemas sociais, até mesmo a desigualdade e a pobreza, passam a ser apenas problemas informacionais. Os defensores de dividendos da vigilância apresentam-se como beneficiadores óbvios e apolíticos, mas, “na realidade, eles só veem o que lhes interessa e só sabem o que querem saber. O que em geral não sabem e não querem ver é sua própria política” (p. 113). Como consequência, tal política gera um “simulacro de ‘solução de problemas’” (p. 114), em que os indivíduos são rastreáveis e controláveis, acreditando que essa é a sua liberdade de escolha.

271

No capítulo “Catástrofe informacional: o custo da hipocrisia”, Morozov discute as práticas de proteção dos dados. Nessa direção, o autor relata que a relação entre as *Big Techs* e a NSA (National Security Agency) demonstram a privatização da infraestrutura de comunicações. Além disso, a despreocupação com a soberania da proteção de comunicações eletrônicas favoreceu um sistema em que o Vale do Silício monetizava as operações de infraestrutura digitais, ao passo que a NSA acessava como queria os dados coletados. A “Internet das coisas”, como nomeia Morozov, avançou a ponto de criar objetos inteligentes pretensamente a serviço de necessidades cotidianas mínimas, mas que coletam e transmitem dados de usuários. O autor não vislumbra uma mudança nesse panorama, já que também se desfez o mito da segurança à privacidade natural e progressiva. Para Morozov, o debate da coleta e uso de dados está sendo atrelado apenas a esferas fiscais e comerciais. No entanto, ele argumenta que é necessário a repolitização do debate da privacidade na era digital.

---

1. “Um termo popularizado no início de 1990, segundo o qual a redução dos gastos militares promoveria o crescimento econômico” (p. 102).

No que concerne aos algoritmos, mencionado anteriormente, Morozov aborda sobre esse tema no capítulo “Efeitos colaterais dos algoritmos para a cultura democrática”. O autor destaca que o antídoto democrático para evitar o fanatismo é o caráter mutável, de incompletude e imperfeição do processo democrático. A tecnoutopia, a partir da regulação algorítmica, propõe um positivismo para o conflito ideológico, um solucionismo baseado em caminhos únicos e eficientes. O cidadão seria informado automaticamente por conteúdos personalizados e enviados por algoritmos inteligentes, que supostamente manteria a participação individual e diminuiria os custos de coleta de dados civis relevantes ao fazer político. Contudo, de acordo com o pesquisador, os algoritmos não são capazes de narrar historicamente a realidade vivida, pois simplificam a complexidade da vida social. A democracia, entregue a algoritmos, morreria, na medida em que os cidadãos são concebidos de forma atomizada, com interesses fixos e controláveis. Logo, a vida cidadã é limitada e a esfera do debate público esvaziada.

Desse modo, no capítulo “*Big Tech*: pós-capitalismo”, Morozov apresenta dois mitos sobre as transformações digitais em curso, que constroem a ideia de pós-capitalismo. Primeiramente, acredita-se que as transformações levariam a um mundo mais progressista e equitativo. Além disso, há a ideia de que as quebras de hierarquias e poderes centralizados favoreceriam os marginalizados. Entretanto, para o autor, não há um pós-capitalismo, mas um alinhamento das *Big Techs* com atores estatais e privados na pavimentação de um incremento de privatizações e ampliação da previdência corporativa. O setor produtivo da tecnologia integra uma espécie de *New Deal* digital, no qual o bem-estar é pensado de forma personalizada e distribuída para usuários de maneira desigual. Apesar de hoje a maioria dessas grandes empresas oferecerem “serviços gratuitos”, em troca da coleta e uso de dados, seu modelo de negócios avança para o emprego da inteligência artificial, que poderá ser cobrada. Tal inteligência artificial desenvolveu-se graças, em parte, a recursos vindos do Estado e dos contribuintes e da coleta e uso de dados. Sendo assim, esse panorama indica, segundo Morozov em uma conjuntura em que os dispositivos inteligentes serão indispensáveis para o acesso ao bem-estar dos indivíduos e estes pagarão pelo uso desse serviço no cotidiano.

No capítulo posterior, “A mediação digital de tudo: na intersecção da política, da tecnologia e das finanças”, Morozov afirma, que por trás do mito de heróis idealistas e talentosos em suas garagens, o setor das empresas de tecnologia é monopolizado. Além disso, é construído em uma rede de relações dessas empresas com atores políticos e financeiros poderosos. A sociedade digital contemporânea seria baseada na extração e uso de dados sem transparência, na idealização de uma vida cotidiana organizada em dispositivos inteligentes e nas *Big Techs* como mediadoras do bem-estar individual. De acordo com o estudioso, é necessário romper o monopólio intelectual dessas *Big Techs* e desmitificar a narrativa de empresas e tecnologias neutras quanto a disputas ideológicas. Cada cidadão tem o direito de saber quais de seus dados são coletados e como são utilizados, em um debate público de garantia à privacidade e a necessidade de infraestrutura comunicacional livre de controles.

Morozov encerra a obra com o capítulo “Quem está por trás da *fake news*?”. Para muitos, inclusive os atores políticos de vários países, a perda nas eleições deve-se às

*fake news*, que enfraquece a democracia. No entanto, o investigador postula que culpar as *fake news* para o desmonte da democracia consiste na invisibilização de uma crise sistemática e complexa. As ameaças verdadeiras são as democracias imaturas, que não conseguem reconhecer as origens econômicas dos nossos problemas e, ainda, a corrupção profissional. Nesse prisma, as *fake news*, *per se*, não são o problema, já que elas são fruto do capitalismo digital contemporâneo, capaz de rentabilizá-las. Desse modo, Morozov advoga que a solução para as *fake news* é repensar o capitalismo digital, em uma realidade em que os anúncios virtuais não tenham tanta influência sob nossas vidas e os cidadãos tenham maior poder de decisão.

Por fim, neste trabalho intentamos exprimir as ideias de Evgeny Morozov da obra *Big Tech. A ascensão dos dados e a morte da política*. Salientamos a contribuição desse autor e das concepções abordadas por ele para a compreensão das Tecnologias bem como do Vale do Silício na sociedade contemporânea. Sua relevância relaciona-se com a lucidez e a seriedade em que reflete os desafios atuais. Nesse sentido, torna-se uma leitura muito recomendada para todos os interessados em debruçar-se nessas temáticas.





## Sobre la filosofía: 1950-1980

Gilbert Simondon

Cactus, Buenos Aires, 2018, 445 págs.

Por **Fernando Tula Molina** \*

### 1. Primeras investigaciones: 1953-1955

Tempranamente Gilbert Simondon adopta una mirada que también interesará a Gilles Deleuze, es decir, la que aspira a “lograr una unidad sistemática de la multiplicidad, entendida como una serie abierta e indefinida de fenómenos plurivalentes” (p. 34). Puede decirse, también, que ambos reniegan del pensamiento tanto *a priori* como *a posteriori* y abogan por un pensamiento presente que “vuelve sobre sí para ser a la vez anterior y posterior en relación a sí mismo” (p. 24); algo que Deleuze —siguiendo en buena parte a Foucault— llamó “pliegue”. Se trata de un pensamiento de naturaleza problemática que surge de situaciones vivenciales, cuya resolución —en ocasiones extremas— exige un cambio de plano o “metabasis”. La consecuencia de este abordaje es que los cambios más fecundos se producen cuando la resonancia interna del individuo pasa a una fase crítica. Simondon toma de la cibernética el “esquema del modulador” para desarrollar los modos en que pueden realizarse tales cambios de plano. Establece con ello una relación original entre cibernética y filosofía que lo lleva a postular a la teoría de la información como modelo filosófico.

275

El esquema del modulador supone una causalidad triple: la forma-señal como causa formal, la energía de alimentación como causa energética y la estructura que condiciona las transformaciones como causa estructural. El dominio de aplicación de tal esquematismo es el de los “sistemas hólicos”, es decir, aquellos “cuya actividad es modificada de una manera permanente por sus resultados”. Esto hace que su relación con el mundo esté integrada al despliegue del sistema, el cual deviene mecanismo teleológico. A tales sistemas Simondon les reconoce dos propiedades centrales:

---

\* Investigador adjunto, CONICET, Argentina. Profesor titular, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Correo electrónico: ftulamolina@gmail.com.

restablecer un orden entre ciertos límites e invertir la estructura del sistema cuando se franquea un umbral crítico.

De este modo, la cibernética podrá concebirse como la “toma de conciencia filosófica de una problemática espontánea, cuyo terreno es una tecnología universal” (p. 42). Ahora bien, la información en Simondon es un dato complejo. En primer término, porque antes que un “dato” se trata de un “proceso” cuyo dinamismo remite a las tensiones inherentes al terreno prereflexivo. Por otra parte, Simondon señala la existencia de un elemento azaroso en el propio umbral que separa lo espontáneo y lo reflexivo. En definitiva, “La información no se crea *ex nihilo*, sino que es producida por etapas sucesivas de conversiones de operación en estructuras y estructura en operación” (p. 30). Por ello mismo, para hablar de individualidad deberemos referirnos a un umbral crítico que pertenece a un sistema mayor o, en otros términos, asociado a las funciones que lo constituyen. En el caso de los seres vivos, Simondon señala la posibilidad que tienen de cambiar de estructura —para triunfar ante una problemática— por lo que dirá que se trata de individuos policristalizables.

¿Cuál es el alcance de este modelo? Simondon especula que incluso la sociología podría recibir un nuevo impulso a partir del método cibernético, dado que permite definir el nivel crítico a partir del cual un grupo deviene sociedad. En este sentido, cree posible establecer un contrapunto frente al modelo de causalidad por “imitación” postulado por la microsociología de Gabriel Tarde. En su lugar, Simondon propondrá considerar una relación funcional, complementaria, que se puede llamar “densidad social” (p. 59).

276

## 2. Corrientes y nociones: ca. 1950-1963

Al presentar las principales corrientes de filosofía francesa, Simondon comienza por H. Bergson (1859-1941), otro fuerte punto de contacto con Deleuze. Y ello no solo por su rechazo de la concepción positivista del tiempo progresivo, sino por la centralidad que en ambos cobra la duración individual. Simondon la define como “la unidad del yo profundo que abarca la intuición del impulso vital”. A partir de la duración —o despliegue de tal impulso— será posible concebir un modelo tanto cognitivo como metafísico basado en la participación. El bergsonismo marcará el retorno de lo social a lo individual y de lo cuantitativo a lo cualitativo. Por esta vía, Simondon tomará distancia tanto de la fenomenología como del existencialismo sartreano y procurará alcanzar una posición que considera intermedia: “acompañar el despliegue de los procesos a través de una información iluminada por todas las ciencias del hombre” (p. 139).

Para ello, se ubicará en la línea del paleontólogo y filósofo francés Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) y su descubrimiento de la “dimensión vertical” o “noosfera”. Se trata de pensar la humanidad como una totalidad dinámica que se despliega en el tiempo y el espacio. Tal despliegue consta de un cierto ritmo, determinado por sus fases positivas y negativas. Por ello, el progreso en el conocimiento deberá concebirse a partir “del sí y el no” propio de las situaciones vivenciales. Estas involucran tanto potenciales —que tienden hacia la unidad— como barreras que frenan tal tendencia.

Son situaciones en las que subjetividad y la objetividad quedan reducidas a términos extremos, de situaciones que se caracterizan mejor como “intersubjetivas” e “interobjetivas”.

Este posicionamiento marca un desplazamiento en la manera de entender la evolución. Ya no se tratará de concebir un movimiento presente en todas partes, sino de “una realidad que se desplaza en el sistema de que cambia de nivel y de modalidad” (p. 165). Se trata, entonces, de un proceso complejo que construye por ciclos y puestas entre paréntesis. A diferencia del modelo dialéctico, este abordaje otorga valor de positividad a ambas fases; incluso la degradación es vista como necesaria para el florecimiento. Por otra parte, Simondon destaca cómo los resultados de la antropología francesa refuerzan la importancia cognitiva del principio de participación, superador del principio de “no contradicción”. Tal es el caso de los estudios de L. Lévy-Bruhl (1857-1939) sobre la mentalidad primitiva, y los de C. Lévi-Strauss (1908-2009), quien propusiera concebir la verdad humana a partir de un “sistema de diferenciación”.

Ahora bien, las semejanzas con Deleuze se convierten en aparentes una vez que consideramos a qué proyectos filosóficos están asociadas. Si bien participaron del mismo ambiente intelectual, Deleuze se encaminará a un proyecto de desfundación radical de la filosofía, mientras que Simondon tomará la dirección contraria, es decir, la que aspira al enciclopedismo filosófico. ¿En qué consiste ser enciclopedista? Ya en 1950 Simondon tenía su respuesta: “ser enciclopedista es definir al hombre por su operación y no por su estructura” (p. 115). A diferencia del diccionario, la enciclopedia busca unificar operaciones y descubre en la pedagogía la operación humana fundamental. Esto no impide, de todos modos, que puedan volver a encontrarse en la manera de concebir el comportamiento ético. Para Simondon, este consistirá en “cultivar en uno mismo ese sentido de la participación en la totalidad humana” (p. 72), algo que Deleuze —en *Lógica del Sentido*— llamó “no ser indignos de lo que nos toca” (2008, p. 157). Se trata, a la vez, del despliegue de un sentimiento positivo que permite que nuestras fuerzas sean “giradas hacia el exterior, capaces de aportar un mensaje o una modificación positiva en la existencia del Otro”. Este sentimiento, que da contenido a la noción de “generosidad”, tiene en ambos una esencia spinozista: “la alegría del devenir creador consciente de su actividad” (p. 106).

277

### **3. Estudios de historia del pensamiento y de epistemología: 1953-1980**

¿Cuáles son las fases de la historia del pensamiento? Simondon reconoce dos: antigua y moderna. La primera se inicia con el descubrimiento pitagórico del acorde armónico como modelo de inteligibilidad. Este comienzo tendrá para Simondon valor paradigmático, dado que la inteligibilidad por la estructura estática proviene de la capacidad selectiva del fenómeno de “resonancia”. La segunda fase tomará como centro el mecanicismo cartesiano.

A nivel epistemológico, Simondon distinguirá dos tipos de ciencia: individual y colectiva. Mientras la primera, siguiendo el método matemático, se apoya en el principio de identidad y de tercero excluido, la ciencia colectiva se basa en los principios de equivalencia y de convertibilidad. Serán tales principios los que legitimen

la “inducción analógica”, es decir, la que no requiere de identidad estructural para establecer relaciones de equivalencia funcional. En otros términos, se trata de una analogía que debe entenderse a partir de “una identidad de relaciones y no de una relación de identidad” (p. 182).

Simondon plantea la necesidad y urgencia de construir una nueva teoría cibernética llamada “allagmática general”. Acorde a su proyecto enciclopedista, se trata de una teoría general de las operaciones que busca sintetizar la cibernética en sentido tanto axiológico como cognitivo. No hace falta resaltar lo ambicioso del proyecto. La universalización de la epistemología basada en el modelo cibernético busca dar cuenta —de modo tanto genético como sistemático— de las tres funciones de base del sujeto: conocimiento, motivación y voluntad.

Queda mucho por hacer, principalmente “canalizar en el sujeto del conocimiento, la carga no cognitiva de las funciones afecto-emocionales, y por reflexionar sobre los contenidos que no se reducen al estudio de la materia: energía e información” (p. 323). En tanto teoría de la información, el aporte de la cibernética no se refiere al su estudio directo, sino a sus transformaciones operacionales: “codificación, cifrado, descifrado, modulación, demodulación, teoría del ruido de fondo, conversión de señal sinusoidal en señal por impulsos” (p. 173). Será esta teoría la encargada de definir la relación entre estructuras y operaciones, convirtiéndose en la ciencia de los *pasajes* o *conversiones*, algo que —de modo más general— Deleuze elaboró junto a Félix Guattari en *Mil Mesetas: capitalismo y esquizofrenia* como teoría de las “máquinas abstractas” y llamó “mecnósfera” (Deleuze y Guattari, 2002, pp. 73-78).

278

En definitiva, Simondon procura desarrollar una teoría de los seres organizados a la vez filosófica, científica y técnica. Su hipótesis, como también será la de Deleuze, consiste en que la serie de la que surge el conocimiento —sus diversas fases— está presidida por un acto inicial que tiene un sentido “autoconstitutivo” y “autonormativo”. Este acto supone un fondo referido tanto al ser como al saber, por lo que es necesario admitir “funciones de totalidad”. Se trata de un planteo que revaloriza el método genético, como aquel que aprehende tanto la figura como el fondo de la situación real. Por su intermedio, Simondon buscará establecer “la metafísica como *conditio essendi* de la Moral y —recíprocamente— la Moral como *conditio essendi* de la metafísica” (p. 202).

#### **4. Alcance filosófico de la técnica: textos inéditos, complementarios a *El modo de existencia de los objetos técnicos***

Para Simondon la concentración industrial del siglo XIX enseña que el contacto con el universo está roto. Para enfrentar esta situación, busca hacer renacer un “tecnicismo reflexivo” a partir de la formación de un “gusto técnico” que haga de las técnicas “no solo un conjunto de medios para actuar, sino también una comunicación con el objeto” (p. 370). Tal tecnología reflexiva atribuye a los objetos técnicos un doble papel paradigmático: como modelo de inteligibilidad, explicar es descubrir el funcionamiento de las estructuras elementales; y como vía para universalizar las normas del juicio técnico a partir del modelo del automatismo.

Este modelo supone una causalidad circular entre la transformación directa, o “modulación”, y la modulación recurrente, o “diferenciación”; otro punto de contacto con la filosofía deleuziana. Ahora bien, para que este modelo tenga consecuencias humanas debe poder modificar las normas y crear una ética. Será en el último ensayo donde Simondon aborde la espinosa cuestión de cómo conectar ciencia universal y moral universal, teniendo en cuenta que una está fundada en un universal positivo y la otra en uno negativo. Para ello planteará la neutralidad del “universal técnico” como el justo medio. Efectivamente, el universal técnico se inserta entre la ciencia y la acción, conservando de la primera la relación con el mundo y sus leyes, y de la ética su orden de finalidad.

Bajo este esquema, un pensamiento moral profundo no juzga y solo puede ser algo optativo. Es decir, más que juzgar otros modos de existencia, se trata de la posibilidad de que el individuo entre en el orden transindividual, a partir de su capacidad de juzgarse y sobrepasarse a sí mismo. El acto humano será concebido como aquel que enfrenta la normatividad constituida por medio de cierto poder que se podría llamar “normatividad implícita constituyente”. Para Simondon el acto responsable será aquel que realice una sinergia entre la normatividad constituyente y la normatividad constituida. De modo general, es el todo del acto el que unifica la vida humana; “en el reposo como en el gesto eficaz, en la integración como en la diferenciación” (p. 420).

## **Bibliografía**

Deleuze, G. (2008). *Lógica del Sentido*. Buenos Aires: Paidós.

Deleuze, G. y Guattari, F. (2002). *Mil Mesetas: capitalismo y esquizofrenia*. Valencia: Pretextos.



Se terminó de editar en  
**Buenos Aires, Argentina**  
en marzo de 2021



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

## Artículos

**Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar**  
José Luis Granados Mateo

**Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo en un *corpus* completo de producciones científicas**  
Fernanda Beigel y Osvaldo Gallardo

**El fetichismo de la indexación. Una crítica latinoamericana a los regímenes de evaluación de la ciencia mundial**  
Maximiliano Salatino y Osvaldo López Ruiz

**Desenvolvimento de líderes em uma indústria siderúrgica: percepção das competências pela formação universitária**  
Karla Maria P. de Carvalho, Edna Maria Q. de O. Chamon e Gladis Camarini

**Soy ejecutivo de una empresa y no me interesa la ciencia. ¿Debería interesarme?**  
Jesús Rey-Rocha e Irene López-Navarro

**Modelos de evaluación de las declaraciones sobre propiedades saludables en alimentos y su impacto en la comprensión y la apropiación públicas de la ciencia**  
Noemí Sanz Merino

**Análisis participativo del problema de los residuos en Montevideo: aplicación del Análisis Causal Estratificado**  
Marila Lázaro, Patricia Iribarne, Paula Adalyza, Dominique Rumeau y Camila López-Echagüe

**Controversia nuclear en España: la central de Lemóniz**  
Pablo Fernández-Arias, Ana Cuevas y Diego Vergara

**Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações de interdependência e qualidade de vida relativas à ciência e à tecnologia**  
Rafael Schepper Gonçalves, Paulo Henrique Dias Menezes, Amanda Batista dos Santos, Ángel Vázquez-Alonso e Walmir dos Reis Miranda Filho

**Mulheres gestoras em CT&I: estudo de caso nas áreas espacial e do ambiente terrestre**  
Priscilla Sousa Frigi Raimundi e Maria Auxiliadora Ávila

**OEI**



Observatorio CTS

Instituto Universitario de  
Estudios de la Ciencia y la Tecnología,  
Universidad de Salamanca



**redes**

Centro de Estudios sobre Ciencia,  
Desarrollo y Educación Superior

