# REVISTA CTS IBERO AMERICANA DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



63

volumen 21

noviembre 2026

# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



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

**Edición cuatrimestral**
**ISSN: 1668-0030 - ISSN *online*: 1850-0013**
**Volumen 21 - Número 63**
**Noviembre de 2026**

**Dirección Editorial**
Marta I. González García (España)

**Consejo Editorial**
Mario Albornoz (Argentina), Ana Cuevas Badallo (España), José Antonio López Cerezo (España), Miguel Ángel Quintanilla (España), Maria de Lurdes Rodrigues (Portugal), Carlos Alberto Vogt (Brasil)

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

**Secretaría Editorial**
Manuel Crespo



**Diseño y diagramación**
Gabriel Martín Gil

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

*Revista CTS* está incluida en: Dialnet, EBSCO (Fuente Académica Plus), International Bibliography of the Social Sciences (IBSS), Latindex, Latindex Catálogo 2.0, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (REDALYC), SciELO, Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB), European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (ERIH PLUS). Forma parte de la colección del Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas y cuenta con el Sello de Calidad de Revistas Científicas Españolas de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

**Contacto**
Paraguay 1510 (C1061), Buenos Aires, Argentina
Tel./Fax: (54 11) 4813-0033.
Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

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

REVISTA IBEROAMERICANA
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD

**Índice**

**Editorial** ..... 7

**ARTÍCULOS**

**Repensar la eficiencia.**
**Relevancia epistémica y evaluación del diseño de artefactos**
Diego Lawler y María Inés Silenzi ..... 13

**Ciência aberta na América Latina.**
**propostas de adaptação crítica frente às assimetrias globais**
Bruno Nogueira Galvão Pereira ..... 37

**La Agencia I+D+i de Argentina.**
**Evolución institucional, ejecución presupuestaria**
**e instrumentos de promoción orientada (1996-2023)**
Andrés Carbel ..... 65

**DOSSIER:** ***Ciencia para la política en contextos posnormales***

**Presentación**
Ana Muñoz van den Eynde ..... 101

***The Tragedy of Change.***
***How Combining Biosemiotics and Post-Normal Science Can Increase***
***the Quality of the Sustainability Discourse***
Mario Giampietro *y* Sandra G. F. Bukkens ..... 111

***Post-Normal Modelling and the Epistemology of Ignorance***
Alberto Fragio Gistau y Óscar Carpintero ..... 139

**La imagen social de la ciencia para la política en contextos posnormales**
Unai Coto Suárez, Ramón Iker Soria Royuela y Ana Muñoz van den Eynde ..... 167

**Hacia una teoría empíricamente fundamentada de la producción participativa de conocimientos en la gobernanza ambiental**
Zora Kovacic y Roger Strand ..... 207

**Cribado neonatal, ciencia posnormal y gobernanza participativa en España. Desigualdad territorial, iniciativas profesionales y movilización ciudadana**
María de los Ángeles Erazo Pesántez ..... 239

***When Extended Peer Communities are not Feasible. "Bounded Science with Local People" and Knowledge Production in Violent Territories***
Enrique García Becerra, Jesús Rodríguez Rodríguez y Jaime Paneque-Gálvez .... 279

**Vivir y pensar la incertidumbre. Reflexiones a la luz de una vida intelectual comprometida: una conversación con Silvio Funtowicz**
Cristina López Barrero, Isabel Argüelles Rozada y José Manuel Iglesias Granda ..... 311

**RESEÑAS**

**¡No hay derecho! Contra las nubes y la tecnodominación feudal**
Javier Echeverría
Reseña: José Luis Granados ..... 323

**La técnica en el pensamiento del exilio republicano. Una conversación a cuatro voces**
José Manuel Iglesias Granda
Reseña: Alejandra Rivas Carrero ..... 329

**El género en público. Historias, mujeres, biologías**
María Jesús Santesmases
Reseña: Lucía Martos Martín-Consuegra y Elsa Rodríguez Álvarez ..... 333

**SOBRE ESTE NÚMERO**

Evaluadoras y evaluadores del número ..... 339

# EDITORIAL

**Marta I. González García** *

Los trabajos que recoge el número 63 de la *Revista CTS* invitan a reflexionar, desde diferentes perspectivas iberoamericanas, sobre algunos de los retos sociales más relevantes que enfrentan la ciencia y la tecnología contemporáneas.

Abren este nuevo número tres artículos misceláneos que abordan la tecnología, la ciencia y la innovación con aproximaciones diversas, pero que muestran en su conjunto la ciencia y la tecnología como prácticas situadas que requieren un diseño, una evaluación y una política científica sensibles a las interacciones CTS.



Diego Lawler y María Luisa Silenzi, en "Repensar la eficiencia. Relevancia epistémica y evaluación del diseño de artefactos", elaboran una convincente crítica a los enfoques clásicos en filosofía de la tecnología, centrados en la eficiencia funcional, para defender la importancia de las dimensiones afectivas, simbólicas y situadas de los artefactos. Tomando como ejemplo una tecnología mundana, la cafetera, los autores muestran la no neutralidad de los artefactos a través del modo en el que configuran relaciones epistémicas y transforman modos de existencia. Distintas variedades de cafeteras, argumentan, median nuestra relación con el mundo de formas diversas y su evaluación debe atender no solo a su eficiencia operativa, sino también a su eficiencia pragmática y su eficiencia simbólica o experiencial. La noción ampliada de eficiencia que proponen va acompañada del reconocimiento de la relevancia epistémica que los artefactos pueden adquirir en función de los modos de conocer que promueven. El diseño de artefactos, entonces, no solo permite operaciones técnicas sino también configura la experiencia y produce sentido y formas de habitar el mundo.

En el artículo "Ciência aberta na América Latina. Propostas de adaptação crítica frente às assimetrias globais", Bruno Nogueira Galvão Pereira pone en funcionamiento el enfoque de la reducción sociológica de Alberto Guerreiro Ramos para ocuparse de las particularidades de la ciencia abierta en los países en desarrollo. Frente a las

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

visiones occidentales, especialmente desde Europa, donde la ciencia abierta aparece ligada a la transparencia, la apropiación y la democratización del conocimiento, el autor señala cómo, en los países periféricos, la ciencia abierta plantea problemas de explotación y extractivismo cognitivo. La reducción sociológica permite el análisis crítico del nuevo paradigma de la ciencia abierta, teniendo en cuenta el contexto de su génesis y su necesaria adaptación a la realidad histórica, económica y social de los países latinoamericanos. El artículo discute los riesgos y las potencialidades de la ciencia abierta, defendiendo el acceso negociado, la ciencia ciudadana con impacto socioeconómico o la gobernanza descentralizada de los datos en el contexto de estrategias nacionales adecuadas. Una ciencia abierta con perspectiva emancipatoria que atienda a las demandas locales puede evitar los riesgos de nuevas formas de colonización al tiempo que aprovecha los valores universales implícitos en el modelo.

En "La Agencia I+D+i de Argentina. Evolución institucional, ejecución presupuestaria e instrumentos de promoción orientada (1996-2023)", Andrés Carbel realiza un recorrido histórico por la evolución de la Agencia de I+D+i argentina desde sus orígenes durante el segundo gobierno de Carlos Menem hasta la preocupante situación actual. El foco se coloca en datos cuantitativos relacionados con la ejecución de su presupuesto y los instrumentos de promoción orientada implementados en sus diferentes etapas. El autor ubica la aparición de la Agencia de I+D+i a finales de los años 90, dentro de una "segunda ola" de las políticas científico-tecnológicas argentinas caracterizada por el objetivo de articular la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación con las demandas del sistema productivo. A partir de ahí, Carbel establece una periodización en la evolución de la Agencia de I+D+i marcada por los recursos y el financiamiento, los objetivos estratégicos, los instrumentos puestos en marcha y los cambios administrativos. A través del análisis del uso de los recursos y los instrumentos implementados, el autor evalúa la tensión entre la financiación horizontal destinada a fortalecer en su conjunto el sistema científico tecnológico nacional y la gestión de fondos sectoriales orientados por objetivos productivos o sociales (como los surgidos en el contexto de la pandemia). Carbel ubica su análisis en el contexto actual de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Argentina. Con las adjudicaciones de la Agencia de I+D+i actualmente paralizadas, el autor aboga por un debate abierto que impida la consumación del cientificidio argentino en marcha.



La discusión sobre política científica del artículo de Carbel da paso al dossier que incluye este número sobre "Ciencia para la política en contextos posnormales", coordinado por Ana Muñoz van den Eynde. Aunque la idea de ciencia posnormal en la formulación de Silvio Funtowicz y Jerome Ravetz tiene ya más de 30 años, su vigencia es indiscutible. Hechos inciertos, valores en disputa, riesgos altos y decisiones urgentes siguen siendo características definitorias de nuestro tiempo. La pandemia de COVID-19 volvió a colocar la idea de ciencia posnormal en el centro de la reflexión sobre la ciencia y la tecnología, y ejemplos como la inteligencia artificial y los problemas ambientales continúan dando cuenta de su pertinencia. El foco del dossier se coloca en la relación entre ciencia y política en las situaciones posnormales y las contribuciones que lo conforman iluminan diferentes aspectos de la pregunta por el conocimiento necesario para la toma de decisiones en contextos de incertidumbre y debate. En la introducción al dossier, Muñoz plantea la actualidad del problema de la

ciencia para la política al señalar cómo la muy discutida crisis de confianza pública en la ciencia es más bien una crisis de confianza en la intersección entre ciencia y política. Los artículos del dossier ofrecen caminos para repensar esta relación desde la idea de ciencia posnormal y sus problemas, ofreciendo caracterizaciones y reflexiones sobre la ciencia necesaria para la toma de decisiones en contextos de incertidumbre e ignorancia en sus aspectos epistémicos, institucionales o comunicativos.

El papel de la ciudadanía, en forma de "comunidades de pares extendidas", central en la discusión de Funtowicz y Ravetz sobre ciencia posnormal, también tiene un protagonismo destacado en este dossier, donde se exploran las tensiones que la percepción social y la participación pública generan para los modelos coproductivos. El dossier presenta una actualización del tema de la ciencia posnormal, centrándolo específicamente en la ciencia requerida para la toma de decisiones, y presenta algunos problemas y oportunidades para continuar desarrollando la idea de la posnormalidad. La entrevista a Silvio Funtowicz con la que cierra el dossier resulta al mismo tiempo un oportuno punto de llegada de la colección de contribuciones y un magnífico punto de partida para continuar pensando la relación entre ciencia y política desde una perspecfiva CTS.

El número se completa con tres reseñas de libros publicados en 2026: *La técnica en el pensamiento del exilio republicano*, de José Manuel Iglesias Granda, reseñado por Alejandra Rivas; *¡No hay derecho!*, de Javier Echeverría, reseñado por José Luis Granados; y *El género en público*, de María Jesús Santesmases, reseñado por Lucía Martos y Elsa Rodríguez. Los tres autores de los libros reseñados comparten vínculo, presente o pasado, con el Instituto de Filosofía del CSIC de España. Esto no deja de ser una muestra de la buena salud de los estudios CTS en esa institución, algo que se puede decir también de otros muchos centros de la comunidad iberoamericana a la luz de las contribuciones que publicamos en este número. Gracias a todas las personas que lo han hecho posible y que, con su trabajo, ayudan a que esa comunidad siga creciendo.

# ARTÍCULOS

10.35362/issn.1850-0013-1084

# Repensar la eficiencia. Relevancia epistémica y evaluación del diseño de artefactos *

# Repensar a eficiência. Relevância epistêmica e avaliação do design de artefatos

# *Rethinking Efficiency. Epistemic Relevance and Evaluation of Artifact Design*

**Diego Lawler y María Inés Silenzi** **

Este artículo propone una reconceptualización de la relevancia epistémica en el campo del diseño y la evaluación de artefactos. A partir de una crítica a los enfoques centrados exclusivamente en la eficiencia funcional, se argumenta que el valor de un artefacto no se agota en su rendimiento técnico, sino que incluye dimensiones afectivas, simbólicas y situadas. El artículo desarrolla una tipología ampliada de eficiencias, vinculada con los niveles de experiencia del usuario, y examina cómo los artefactos median formas de atención, conocimiento y modos de habitar. A través del ejemplo de distintas cafeteras, se sostiene que los artefactos no son objetos neutrales, sino agentes que incorporan puntos de vista y configuran relaciones epistémicas. Se concluye que un diseño relevante no es solo eficiente, sino capaz de transformar nuestros modos de existencia.

**Palabras clave:** diseño de artefactos; eficiencia; relevancia epistémica; agencia material; experiencia de usuario



* Recepción del artículo: 30/07/2025. Entrega del dictamen: 16/10/2025. Recepción del artículo final: 25/11/2025.
** *Diego Lawler:* Instituto de Investigaciones Filosóficas, Sociedad Argentina de Análisis Filosófico (IIF/SADAF) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: diego.lawler@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9746-2196. *María Inés Silenzi:* Universidad Nacional del Sur - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: misilenzi@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3003-6261.

10.35362/issn.1850-0013-1084

Este artigo propõe uma reconceituação da relevância epistêmica no campo do design e da avaliação de artefatos. A partir de uma crítica às abordagens centradas exclusivamente na eficiência funcional, argumenta-se que o valor de um artefato não se esgota em seu desempenho técnico, mas inclui também dimensões afetivas, simbólicas e situadas. O texto desenvolve uma tipologia ampliada de eficiências, vinculada aos diferentes níveis da experiência do usuário, e examina como os artefatos mediam formas de atenção, de conhecimento e de habitação do mundo. Por meio do exemplo de diferentes cafeteiras, sustenta-se que os artefatos não são objetos neutros, mas agentes que incorporam perspectivas e moldam relações epistêmicas. Conclui-se que um design relevante não é apenas eficiente, mas capaz de transformar nossos modos de existência.

**Palavras-chave:** design de artefatos; eficiência; relevância epistêmica; agência material; experiência do usuário

*This article proposes a reconceptualization of epistemic relevance in the field of artifact design and evaluation. Building on a critique of approaches focused exclusively on functional efficiency, it argues that the value of an artifact is not exhausted by its technical performance, but also includes affective, symbolic, and situated dimensions. The article develops an expanded typology of efficiencies, linked to levels of user experience, and examines how artifacts mediate forms of attention, knowledge, and dwelling. Through the example of different coffee makers, it maintains that artifacts are not neutral objects, but rather agents that incorporate perspectives and shape epistemic relationships. It concludes that relevant design is not only efficient, but capable of transforming our modes of existence.*



***Keywords:*** *artifact design; efficiency; epistemic relevance; material agency; user experience*

10.35362/issn.1850-0013-1084

## Introducción

Este artículo propone una reconceptualización de la noción de *relevancia epistémica* (Floridi, 2008, 2011; Subramanian, Greiner & Pearl, 1997) en el campo del diseño de artefactos. Frente a los enfoques funcionalistas (Galle, 2002),[1] que reducen el valor de los artefactos a su rendimiento técnico —es decir, a su capacidad para cumplir una función con el menor esfuerzo y sin consecuencias no deseadas (Quintanilla & Lawler, 2005)—, aquí se sostiene que los artefactos son más que soluciones: son operadores de experiencia. Lejos de limitarse a resolver problemas, configuran formas de atención, modos de habitar y horizontes de sentido (Broncano, 2023). Desde esta perspectiva, un objeto adquiere relevancia epistémica no tanto por la información que transmite, sino por las formas de vida que habilita, los saberes que encarna y las relaciones que intermedia. En lugar de evaluar a los artefactos solo por su eficiencia funcional o técnica, este artículo propone interrogarlos por su capacidad de transformar cómo experimentamos y comprendemos el mundo.

En el marco de esta propuesta asumiremos, desde el comienzo, la distinción clásica entre eficacia y eficiencia técnica tal como ha sido formulada en Quintanilla (2012) y desarrollada por Quintanilla y Lawler (2005). De manera esquemática, podemos describir una acción tecnológica A como orientada a un conjunto de objetivos O y productora de un conjunto de resultados R. La acción será eficaz cuando los resultados obtenidos incluyan los objetivos perseguidos (cuando lo que se buscaba efectivamente ocurre). La eficiencia técnica, en cambio, presupone esa eficacia y añade un criterio de ajuste: una acción será tanto más eficiente cuanto mayor sea la proporción de resultados que constituyen logros efectivamente buscados y menor el peso de los resultados no deseados o superfluos. Esta noción permite tematizar con precisión el problema de los "resultados no buscados o superfluos" (Quintanilla & Lawler, 2005, p. 214) y mostrar que un artefacto puede ser muy eficaz —lograr aquello para lo que fue diseñado— y, sin embargo, poco eficiente si genera un número elevado de efectos colaterales ajenos a los fines perseguidos.[2] En lo que sigue, cuando hablamos de "eficiencia funcional o técnica" asumiremos explícitamente este trasfondo: la eficiencia como valor interno que mide el ajuste entre fines y resultados de la acción tecnológica, sobre el supuesto de que la acción es ya eficaz.[3]



[1] Galle (2002) señala que, pese al creciente interés por dimensiones culturales, simbólicas y contextuales del diseño, una parte importante de la filosofía del diseño contemporánea sigue anclada en una perspectiva funcionalista; incluso en enfoques complejos, el valor del artefacto tiende a definirse en función de su adecuación a un propósito previamente establecido.

[2] Seguimos aquí la reconstrucción de Quintanilla (2012, pp. 117-129) y de Quintanilla y Lawler (2005, pp. 215-216), quienes distinguen entre eficacia —logro de los objetivos propuestos por la acción tecnológica— y eficiencia técnica —grado de ajuste entre esos objetivos y los resultados efectivamente producidos, con especial atención a los llamados "resultados no buscados"—. Esta concepción de la eficiencia técnica se diferencia tanto de la mera eficacia como de la eficiencia económica, entendida en términos de relación coste/beneficio, y sirve como base para la ampliación de la noción de eficiencia que se desarrolla en este artículo.

[3] Al mismo tiempo, en este artículo sostenemos, como quedará claro en los siguientes apartados, que este nivel interno no agota la evaluación de los artefactos. Muchos de los usos que aquí hacemos del término "eficiencia" —por ejemplo, cuando aludimos a la capacidad de un artefacto para resolver un problema, a la realización eficaz de su función o a la idea de "hacer más con menos"— presuponen esta concepción de la eficiencia técnica, pero la extensión y resignificación que proponemos más adelante buscan mostrar que, incluso en artefactos eficaces y técnicamente eficientes, está en juego algo más: la manera en que reconfiguran prácticas, distribuyen cargas cognitivas y corporales y producen formas específicas de experiencia y comprensión del mundo.

Siguiendo a Floridi (2008), proponemos distinguir la noción de relevancia epistémica de las concepciones funcionalistas, que la reducen a una mera coincidencia temática o adecuación contextual; esto es, al grado en que la información disponible responde a los términos explícitos de una consulta. Este enfoque presupone una estructura estática de la demanda informativa y desatiende las dinámicas cognitivas del sujeto. En contraste, adoptamos una perspectiva situada en el agente, donde la relevancia se define en función de su capacidad para responder a necesidades informativas situadas. Este giro epistemológico permite trasladar la discusión al campo del diseño: ya no se trata solo de valorar los objetos por sus propiedades técnicas, sino de interrogarlos como dispositivos relacionales que median formas de experiencia y conocimiento.

Este desplazamiento también exige resignificar la noción de eficiencia. Ya no se trata únicamente de evaluar un sistema por su desempeño operativo, sino por su inserción en contextos sociales, sus consecuencias prácticas y su capacidad para contribuir al bienestar colectivo. En lugar de limitarse a medir el rendimiento técnico, es necesario considerar los fines que un artefacto persigue, los valores que encarna y los efectos que produce en el mundo. La eficiencia de un objeto, desde esta perspectiva, no debe medirse solo por su capacidad para cumplir una función, sino también por su impacto situado: ¿para qué y para quién funciona? ¿Qué relaciones promueve o inhibe? ¿Qué tipo de mundo hace posible? A los criterios técnicos se suman así valoraciones extrínsecas, vinculadas con fines humanos y condiciones sociales específicas. Incluso artefactos cotidianos, como una cafetera, pueden adquirir un valor epistémico significativo no por su eficiencia operativa, sino por la experiencia que habilitan y el tipo de atención que requieren.



En este contexto, resignificar la noción de eficiencia no implica desechar la definición técnica heredada, sino desplazar su centro de gravedad. La eficiencia funcional, entendida como ajuste entre objetivos y resultados con minimización de resultados no previstos, sigue siendo una dimensión necesaria de la evaluación del diseño. Sin embargo, el argumento de este artículo es que, además de esa eficiencia interna, debemos considerar otras dos dimensiones: i) una eficiencia pragmática, que atiende a cómo los artefactos se integran en prácticas concretas y distribuyen esfuerzos, habilidades y tiempos; y ii) una eficiencia simbólica o experiencial, que se refiere a la capacidad de los artefactos para configurar modos de atención, valor y sentido. La noción ampliada de eficiencia que aquí defenderemos es, por tanto, complementaria de la eficiencia técnica de Quintanilla (2012) y de Quintanilla y Lawler (2005): la presupone y la extiende hacia el dominio en el que los objetos diseñados contribuyen a hacer aparecer ciertos mundos como más habitables, más comprensibles o más valiosos que otros.

En consecuencia, los criterios para evaluar la eficiencia de un artefacto no pueden limitarse a su capacidad técnica para resolver un problema. Es necesario ampliar la mirada: ¿para qué y para quién es eficaz un objeto? ¿Qué efectos colaterales genera su uso? ¿Qué tipo de relaciones habilita o bloquea? Un diseño relevante no solo debe funcionar desde el punto de vista técnico, sino también insertarse de modo contextualizado en un mundo material, social y político. Un artefacto bien diseñado no es únicamente aquel que cumple una función, sino aquel que lo hace de forma

situada, sustentable y orientada al bienestar colectivo. En este sentido, los enfoques contemporáneos del diseño reconocen que toda creación tecnológica implica decisiones valorativas, afectivas y prácticas. Evaluar qué tan eficiente es un objeto requiere atender a esa complejidad: ya no se trata solo de hacer más con menos, sino de considerar qué tipo de mundo contribuye a construir.

La hipótesis central de este artículo sostiene que el diseño no solo resuelve problemas, sino que configura formas de atención, modos de habitar y horizontes de sentido. Un objeto puede adquirir relevancia epistémica no por la información que transmite, sino por los mundos que hace posibles y vuelve inteligibles. En este sentido, este artículo parte de una tensión central: entre evaluar artefactos por su rendimiento técnico y pensar su valor por la forma en que configuran experiencias y modos de conocer.

Para desarrollar esta hipótesis, el artículo se organiza en seis secciones. La primera examina críticamente los criterios clásicos de evaluación de artefactos. La segunda introduce el concepto de relevancia epistémica y su vínculo con procesos de atención, agencia y experiencia. La tercera propone una tipología ampliada de eficiencias. La cuarta ilustra estos conceptos mediante un análisis comparativo de distintas cafeteras, que no solo ejemplifican formas contrastantes de eficiencia, sino que permiten elaborar una teoría situada del diseño. La quinta analiza el diseño como forma de mediación material, explorando cómo los artefactos configuran experiencias, prácticas y formas de conocimiento. Finalmente, la sexta sección concluye con una reflexión sobre los criterios para evaluar artefactos desde una perspectiva situada y epistémicamente ampliada.



En definitiva, en este artículo nos proponemos una reflexión sobre el modo en que ciertos artefactos configuran nuestra experiencia y participan en la construcción de sentido. A través de distinciones conceptuales y ejemplos concretos, exploraremos cómo el diseño transforma la relación entre usuarios, objetos y entornos, y cómo esa transformación resulta epistémicamente significativa: no solo en términos de lo que hacemos, sino de lo que llegamos a percibir, comprender y habitar.

## 1. Relevancia epistémica y criterios de evaluación

En términos generales, los objetos diseñados suelen ser evaluados según criterios que responden a expectativas funcionales: ¿cumple el objeto con el propósito para el cual fue concebido?[4] Esta perspectiva, heredera de la tradición racionalista del diseño (Simon, 1969), presupone una relación lineal entre problema, solución y

[4] En esta sección se presupone que los artefactos considerados son, al menos en principio, técnicamente eficaces, esto es, capaces de realizar la función para la cual fueron diseñados. Asimismo, se adopta como trasfondo la noción de eficiencia funcional o técnica formulada por Quintanilla (2017) y por Quintanilla y Lawler (2005), entendida como valor interno que mide el ajuste entre los objetivos de la acción tecnológica y los resultados efectivamente obtenidos, con atención a los resultados no previstos. Sin embargo, el análisis se concentra en cómo estos artefactos contribuyen a procesos de relevancia epistémica.

eficiencia. Sin embargo, como advierte Norman (2005), los usuarios no valoran los objetos únicamente por su utilidad, sino también por la calidad de la experiencia que generan. Los diseñadores, conscientes de ello, incorporan en sus procesos creativos dimensiones vinculadas a la usabilidad, la estética y la interacción emocional. En este marco ampliado, la relevancia epistémica no se agota en la eficiencia funcional en sentido técnico, sino que integra criterios afectivos, estéticos y simbólicos que inciden en la manera en que los objetos adquieren significado para los agentes.

La evaluación de un artefacto como "útil", "agradable" o incluso "necesario" depende, entonces, del marco epistémico desde el cual se lo interpreta. Como sostienen Floridi y Sanders (2004), la relevancia es siempre relacional: algo es relevante para alguien, en un contexto determinado, con un propósito específico. Desde esta perspectiva, un teléfono móvil obsoleto o una computadora que ya no cumple funciones técnicas óptimas pueden seguir siendo valorados por su carga simbólica, por la experiencia estética que evocan o por el vínculo emocional que suscitan. Estos elementos ponen en primer plano la dimensión situada y contextual del valor epistémico.

En esta línea, Gorayska y Marsh (1996) critican el enfoque dominante en el diseño de sistemas de información, centrado casi exclusivamente en la "funcionalidad" operativa. Argumentan que esta visión reduce las dimensiones humanas a problemas de ingeniería, trivializando la transformación que el diseño produce en el usuario. Así, el sujeto queda relegado a un rol pasivo de "consumidor de conocimiento", en lugar de ser concebido como un agente activo en su producción. Como alternativa, proponen el concepto de "tecnología epistémica", que sostiene que la mente humana y el mundo están interrelacionados de formas intrincadas e inseparables, y que la estructura del entorno fabricado o diseñado por el ser humano influye profundamente en la estructura de la mente.



Aunque este marco se desarrolló inicialmente para el diseño de sistemas de información, su noción de "tecnología epistémica" resulta especialmente fecunda para pensar artefactos materiales cotidianos, cuya estructura también media la atención, orienta la acción y da forma a lo que es relevante. Para dar cuenta de esta relación, señalan la importancia de los procesos cognitivos de relevancia implicados y, en particular, su rol epistémico en la construcción del conocimiento.

Esta perspectiva invita a considerar a los artefactos como operadores activos de selección epistémica. No se limitan a filtrar información irrelevante, como si la relevancia fuese una propiedad estable que el sujeto simplemente detecta; más bien, intervienen en la constitución misma de lo que aparece como cognitivamente significativo. Al estructurar el entorno, los objetos diseñados configuran qué se vuelve visible, accesible, manipulable o inteligible para un agente. Así, la relevancia no es un criterio externo aplicado a los objetos, sino una propiedad emergente de la interacción entre metas, medios materiales y contextos situados.

Así, un artefacto bien diseñado no solo optimiza una tarea, sino que transforma el modo en que esa tarea se presenta, y con ello, modifica las condiciones bajo las cuales algo puede ser reconocido como relevante para alguien. La estructura del entorno diseñado, lejos de ser neutra, participa en la economía de la atención y en la arquitectura

de la percepción epistémica, condicionando qué merece ser notado, qué puede ser ignorado y qué resulta accionable. Esta dinámica es especialmente importante cuando los objetos no solo habilitan una acción, sino que orientan la sensibilidad cognitiva del agente hacia ciertos aspectos del mundo, invisibilizando otros. Desde esta perspectiva, la relevancia se define como la relación entre metas, planes y los elementos necesarios para alcanzarlos. Este enfoque —según el cual la relevancia guía la atención, organiza la acción y configura la racionalidad situada (Gorayska & Marsh, 1996, p. 33)— permite explicar cómo los artefactos no solo cumplen funciones técnicas, sino que contribuyen a la construcción activa de conocimiento al mediar los procesos cognitivos implicados.

Un marco analítico centrado en la relevancia epistémica permite, entonces, comprender cómo los estados motivacionales se alinean finamente con secuencias de acción eficaces, y cómo el agente que percibe identifica la utilidad —no siempre evidente— de ciertos objetos o eventos para alcanzar sus metas. En este sentido, la relevancia no es solo una categoría del juicio, sino un proceso dinámico que informa la manera en que los seres humanos interactúan con su entorno.[5]

Si concebimos la relevancia como una relación entre metas, medios y contexto, resulta evidente que su evaluación no puede reducirse a una medición externa o a un cálculo de eficiencia. Por el contrario, la relevancia se configura como una estructura inferencial situada, en la que los medios adquieren valor epistémico no por sus propiedades intrínsecas, sino por el lugar que ocupan en una red dinámica de fines, condiciones y prácticas. Esta estructura no es estática: se modifica cuando cambian los fines del agente, cuando el entorno presenta nuevas resistencias o cuando el mismo artefacto es reubicado en una situación distinta.



Considerado así, el juicio sobre la relevancia de un objeto no puede desprenderse del modo en que se lo incorpora en un patrón de acción y sentido. Un mismo artefacto —por ejemplo, un cuaderno, una radio o una herramienta digital— puede adquirir distintas formas de relevancia epistémica según la práctica en la que se inscribe: como apoyo para la memoria, como generador de atención sostenida, como interfaz para la interacción social. En todos los casos, el objeto participa en una economía de medios, pero también reconfigura los fines disponibles y los modos de alcanzarlos.

En lugar de ver la relevancia como un atributo que se aplica a los artefactos desde una perspectiva evaluativa externa, este enfoque permite comprenderla como una propiedad relacional emergente, dependiente de la interacción entre agente, artefacto y entorno. La relevancia no se descubre: se activa en el uso, en el marco de una práctica que da forma tanto al objeto como al sujeto cognoscente.

[5] Por ejemplo, el diseño de un sistema de iluminación doméstico no se evalúa únicamente por su capacidad de iluminar un espacio, sino también por su influencia en el estado de ánimo, la percepción del entorno y la generación de ambientes propicios para distintas actividades. Una lámpara regulable, con opciones de temperatura de color e intensidad, puede ser epistémicamente relevante porque facilita la concentración, promueve la relajación o estructura la rutina diaria, según su uso. Así, su valor no radica solo en la luz que emite, sino en cómo esa luz transforma la experiencia del espacio habitado.

En suma, atender a los procesos de relevancia implica reconocer que la percepción, la generación de metas y la reorganización del conocimiento son procesos mediados por artefactos, cuya estructura no solo posibilita ciertas acciones, sino que también amplifica o restringe capacidades cognitivas. Esto incluye, en particular, la organización de la atención selectiva; es decir, la capacidad del diseño para hacer que ciertos aspectos del entorno se vuelvan perceptibles y otros permanezcan en el fondo. Esto, a su vez, está estrechamente vinculado con el concepto de eficiencia: comprender y optimizar la tecnología va de la mano con su capacidad para organizar la atención, distribuir el esfuerzo cognitivo y transformar las condiciones en que se produce conocimiento situado.

Concebir a los artefactos como tecnologías epistémicas no implica simplemente que amplían nuestras capacidades cognitivas, sino que participan en la constitución misma del espacio donde el conocimiento puede surgir, circular y asentarse como tal. En otras palabras, el conocimiento no es una propiedad previa del sujeto que luego se transmite o aplica mediante objetos; más bien, es una práctica distribuida en la que los artefactos diseñados cumplen funciones estructurales, al modelar las condiciones de posibilidad de la comprensión. Esto tiene consecuencias directas sobre cómo entendemos la producción de sentido: la forma en que algo se presenta —a través de un soporte, una interfaz, una disposición material— no es neutral respecto de lo que se conoce, sino constitutiva de su inteligibilidad. La epistemología implícita en el diseño técnico, cuando no se tematiza, tiende a naturalizar sus condiciones materiales: presupone que el acceso al conocimiento es directo, sin mediaciones relevantes. Pero si los objetos diseñados organizan la atención, estructuran el acceso y filtran lo relevante, entonces no son meros canales: son agentes configuradores del saber.



Por ello, hablar de diseño desde la perspectiva de la relevancia epistémica no es una tarea instrumental, sino filosófica: exige interrogar cómo ciertas formas materiales de disposición —pantallas, botones, sonidos, pesos, resistencias— no solo acompañan una acción cognitiva, sino que la hacen posible en su forma concreta, localizada y sensible. Esto transforma al artefacto en un componente interno del acto de conocer, y no en un mero accesorio exterior a él.

## 2. Eficiencia y relevancia: una tipología ampliada

En lo que sigue, cuando hablemos de “eficiencia funcional o técnica” asumimos explícitamente la concepción de eficiencia técnica desarrollada por Quintanilla (2012) y por Quintanilla y Lawler (2005). Desde esta perspectiva, una acción tecnológica A está orientada a un conjunto de objetivos O y produce un conjunto de resultados R: la acción es eficaz cuando los resultados alcanzados incluyen los objetivos perseguidos, y es eficiente en sentido técnico cuando, además, minimiza los resultados no previstos o superfluos. La eficiencia funcional recoge, por tanto, este valor interno de la acción tecnológica, que mide el grado de ajuste entre fines y resultados, sobre el presupuesto de que la acción es eficaz. La hipótesis de esta sección es que este nivel, aunque necesario, no basta para evaluar el diseño de artefactos y que resulta preciso ampliar la noción de eficiencia hacia dimensiones pragmáticas y simbólicas que hagan visible el papel de los objetos técnicos en la configuración de prácticas y formas de experiencia.

Un diseño se considera eficiente en sentido funcional o técnico —esto es, en el sentido de la eficiencia técnica como valor interno que mide el ajuste entre los objetivos de la acción tecnológica y los resultados obtenidos— si realiza el fin previsto por su diseñador, pero esto presupone una relación fija entre intención y uso (Broncano, 2006). Sin embargo, los artefactos pueden adquirir funciones nuevas en la práctica social. Preston lo ilustra cuando señala que los artefactos pueden servir a "funciones sistemáticas continuas estandarizadas culturalmente" (2013, p. 31); es decir, usos estabilizados o secundarios que no eran parte de la intención original del diseñador, pero que emergen de formas de apropiación colectiva.[6]

Este desplazamiento de la función al uso tiene resonancia en los enfoques poscognitivistas de la mente (Clark, 1997; Varela, Thompson & Rosch, 1991), que conciben la cognición no como un proceso cerrado en el cerebro, sino como una actividad distribuida entre cuerpo, entorno y prácticas. Desde esta perspectiva, el aprovechamiento cognitivo no es una propiedad interna del sistema, sino un efecto relacional que emerge de la coordinación situada entre agentes y medios materiales, de modo que lo que cuenta como relevante o eficiente en la práctica depende de esa articulación situada entre sujetos y artefactos.

Por ello, el concepto de eficiencia técnica requiere ser repensado. Ya no se trata solo de optimizar recursos para alcanzar un objetivo técnico, ni de limitar la evaluación a la eficiencia funcional entendida, en el sentido de Quintanilla (2012) y de Quintanilla y Lawler (2005), como ajuste interno entre fines y resultados con minimización de resultados no previstos, sino de considerar en qué medida un sistema posibilita pensamiento significativo, acción situada y experiencias densas en contexto.[7] Como señala Malafouris (2013), el valor de un artefacto no reside solo en su capacidad operativa, sino en su potencial para habilitar formas de sentido y agencia encarnada.



En este artículo proponemos distinguir tres formas de eficiencia que pueden destilarse de las discusiones en filosofía de la tecnología vinculadas al diseño y comportamiento de los artefactos: una eficiencia funcional o técnica, que prolonga la noción de eficiencia técnica como valor interno de ajuste entre fines y resultados; una eficiencia pragmática o de uso; y una eficiencia simbólica o experiencial, asociada a la configuración de horizontes de sentido y modos de atención.[8]

---

[6] Por ejemplo, una cajita de madera inicialmente diseñada para guardar té puede, con el tiempo, convertirse en soporte para velas o portarecuerdos, debido a cómo las personas reinterpretan su función sin modificar su estructura física.

[7] Olivé (2000, 2007) ha defendido de manera sistemática que la evaluación de las tecnologías no puede limitarse a sus valores internos de eficacia y eficiencia, sino que debe incorporar también bienes epistémicos y sociales, de modo que el diseño y uso de artefactos se juzgue por su contribución a formas de vida y prácticas de conocimiento democráticamente valiosas.

[8] La propuesta de la escuela de Delft, en particular la tesis de Peter Kroes (2010) sobre la "doble naturaleza" de los objetos técnicos, distingue entre la estructura físico-material de los artefactos y su dimensión funcional o intencional, proporcionando un marco ontológico que permite diferenciar con claridad el desempeño técnico de los dispositivos y los contextos de uso y significado en los que se inscriben.

- *Eficiencia funcional o técnica:* cumplimiento del propósito previsto con el menor costo posible entendido como menor cantidad de consecuencias no queridas (Quintanilla & Lawler, 2005).[9]
- *Eficiencia pragmática o de uso*: facilidad de uso en un contexto dado, independientemente de la eficiencia técnica (Norman, 2023). Esta noción pretende recoger la accesibilidad y adecuación del artefacto a las prácticas del usuario en contextos reales. Naturalmente, puede coincidir o no con la eficiencia técnica, puesto que podría darse el caso de que lo que funciona mejor en teoría puede resultar incómodo o confuso en la práctica.[10] La eficiencia pragmática introduce así un criterio externo respecto de la eficiencia funcional: no se mide solo lo que el artefacto hace, sino cómo se integra en formas de acción situadas y distribuye esfuerzos, habilidades y tiempos entre los agentes.
- *Eficiencia simbólica o experiencial*: se refiere a la capacidad de un artefacto para generar sentido, emoción, identidad o pertenencia cultural. Por consiguiente, aunque un artefacto no maximice su rendimiento técnico a través de sus funciones, puede sin embargo "funcionar" como un vector de experiencia y mediación simbólica (Verbeek, 2005).[11] En este sentido, la eficiencia simbólica o experiencial evalúa el rendimiento del artefacto en el plano de la significación: qué tipo de mundo hace aparecer como relevante, qué formas de vínculo refuerza y qué imaginarios incorpora o desestabiliza.



Esta tipología amplía el campo de evaluación del diseño más allá de parámetros técnicos, incorporando dimensiones pragmáticas y simbólicas que suelen quedar excluidas de los estándares tradicionales. Un artefacto que resulta ineficiente en términos funcionales —es decir, que no cumple de forma óptima el propósito técnico para el que fue diseñado— puede, sin embargo, adquirir relevancia epistémica si habilita otras formas de relación, experiencia o conocimiento. De este modo, la eficiencia funcional se mantiene como valor interno (Quintanilla 2012; Quintanilla & Lawler, 2005), pero se vuelve insuficiente como criterio único de evaluación: la eficiencia se despliega ahora como una familia de valores que conectan objetivos, resultados y formas de vida.

Este desplazamiento de la función al sentido pone *prima facie* en cuestión la suposición de que el valor de un artefacto reside exclusivamente en su rendimiento técnico.[12] Los artefactos no son meros instrumentos neutrales, sino mediadores activos

[9] Esta caracterización está en línea con el sentido de la eficiencia técnica formulada Quintanilla (2017) y desarrollada también en Quintanilla y Lawler (2005). Esta noción de eficiencia recoge quizás el criterio dominante en los enfoques de cuño racionalista del diseño. Por ejemplo, una cafetera automática que prepara una taza en 30 segundos, con bajo consumo eléctrico y sin intervención manual, satisface esta noción de eficiencia.

[10] Esta forma de eficiencia se alinea con los desarrollos en usabilidad y diseño centrado en el usuario (Norman, 2005, 2023); por ejemplo, una cafetera de prensa francesa puede ser más lenta que una máquina automática, pero más comprensible y fácil de usar en un entorno cotidiano.

[11] Por ejemplo, una cafetera italiana heredada de un familiar querido puede ser poco práctica pero epistémicamente densa, al evocar memorias y fomentar la atención ritual al acto de preparar café.

[12] Un ejemplo de esto último es el uso de una escalera rota como estantería. Aunque ha perdido su eficiencia funcional original como dispositivo para subir, adquiere otras formas de eficiencia al habilitar nuevas formas de uso, resignificación estética y organización del espacio, mediando una relación creativa con el entorno doméstico.

de la experiencia, que participan en la constitución de las formas de percepción, acción y agencia del usuario (Verbeek, 2005). Esta mediación no se agota en lo funcional, sino que puede abrir espacios para nuevas prácticas, apropiaciones simbólicas o inscripciones afectivas.

Desde esta perspectiva, evaluar la eficiencia de un diseño no equivale a medir su productividad técnica, sino a examinar qué tipo de eficiencia se privilegia en esa evaluación, qué relaciones habilita con el cuerpo, el entorno y los otros. El valor de un objeto puede emerger más allá de su diseño inicial, e incluso contra sus supuestos de eficiencia técnica, cuando su uso configura modos de habitar el mundo no previstos originalmente. Para decirlo con un ejemplo, una radio analógica antigua puede ser más difícil de sintonizar y menos estable que un dispositivo digital moderno, pero también puede fomentar una atención diferente al sonido, evocar memorias personales o colectivas, y establecer un vínculo afectivo que le otorga relevancia experiencial y cultural. En este caso, el artefacto no solo sobrevive al desgaste funcional, sino que genera nuevas formas de conocimiento situado, no en forma de datos desnudos, sino en forma de inscripción temporal, narrativa y corporal.

Esta ampliación resulta coherente con la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg (1999, 2002). Para Feenberg, la eficiencia no es un criterio puramente racional y neutral, sino un componente central del código técnico: el conjunto de decisiones de diseño mediante las cuales se materializan intereses y valores sociales bajo la forma de soluciones “racionales” (1999, pp. 87 y 95; 2002, pp. 21 y 74). La apelación a la eficiencia funciona así como un mecanismo de legitimación: permite presentar como técnicamente necesarios diseños que, en realidad, cristalizan un programa social específico. El código técnico introduce un sesgo formal que traduce ciertos valores hegemónicos —relativos, por ejemplo, a la organización del trabajo, al control o a la disciplina— en exigencias supuestamente universales de rendimiento, desplazando la crítica desde las relaciones de poder hacia el imperativo de optimizar la productividad (Feenberg, 2002, pp. 80-82).[13]



Leída desde la tipología que aquí se propone, la eficiencia funcional corresponde al nivel de evaluación privilegiado por el código técnico, mientras que las eficiencias pragmática y simbólica hacen visible aquello que esa codificación tiende a invisibilizar: qué formas de experiencia, qué modos de dependencia o de autonomía y qué configuraciones de poder se incorporan en las decisiones de diseño. La crítica de Feenberg (2002, pp. 160-170) a la “racionalidad represiva” de la eficiencia —la idea de que solo hay una forma técnicamente racional de organizar un sistema— puede traducirse, en estos términos, en la exigencia de evaluar no solo cómo un artefacto ajusta medios y fines, sino también qué racionalizaciones alternativas se abren cuando se toman en serio las dimensiones pragmáticas y simbólicas de la eficiencia.

[13] La noción de código técnico le permite a este autor analizar la eficiencia como discurso legitimador de decisiones de diseño que cristalizan intereses hegemónicos (Feenberg, 2002, p. 77).

Por otra parte, la crítica de Langdon Winner a la "fascinación por la eficiencia" (1986, p. 121) refuerza este diagnóstico. En su análisis, Winner (1986, p. 9) muestra que en los debates públicos sobre tecnología la eficiencia opera como un criterio reduccionista: las alternativas tecnológicas se comparan casi exclusivamente en términos de rendimiento, mientras que las luchas sociales y políticas inscritas en el diseño permanecen fuera de la discusión.[14] La eficiencia se utiliza para legitimar jerarquías organizativas —presentando determinadas estructuras de mando como las "más eficientes"—, adquiere una suerte de supremacía moral frente a consideraciones de justicia o autonomía y contribuye a fijar un consenso en el que quienes cuestionan esa lógica aparecen como enemigos del progreso (Winner, 1986, p. 48). Además, el énfasis unilateral en la eficiencia funciona como un indicador de control: se espera que usuarios y trabajadores se adapten a los ritmos y exigencias de sistemas cada vez más eficientes, incluso cuando ello suponga sacrificar su propia capacidad de decisión.

La tipología de eficiencias desarrollada en este artículo puede leerse como una manera de desactivar ese fetiche. Al distinguir entre eficiencia funcional, eficiencia pragmática y eficiencia simbólica o experiencial, se vuelve visible que un artefacto puede ser sumamente eficiente en términos de rendimiento técnico y, sin embargo, resultar pragmáticamente ineficiente —por la carga cognitiva, la dependencia o el malestar que introduce— o simbólicamente inaceptable —por las formas de subordinación o exclusión que naturaliza—. Lejos de renunciar al vocabulario de la eficiencia, se trata de desplazarlo: de un criterio único, interno y políticamente ciego, hacia un conjunto de criterios situados que permiten articular cómo los artefactos distribuyen capacidades, oportunidades de conocimiento y formas de vida. De ahí que la eficiencia funcional o técnica no pueda ser el único criterio de evaluación. La eficiencia pragmática, simbólica y la relevancia epistémica no son propiedades derivadas del diseño funcional, sino efectos de interacción contextual, práctica e interpretativa. Un objeto puede fracasar como solución a un problema técnico, pero resultar exitoso como generador de sentido.



En consecuencia, ampliar los criterios de evaluación del diseño implica reconocer que los artefactos deben valorarse no solo por lo que hacen, sino por lo que hacen posible. De ahí que analizar un artefacto desde esta perspectiva requiera atender no solo a su diseño, sino también a sus trayectorias de uso, sus contextos de apropiación y sus posibilidades de reinscripción en mundos vividos.

El valor de una tipología como la aquí propuesta no reside en su capacidad de clasificar exhaustivamente los artefactos existentes, sino en su utilidad para poner de relieve tensiones internas en los modos en que evaluamos objetos diseñados. Estas tensiones

[14] Winner (1986, pp. 46-47, pp. 52 y 55) está particularmente interesado en el papel de la eficiencia en los juicios públicos sobre el desarrollo tecnológico. La premisa base que sostiene este interés es que una acción racional (y el desarrollo tecnológico es una urdimbre de acciones racionales) no puede descansar únicamente en la maximización de la eficiencia, sino que debe considerar también la justicia, la igualdad y la calidad de la vida democrática.

no son excepcionales: aparecen con frecuencia en contextos donde el diseño entra en conflicto con normas sociales, expectativas culturales o aspiraciones simbólicas.

El caso de los molinetes en el transporte subterráneo de una gran ciudad es un ejemplo que refuerza esa tensión. Desde el punto de vista técnico, cumplen de forma óptima su función: regulan el acceso, automatizan el cobro, reducen costos. Sin embargo, son percibidos muchas veces como dispositivos agresivos, deshumanizantes o excluyentes, especialmente para personas con movilidad reducida o en contextos donde su instalación simboliza una lógica de control. En este caso, la alta eficiencia funcional convive con una baja eficiencia simbólica, y eventualmente también con una eficiencia pragmática limitada. El rechazo cultural o afectivo al artefacto no se explica por su mal funcionamiento técnico, sino por la experiencia que produce y el tipo de mundo que representa. La misma lógica puede observarse en ciertos formularios digitales, sistemas automáticos de atención al cliente, o incluso en algunos dispositivos médicos cuya eficiencia operativa no compensa el malestar que generan.

Desde el punto de vista metodológico, esta tipología no se deriva de una taxonomía empírica de objetos ni de un *corpus* sistemático de casos. En cambio, emerge del cruce entre una reflexión filosófica sobre la noción de eficiencia y una lectura situada de experiencias cotidianas con artefactos. Su carácter es normativo y reconstructivo: busca mostrar que detrás de la aparente neutralidad de los juicios técnicos hay criterios implícitos que deben ser interrogados. Al identificar tres formas de eficiencia —funcional, pragmática y simbólica—, no se pretende fijar categorías definitivas, sino ofrecer un marco conceptual que permita abrir preguntas sobre cómo evaluamos, qué valores operan en esa evaluación y qué consecuencias prácticas se derivan de ella.



## 3. La cafetera como interfaz de mundo

Para examinar cómo estas dimensiones se manifiestan en la práctica, a continuación analizaremos un conjunto de objetos cotidianos cuyo diseño y uso permiten visualizar las distintas formas de eficiencia (funcional, pragmática y simbólica) y su impacto en la experiencia del usuario.

La tipología propuesta nos ha permitido expandir el concepto de eficiencia más allá de su sentido técnico, reconociendo en los artefactos no solo su capacidad para cumplir funciones, sino también su potencial para generar experiencias, sentidos y relaciones significativas. Para explorar con mayor precisión cómo estas formas diferenciadas de eficiencia se articulan en la práctica, resulta útil examinar casos concretos de objetos cotidianos. En lo que sigue, analizaremos distintas cafeteras como artefactos cuyo diseño y uso ejemplifican modos contrastantes de eficiencia funcional, pragmática y simbólica. A través de este análisis, buscamos mostrar cómo la relevancia epistémica de un artefacto no se agota en su rendimiento técnico, sino que se despliega en su capacidad para mediar la experiencia, distribuir el esfuerzo y configurar formas de habitar el mundo.

Consideremos tres dispositivos para preparar café:

- *Cafetera automática conectada a una aplicación:* programable, personalizada, capaz de preparar café con solo presionar un botón; incluso puede iniciar el café al detectar movimiento en la casa o siguiendo rutinas fijadas en el calendario personal. Es silenciosa, precisa y optimizada para el "no esfuerzo". Optimiza la eficiencia funcional y la comodidad del usuario.
- *Cafetera italiana de aluminio:* requiere atención, manipulación, tiempo, y su uso demanda conocimiento práctico implícito: saber cuándo apagar el fuego, cómo ensamblarla, qué molido de café usar. La taza de café no se obtiene sin una participación activa en su preparación.
- *Cafetera cezve* (café turco): la preparación del café es artesanal e involucra múltiples etapas, molienda manual, control preciso del calor, diversas fases de hervor, espuma y servicio lento. Estamos ante un proceso lento y artesanal donde cada paso está cargado de significado social, cultural y afectivo.[15]

**Imagen 1. Cafetera automática, cafetera italiana y *cezve* turco**



Fuente: elaboración propia a través de Gemini (Google).



Desde una perspectiva puramente técnica, podríamos decir que el primer dispositivo es el más eficiente en términos de eficiencia funcional o técnica. Pero si lo miramos desde lo que Norman llama experiencia del usuario (2005, 2023), entendida no solo como funcionalidad sino como significado vivido, la valoración del artefacto cambia radicalmente.

Norman (2005, pp. 81-122) distingue entre tres niveles de procesamiento en la experiencia de los objetos: i) nivel visceral: reacción inmediata, estética, sensorial; ii) nivel conductual: facilidad de uso, desempeño; y iii) nivel reflexivo: significado, narrativa, valores personales y culturales.

[15] La cafetera *cezve* es un pequeño recipiente metálico con mango largo, utilizado tradicionalmente en Turquía y los Balcanes para preparar café directamente sobre el fuego. El proceso implica hervir lentamente café molido muy fino, a menudo con azúcar y especias, sin filtrado. Usarla exige atención, control manual y experiencia encarnada, haciendo del acto de preparar café una práctica cultural densa, vinculada a formas situadas de saber y relación con los objetos.

La cafetera automática optimiza los niveles visceral y conductual, pero puede empobrecer el reflexivo. La cafetera italiana y el *cezve*, en cambio, exigen más del usuario, pero al mismo tiempo le devuelven una experiencia rica en significado, a saber, un mundo donde se conjugan la memoria, la comunidad y el tiempo encarnado. El acto de preparar café se convierte así en una forma de atención encarnada y participación afectiva.

Como estos casos evidencian, el diseño no se limita meramente a resolver problemas técnicos. Por el contrario, también configura modos de relación entre el usuario, el artefacto y el mundo. Como señala Verbeek (2005), los artefactos no son neutrales: median la experiencia y participan en la constitución de formas de agencia. La cafetera italiana o el *cezve*, desde esta perspectiva, no solo hacen café: producen un mundo habitado por significados, gestos y temporalidades.

A modo de síntesis comparativa, la siguiente tabla cruza los niveles de procesamiento de la experiencia del usuario (Norman, 2005) con las distintas formas de eficiencia analizadas (funcional, pragmática y simbólica), tomando como ejemplo paradigmático los diferentes tipos de cafetera. Esta articulación permite comprender con mayor precisión cómo un mismo artefacto puede adquirir distintos valores dependiendo de su diseño y el modo en que se relacione con el usuario.

Consideremos el caso de las cafeteras: mientras que la cafetera automática maximiza la eficiencia funcional y pragmática (produce café con rapidez y sin intervención del usuario), dispositivos como la cafetera italiana o el *cezve* turco requieren una participación activa que transforma el acto de preparar café en una experiencia rica en significados. Estas últimas cafeteras, aunque técnicamente menos “eficientes”, pueden generar una relevancia epistémica superior, al mediar formas de atención, transmisión de saberes, memoria y pertenencia cultural. Como señala Verbeek (2005), los artefactos no son neutros: configuran nuestra relación con el mundo y con nosotros mismos. En ese sentido, el buen diseño no es solo una cuestión de funcionalidad, sino también de densidad de la experiencia que promueven. Pero más allá de los contrastes funcionales o experienciales, lo que está en juego en estos artefactos es una forma de mundo: no solo lo que permiten hacer, sino lo que hacen aparecer.



**Tabla 1. Niveles de experiencia (Norman, 2005) y tipos de eficiencia en artefactos**

| Nivel de experiencia | Tipo de eficiencia | Descripción | Ejemplo de las cafeteras |
|---|---|---|---|
| **Visceral** | Eficiencia simbólica / experiencial | Reacción inmediata, sensorial y emocional. Diseño que provoca placer o atracción | La cafetera automática puede resultar atractiva por su diseño elegante, luces LED o su olor inmediato al encenderse |
| **Conductual** | Eficiencia pragmática / de uso | Facilidad de uso en la acción. ¿El objeto facilita la tarea en un contexto real? | La cafetera automática optimiza esta eficiencia: prepara café rápido, sin intervención manual ni conocimiento previo |

| Nivel de experiencia | Tipo de eficiencia | Descripción | Ejemplo de las cafeteras |
|---|---|---|---|
| **Reflexivo** | Eficiencia simbólica / experiencial | Significados, valores, identidad cultural que el objeto activa | La cafetera *cezve* o la cafetera italiana evocan tradiciones familiares, tiempo compartido, saberes prácticos transmitidos generacionalmente |
| **(Cruza todos los niveles)** | Eficiencia funcional / técnica | Cumplimiento eficaz del fin técnico con bajo costo (material, energético, tiempo) | Técnicamente, la cafetera automática es la más "eficiente" en sentido clásico: produce café en menos tiempo, con menos error o esfuerzo |

Fuente: elaboración propia.

Tras comparar los diferentes dispositivos desde los niveles de experiencia propuestos por Norman (2005) y las formas de eficiencia discutidas, podemos observar que el valor de un artefacto no reside únicamente en su desempeño técnico o facilidad de uso, sino también en el tipo de relación que establece con quien lo utiliza. La disposición del diseño no solo condiciona una acción, sino que también configura una escena, una temporalidad y una sensibilidad. Es precisamente en esta dimensión —menos evidente pero más profunda— donde se juega la relevancia epistémica de muchos objetos cotidianos. Lo que un artefacto permite experimentar puede importar tanto como —o más que— lo que permite hacer.



Por consiguiente, el ejemplo de las cafeteras permite apreciar que la relevancia epistémica no reside en la cantidad de información que un objeto transmite, sino en las formas de atención, presencia y sensibilidad que habilita. Diseñar no es solo resolver problemas, sino configurar relaciones: entre agentes, tiempos, modos de existencia. Sobre esta base es que podemos distinguir entre: i) rendimiento: cuán bien un objeto cumple una función; y ii) acontecimiento: qué tipo de experiencia o transformación genera.

La cafetera automática rinde. La italiana produce la ocurrencia de un acontecimiento: interrumpe, encarna, deja una huella que nos vincula con una historia afectiva, grande o pequeña. El diseño adquiere así una densidad existencial: un objeto está bien diseñado no solamente cuando cumple satisfactoriamente con su función, sino cuando, además, produce una experiencia cualitativamente densa, una forma de estar en el mundo. Esta ampliación del criterio de diseño permite pensar los artefactos no solo como medios para fines, sino como operadores de experiencia. En otras palabras, los objetos diseñados no ejecutan planes que tienen incorporados, sino que hacen mundo (Broncano, 2023). A partir de esta concepción, podemos releer a la cafetera italiana —ya no únicamente como un objeto técnicamente eficiente o ineficiente—, sino como una figura cultural que organiza formas de temporalidad, atención y presencia.

Estas variaciones en el diseño no solo modifican la eficiencia técnica o la usabilidad (su eficiencia pragmática), sino que estructuran distintos modos de atención, de presencia corporal y de relación con el entorno. Desde esta perspectiva, el diseño aparece como

una forma de distribución del esfuerzo y del sentido. No se trata únicamente de hacer más con menos, sino de decidir qué vale la pena hacer bien, incluso si eso implica lentitud, atención o mayor implicación corporal. Esta forma ampliada de eficiencia —que integra las dimensiones funcional, pragmática y simbólica— reconoce que los objetos diseñados median relaciones de diferente clase (emocionales, narrativas y demás) con el tiempo, con los otros y con uno mismo, y que allí radica una parte esencial de su valor.

Así, un artefacto como la cafetera italiana puede ser comprendido como al mismo tiempo dispositivo de ralentización (interrumpe de algún modo la lógica de la aceleración (hacer un café rápido mientras se hace otra cosa), una interfaz cultural (activa formas de habitar el tiempo, el cuerpo, los objetos) y una tecnología epistémica (no produce conocimiento conceptual, sino atencional y existencial: modos de estar en el mundo con otros y consigo mismo). La cafetera italiana exige una atención intermitente, distribuida en el tiempo, que implica ciertos saberes prácticos: reconocer el sonido del hervor, estimar la cantidad justa de agua, limpiar con cuidado el filtro.

En la cafetera automática, en cambio, la atención es breve, focal y periférica: el gesto es mínimo, casi ausente, y el resultado (el café servido) aparece como un efecto inmediato de una acción técnica despersonalizada. El *cezve* turco, por su parte, requiere una atención sostenida, reiterativa y sensible a variaciones mínimas: controlar la espuma, interrumpir el hervor en el momento exacto, repetir el proceso tres veces. No se trata solo de preparar café, sino de encarnar una práctica que vincula al cuerpo con el tiempo y a la acción con una historia compartida.



La dimensión cultural del *cezve* revela el carácter profundamente situado del diseño. En muchas tradiciones del Mediterráneo oriental, del mundo árabe y de los Balcanes, preparar café no es una actividad instrumental, sino un acto ritual de hospitalidad, memoria y sociabilidad. El café no se bebe solo, ni rápido, ni de paso: se sirve lento, se comparte, se acompaña con pausas, silencios e historias. Su preparación no busca eficiencia funcional ni económica, sino sentido. El *cezve* no está diseñado para ahorrar tiempo, sino para generar una experiencia: es una interfaz de mundo en el sentido más pleno, un ejemplo paradigmático de eficiencia simbólica o experiencial.[16] Como recuerda Appadurai (1996), los objetos no circulan solos, sino que están incrustados en sistemas de valor y significado que les confieren agencia cultural y social.[17]

[16] Esta relación entre diseño y experiencia ritual puede reconocerse también en prácticas cotidianas de algunos países de América Latina —especialmente, Argentina y Uruguay—. El caso del mate ofrece un caso alternativo que refuerza este punto. Aunque hay mates de diseño industrial y bombillas sofisticadas, el valor del objeto no depende de su optimización técnica, sino del rol que desempeña en la configuración de una escena de conversación, compañía y temporalidad compartida. El mate exige una atención rotativa: cebar para el otro, esperar el turno, mantener la temperatura, administrar el silencio. Como el *cezve*, el mate no es solo un instrumento: es un organizador simbólico y afectivo de la experiencia social. Su relevancia epistémica no radica en la transmisión de información, sino en la disposición de formas de presencia y cuidado.

[17] Appadurai (1996) señala que los objetos no pueden ser entendidos fuera de los regímenes culturales que les otorgan significado y valor. Su agencia no reside únicamente en su forma material, sino en las prácticas sociales que los inscriben en tramas de deseo, memoria y pertenencia.

## 4. Diseño como mediación: experiencia, atención y conocimiento

En las secciones anteriores hemos mostrado que la eficiencia de un artefacto no es una propiedad única, sino un conjunto de formas de eficiencia —funcional, pragmática y simbólica— que no se reduce a su rendimiento técnico, sino que debe entenderse en relación con la experiencia que media y con las formas de conocimiento que habilita—, lo cual incluye dimensiones simbólicas, afectivas y experienciales como relevantes (Broncano, 2023). Esta noción ampliada de eficiencia, que presupone la eficiencia técnica en sentido clásico (Quintanilla, 2012; Quintanilla & Lawler, 2005) y la extiende hacia las dimensiones pragmática y simbólica, nos permite ahora abordar una cuestión de fondo: ¿qué tipo de papel juegan los artefactos en la configuración de la experiencia y en la producción de sentido?

La relevancia epistémica de los objetos no puede ser comprendida si se los concibe como meros instrumentos subordinados a fines dados.[18] Un artefacto no es meramente una extensión funcional del cuerpo ni un vehículo de información, sino una estructura material que organiza la atención, orienta la percepción y condiciona lo que aparece como inteligible. Los artefactos no solo se usan: establecen condiciones para que ciertas formas de conocimiento encarnado puedan tener lugar.[19]

Esta relación no es ni puramente simbólica ni simplemente operativa. Demanda una forma situada y temporal de coimplicación entre cuerpos, materiales y entornos. El diseño, en este marco, no se limita a facilitar tareas ni a optimizar funciones, sino que interviene en la forma misma en que el mundo se vuelve disponible para la experiencia. Diseñar es configurar condiciones para que ciertos modos de atención y sensibilidad puedan desplegarse.[20]



Un objeto como la cafetera italiana, discutido anteriormente, permite ver esto con claridad. No se define por su función técnica, sino por la estructura de experiencia que habilita: una relación con el tiempo, con el cuerpo y con los materiales que exige atención, conocimiento práctico y presencia. Esa relación, aunque irrelevante desde una perspectiva funcionalista, es clave para comprender el valor epistémico del objeto como mediador de formas de vida.

---

[18] Adviértase que, desde los enfoques clásicos de la filosofía del conocimiento, la relevancia epistémica se ha asociado principalmente con proposiciones verdaderas, argumentos válidos o evidencias empíricas confiables (Gettier, 1963; Goldman, 1979). En este marco, los artefactos suelen ocupar un lugar instrumental: se los considera medios subordinados a fines cognitivos, útiles para acceder a información o resolver problemas.

[19] La idea de que los objetos configuran la inteligibilidad del entorno dialoga en parte con el enfoque posfenomenológico de Verbeek (2005), quien sostiene que los artefactos no median simplemente la relación entre sujeto y mundo, sino que coconstituyen aquello que aparece como significativo. Sin embargo, aquí se acentúa un matiz: no se trata solo de lo que emerge como relevante en la percepción, sino de cómo esa relevancia se estabiliza en prácticas sostenidas que configuran formas de conocimiento encarnado.

[20] Esta mirada de alguna manera dialoga con la teoría del involucramiento material (*material engagement*) de Malafouris (2019), quien propone que pensar es inseparable de hacer, y que la cognición emerge en la interacción dinámica entre mente, cuerpo y materia.

Una objeción habitual desde enfoques funcionalistas podría señalar que todo lo anterior —el valor simbólico, afectivo o cultural de los objetos— resulta interesante, pero secundario. Según esta postura, lo esencial en el diseño sigue siendo la resolución eficiente de un problema concreto: que el objeto funcione bien, de forma estable y confiable. El resto serían atributos añadidos, contingentes, y que pueden variar según el usuario o la cultura.

Pero esta crítica, aunque coherente dentro de su enfoque, presupone una concepción estrecha tanto de la noción de problema como de la noción de función. Supone que el fin de un artefacto está dado de antemano, y que la evaluación puede limitarse a medir su cumplimiento. El enfoque aquí defendido, en cambio, parte de una premisa diferente: los fines no son independientes del medio, y lo que cuenta como "problema" es también configurado por el objeto mismo. Un diseño no se limita a responder a una necesidad preexistente, sino que produce la forma en que esa necesidad es vivida, reconocida y procesada. Por eso, los objetos no son medios neutros entre sujetos y fines: son operadores de sentido que transforman lo que es cognoscible, lo que se desea y lo que se espera de una acción —encarnar un punto de vista sobre el mundo—.

Pensar el diseño en estos términos exige superar la oposición entre medios y fines. Los objetos no son canales neutrales para la acción, sino componentes activos de procesos de significación y conocimiento. Su forma material no solo permite hacer cosas, sino que estructura qué puede hacerse, cómo se lo percibe y cómo se lo interpreta (Broncano, 2023). La relevancia epistémica no se mide por la cantidad de información que un objeto transmite, sino por la calidad de la experiencia que organiza.[21]



Desde esta perspectiva, evaluar un artefacto implica atender a la densidad de las prácticas que promueve. Lo epistémicamente relevante no es lo que más rinde, sino lo que modifica la relación entre agente, entorno y saber. Esta transformación no es un efecto colateral del diseño: es su condición de posibilidad.

Esta mediación puede adoptar distintas formas, que aquí hemos agrupado bajo el concepto de relevancia epistémica, entendida como la capacidad del artefacto para intervenir en el modo en que el mundo aparece como significativo para un agente.[22] Podemos distinguir, al menos, tres modalidades de esa intervención:

[21] La noción de configuración epistémica permite comprender que el diseño no facilita simplemente una acción, sino que interviene en la constitución misma del agente epistémico. La dimensión configuracional aludida en el texto se inspira en esta idea, pero la desplaza hacia la pregunta por la inteligibilidad situada, más que por la extensión de procesos cognitivos.

[22] La noción de mediación empleada por Verbeek (2005) se centra en cómo los artefactos configuran la relación entre sujeto, objeto y mundo al nivel de la interpretación y la experiencia. Nuestro interés, en cambio, con la noción de mediación epistémica propuesta, es enfatizar la estructuración situada de lo relevante y la modulación de las condiciones prácticas bajo las cuales algo puede ser conocido. Por ejemplo, un pizarrón en un aula no solo media la interacción docente-estudiante, sino que organiza el espacio de lo que puede ser aprendido o recordado.

- *Un sentido configuracional*, cuando el artefacto estructura la experiencia y el entorno de modo tal que ciertos aspectos del mundo se vuelven perceptibles, inteligibles o manipulables (Verbeek, 2005). Por ejemplo, un calendario compartido en una cocina familiar hace explícitas las rutinas, distribuye la responsabilidad y organiza el tiempo común. No transmite información nueva: hace legible una forma de vida.
- *Un sentido afectivo-práctico*, cuando el artefacto promueve formas de atención, compromiso o vinculación con una situación determinada, generando disposiciones encarnadas (Ihde, 1990). Por ejemplo, un cuaderno de papel —frente a un lector digital— permite subrayar, tachar, doblar esquinas, dejar marcas y huellas. El conocimiento no circula solo en el contenido, sino en el modo en que el cuerpo se compromete con la escritura.
- *Un sentido transformativo*, cuando el diseño modifica o reorienta modos de habitar, incide en la subjetividad o habilita nuevas formas de conocimiento situado y encarnado (Malafouris, 2019; Ingold, 2000).[23] Por ejemplo, un banco en una plaza, con respaldo y localizad bajo un árbol, a la sombra, no solo permite sentarse, sino que invita a quedarse, mirar, conversar y participar de la vida de la plaza. Así, transforma el espacio público en escenario de atención mutua y presencia sostenida.

Estos niveles no son excluyentes ni jerárquicos. Se entrelazan en la medida en que el artefacto participa en la forma misma en que el mundo se da como relevante. En lugar de ser un simple intermediario, el objeto reconfigura las condiciones de aparición de lo cognoscible, modificando tanto al agente como al entorno.



Pensar el diseño como mediación permite entonces desplazarse de una lógica de resolución de problemas hacia una comprensión situada de los objetos como operadores de experiencia. No se trata de definir qué es un artefacto, sino de observar cómo participa, en contextos concretos, en la configuración de formas de vida. Y el diseño cobra aquí un papel epistemológicamente diferencial: un objeto bien diseñado no se limita a servir, sino que transforma cómo estamos en el mundo, con otros y con nosotros mismos.[24]

Este giro permite considerar a los artefactos como participantes activos en la producción de conocimiento, más que como simples vehículos de información. Al configurar modos de experiencia y abrir horizontes de sentido, los objetos diseñados se constituyen en verdaderos vectores epistémicos: no simplemente soportes de datos,

[23] Véase Norman (2010), donde se argumenta que el buen diseño no busca eliminar la complejidad del mundo, sino hacerla comprensible y habitable, permitiendo que los objetos se integren de modo significativo en las prácticas y horizontes del usuario.

[24] Véase Norman (2005), quien distingue entre niveles de experiencia en la interacción con artefactos. Mientras lo visceral y conductual se asocian a la respuesta estética y al uso eficiente, el nivel reflexivo —más afín a la perspectiva aquí desarrollada— involucra significados personales, culturales y narrativos que configuran modos de habitar.

sino estructuras vividas que median la comprensión, el reconocimiento y la orientación en el mundo.[25]

## Conclusión

A lo largo del artículo hemos sostenido que los artefactos no deben ser evaluados únicamente en función de su rendimiento técnico, sino también por su capacidad para mediar experiencias, estructurar formas de atención y participar en procesos de conocimiento situado. Esta ampliación del criterio de eficiencia, que parte de la eficiencia funcional o técnica (Quintanilla, 2012; Quintanilla & Lawler, 2005) y la extiende hacia formas pragmáticas y simbólicas de evaluación, permite reconocer que la relevancia de un artefacto no se limita a lo que permite hacer, sino que incluye lo que hace aparecer como significativo, habitable o inteligible.

En este marco, la noción de relevancia epistémica se propone como herramienta para pensar el diseño no desde la lógica de la solución óptima, sino desde su capacidad para configurar prácticas, afectar modos de existencia y habilitar relaciones con el entorno que impliquen aprendizaje, atención y transformación (Norman, 2023). Evaluar un artefacto, entonces, no consiste solo en verificar su adecuación a una función prevista, sino en interrogar qué tipo de experiencia organiza, qué forma de saber posibilita y qué relación promueve entre el agente y su mundo. Esta mirada no se opone al rendimiento técnico, pero lo inscribe en una concepción más amplia del valor epistémico de los objetos diseñados.



El enfoque propuesto no busca sustituir un criterio técnico por una sensibilidad subjetiva, sino que invita a considerar el diseño como una práctica cognitiva situada, en la que lo relevante emerge en la articulación concreta entre formas materiales, prácticas encarnadas y horizontes de sentido. Un "buen diseño" ya no es meramente aquel que resuelve eficientemente un problema en términos funcionales o técnicos, sino aquel que transforma nuestras condiciones de percepción, comprensión y presencia. Un diseño relevante es, en última instancia, una forma de intervenir en lo que puede llegar a contar como experiencia significativa.

La relevancia epistémica, así entendida, no es una propiedad del objeto ni una preferencia del usuario, sino una función de la mediación que el diseño opera entre saber, hacer y habitar. La eficiencia, repensada desde aquí, deja de ser una fórmula de rendimiento para convertirse en una forma de atención al mundo. En este marco, el diseño se configura como una práctica de conocimiento situada, distribuida y coconstitutiva. No media entre sujeto y objeto, sino que participa en la generación de ambos, reconfigurando los vínculos entre cuerpos, entornos y significados. Así

[25] Sobre este punto, véase Monterroza-Ríos y Vivas-Lozano (2025), quienes, desde un marco ecológico-enactivo, sostienen que la imaginación humana está profundamente mediada por artefactos y prácticas materiales. Los objetos diseñados no solo vehiculizan conocimiento, sino que estabilizan e inspiran escenarios imaginativos posibles, ampliando así el horizonte epistémico de la experiencia.

comprendido, el artefacto no se limita a funcionar: orienta, transforma, interroga. Diseñar, en última instancia, es intervenir en las condiciones de posibilidad de lo sensible, lo cognoscible y lo vivible.

**Agradecimiento**

Los autores agradecen los comentarios anónimos recibidos en el proceso de revisión. Estos contribuyeron a enriquecer el punto de vista desarrollado en este artículo.

**Declaración de uso de IA**

Las imágenes de los artefactos (cafetera automática, cafetera italiana y *cezve* turco) que componen la **Imagen 1** fueron generadas, modificadas y estilizadas mediante el uso del programa Gemini (desarrollado por Google). También se utilizaron herramientas de inteligencia artificial en la edición de los resúmenes y la corrección de estilo del texto en general.



**Bibliografía**

Appadurai, Arjun (1996). Modernity at Large: Cultural Dimensions of Globalization. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Broncano, Fernando (2006). Entre ingenieros y ciudadanos: Filosofía de la técnica para días de democracia. Barcelona: Editorial Montesinos.

Broncano, Fernando (2023). La escala de las cosas. Humanismo y cultura material. Salamanca: Delirio.

Clark, Andy (1997). Being there: Putting brain, body, and world together again. Cambridge: MIT Press.

Feenberg, Andrew (2002). Transforming Technology. A Critical Theory Revisited. Oxford: Oxford University Press.

Feenberg, Andrew (1999). Questioning Technology. Abingdon: Routledge.

Floridi, Luciano (2008). Understanding epistemic relevance. Erkenntnis, 69(1), 69-92. DOI: https://doi.org/10.1007/s10670-007-9087-5.

Floridi, Luciano (2011). Understanding epistemic relevance. En The philosophy of information (244-266). Oxford: Oxford University Press. DOI: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199232383.003.0011.

Floridi, Luciano & Sanders, Jeff W. (2004). On the morality of artificial agents. Minds and Machines, 14(3), 349-379. DOI: https://doi.org/10.1023/B:MIND.0000035461.63578.9d.

Galle, Per (2002). Philosophy of design: An editorial introduction. Design Studies, 23(3), 211-218. DOI: https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00034-5.

Gettier, Edmund L. (1963). Is justified true belief knowledge? Analysis, 23(6), 121-123. DOI: https://doi.org/10.1093/analys/23.6.121.

Goldman, Alvin I. (1979). What is justified belief? En George S. Pappas (Ed.), Justification and knowledge: New studies in epistemology (1-23). Dordrecht: Springer Netherlands.

Gorayska, Barbara & Marsh, Jonathon (1996). Epistemic technology and relevance analysis: Rethinking cognitive technology. En Barbara Gorayska & Jacob L. Mey (Eds.), Cognitive science and technology - In Search of a Humane Interface - Vol. 113 (27-39). Amsterdam: North-Holland.

Ihde, Don & Malafouris, Lambros (2019). Homo faber revisited: Postphenomenology and material engagement theory. Philosophy & Technology, 32(2), 195-214. Recuperado de: https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-018-0321-7.

Ingold, Tim (2021). The perception of the environment: Essays on livelihood, dwelling and skill (2nd ed.). Abingdon: Routledge.

Kroes, Peter (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. Cambridge journal of economics, 34(1), 51-62.

Malafouris, Lambros (2013). How things shape the mind: A theory of material engagement. Cambridge: MIT Press.

Malafouris, Lambros (2019). Mind and material engagement. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 18(1), 1-17.

Norman, Donald A. (2005). El diseño emocional: Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos. Paidós Transiciones.

Norman, Donald A. (2010). Living with complexity. Cambridge: MIT Press.

Norman, Donald A. (2023). Design for a better world: Meaningful, sustainable, and humanity-centered future. Cambridge: MIT Press.

Olivé, León (2000). El bien y el mal y la razón. Facetas de las ciencias y la tecnología. México: Fondo de Cultura Económica.

Olivé, León (2007). La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología. México: Fondo de Cultura Económica.

Quintanilla, Miguel A. (2012), Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. México: Fondo de Cultura Económica.

Quintanilla, Miguel A. y Lawler, Diego (2005). El concepto de eficiencia técnica. En Guillermo Denegri y Guillermo E. Martínez (Comps.), Tópicos actuales en filosofía de la técnica. Homenaje a Mario Bunge en su 80° aniversario (203-222). Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

Preston, Beth (2013). A philosophy of material culture: Action, function, and mind. Abingdon: Routledge.

Simon, Herbert A. (1969). The sciences of the artificial. Cambridge: MIT Press.

Subramanian, Devika, Greiner, Russell & Pearl, Judea (1997). Relevance. Artificial Intelligence, 97.

Verbeek, Peter-Paul (2005). What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design. University Park: Penn State Press.



Varela, Francisco J., Thompson, Evan & Rosch, Eleanor (1991). The embodied mind: Cognitive science and human experience. Cambridge: MIT Press.

Winner, Langdom (1986). The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology. Chicago: University of Chicago Press.

10.35362/issn.1850-0013-976

# Ciência aberta na América Latina. Propostas de adaptação crítica frente às assimetrias globais *

# Ciencia abierta en América Latina. Propuestas de adaptación crítica frente a las asimetrías globales

# *Open Science in Latin America. Proposals for Critical Adaptation to Global Asymmetries*

**Bruno Nogueira Galvão Pereira** **

Este artigo propõe uma análise crítica da ciência aberta a partir da redução sociológica de Alberto Guerreiro Ramos, como ferramenta para pensar sua apropriação nos contextos periféricos da América Latina. A primeira seção apresenta uma revisão da literatura que problematiza a implementação acrítica da ciência aberta na região, apontando riscos como a exploração cognitiva, a ampliação de assimetrias globais e a integração subordinada ao sistema científico internacional. Em seguida, revisamos a teoria da redução sociológica, discutindo sua atualidade para orientar práticas científicas mais soberanas e comprometidas com as demandas locais. Na seção de análise, aplicamos o método a duas formulações centrais de ciência aberta — a da Comissão Europeia e a da UNESCO. A partir dessa redução, propomos diretrizes para pensar uma "ciência aberta reduzida", orientada por princípios como acesso aberto negociado, ciência cidadã com impacto socioeconômico, governança descentralizada dos dados e integração com estratégias de desenvolvimento regional. Por fim, discutimos limites da abordagem e sugerimos caminhos para futuras investigações para a construção de uma ciência aberta comprometida com a superação das desigualdades científicas globais.

**Palavras-chave:** ciência aberta; acesso aberto; dados abertos; ciência, tecnologia e sociedade; Alberto Guerreiro Ramos



* Recebimento do artigo: 10/06/2025. Entrega do parecer: 31/07/2025. Recebimento do artigo final: 09/09/2025.
** Pesquisador e bolsista de jornalismo científico do Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão em Neuromatemática (CEPID NeuroMat), Brasil. Correio eletrônico: ngpbruno@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3274-8572.

Este artículo propone un análisis crítico de la ciencia abierta a partir de la reducción sociológica de Alberto Guerreiro Ramos para reflexionar sobre su apropiación en los contextos periféricos de América Latina. La primera sección presenta una revisión de la literatura que problematiza la implementación acrítica de la ciencia abierta en la región, señalando riesgos como la explotación cognitiva, el aumento de las asimetrías globales y la integración subordinada al sistema científico internacional. A continuación, se explora la teoría de la reducción sociológica y se discute su vigencia para orientar prácticas científicas más soberanas y comprometidas con las demandas locales. En la sección de análisis, se aplica este método a dos formulaciones centrales de ciencia abierta: la de la Comisión Europea y la de la UNESCO. A partir de esta reducción, proponemos directrices para pensar en una "ciencia abierta reducida", orientada por principios como el acceso abierto negociado, la ciencia ciudadana con impacto socioeconómico, la gobernanza descentralizada de los datos y la integración con estrategias de desarrollo regional. Finalmente, se discuten las limitaciones de este enfoque y se sugieren caminos para futuras investigaciones orientadas a construir una ciencia abierta comprometida con la superación de las desigualdades científicas globales.

**Palabras clave:** ciencia abierta; acceso abierto; datos abiertos; ciencia, tecnología y sociedad; Alberto Guerreiro Ramos

*This article offers a critical analysis of open science through the lens of Alberto Guerreiro Ramos' sociological reduction, as a tool for thinking about its appropriation in peripheral contexts in Latin America. The first section presents a literature review that problematizes the uncritical implementation of open science in the region, highlighting risks such as cognitive exploitation, the deepening of global asymmetries, and the region's subordinate integration into the international scientific system. We then revisit the theory of sociological reduction, discussing its relevance for guiding more sovereign scientific practices that are responsive to local demands. In the analysis section, we apply this method to two key formulations of open science: those of the European Commission and UNESCO. From this reduction, we propose guidelines for developing a "reduced open science" model, oriented by principles such as negotiated open access, citizen science with socioeconomic impact, decentralized data governance, and integration with regional development strategies. Finally, we discuss the limitations of this approach and suggest directions for future research aimed at building an open science framework committed to overcoming global scientific inequalities.*

***Keywords:*** *open science; open access; open data; science, technology and society; Alberto Guerreiro Ramos*

## Introdução

A ciência aberta (CA) costuma funcionar como um conceito/movimento guarda-chuva devido a miríade de definições que se complementam ou disputam entre si significados distintos, o que dificulta uma definição única capaz de abranger todas as reivindicações (Albagli, 2015). Ao passo que se populariza, diversas instituições passam a trabalhar com uma dessas definições ou até mesmo elaborar concepções próprias alinhadas aos seus interesses. A literatura aponta principalmente para as elaborações da UNESCO (2021), Comissão Europeia (2016), que têm como ponto em comum o entendimento de uma ciência livre, acessível, reprodutível, democrática e mais eficiente.

Na mesma medida em que há otimistas, assumindo a abertura aos dados e à informação como um passo indispensável e de valor universal que levará ao progresso e ao desenvolvimento, há também muitas vozes críticas que acusam o movimento de ser eurocêntrico e que desconsidera as desigualdades na produção científica em diferentes contextos sociopolíticos (Sánchez-Tarragó, 2020, p. 9). Como Ross-Hellauer *et al.* (2022) avisa, cada vez mais evidências sugerem que, em vez de nivelar o jogo, políticas como as de dados abertos podem na verdade empoderar aqueles já favorecidos. Essa crítica é particularmente ressonante nas experiências e na bibliografia produzida na América Latina (Clinio, 2019; Gibon *et al.*, 2024). Ainda que a região represente apenas 5% de toda a bibliografia sobre o assunto (Aguirre-Liguera, 2023), a experiência da *Open and Collaborative Science in Development Network* (OCSDNet) e da Declaração do Panamá — além de outras pesquisas exploradas na revisão bibliográfica — marcam relevantes reivindicações acerca de uma outra formulação de CA, com seus preceitos adaptados à realidade do continente.



Frente o contexto de disputas conceituais e críticas regionais à implementação da CA, o presente artigo busca analisar criticamente como adaptá-la para o contexto latino-americano, utilizando como método teórico a redução sociológica proposta por Guerreiro Ramos (2024). Por meio da redução sociológica, busca-se inserir a produção científica em um contexto mais amplo de projeto científico nacional frente a divisão internacional do trabalho científico, separando aquilo que na CA é universalmente válido daquilo que é subsidiário e historicamente condicionado.

O primeiro capítulo é uma revisão bibliográfica da discussão sobre ciência aberta e sua aplicação, com maior atenção aos casos latinoamericanos, identificando seus principais conceitos e suas respectivas críticas. No segundo capítulo se discute o referencial teórico e o método da redução sociológica, contextualizando seu papel na análise da produção científica. No terceiro capítulo é feito uma proposta de "redução sociológica" de duas das principais concepções internacionais de CA e sugerido elementos que a partir desse método podem ser pensados para uma adaptação regional, levando em consideração a soberania epistêmica e as condições estruturais próprias da América Latina.

## 1. Revisão bibliográfica

A ciência aberta, apesar de suas várias definições, parece ter como denominador comum a percepção de que o "conhecimento científico é patrimônio da humanidade e, portanto, deve ser disponibilizado livremente para que todos os cidadãos possam acessá-lo livremente, sem quaisquer restrições econômicas ou legais" (Henning *et al*., 2019, p. 2). A recomendação para CA da UNESCO (2021) coloca que "os pilares da abertura propostos por este projeto são as infraestruturas científicas abertas, o diálogo com os diferentes sistemas de conhecimento, bem como o compromisso com os diferentes setores sociais, ou seja, a ciência cidadã e participativa". Neste caso, identifica cinco principais manifestações da CA: o acesso aberto às publicações científicas, aos dados de investigação, os recursos educativos abertos, o *software* e o *hardware* livres. Outra definição, utilizada pela fundação sem fins lucrativos Open Knowledge*,* é muitas vezes marcada como referência, apesar de ser ampla: "ciência aberta significa muitas coisas, mas principalmente que o conhecimento científico deve ser livre para as pessoas usarem, reutilizarem e distribuírem sem restrições legais, tecnológicas ou sociais" (OKF, s/d).

Demarcar uma origem para o conceito de ciência aberta é uma tarefa difícil, pois envolve também definir precisamente esse conceito, que possui múltiplas determinações e disputas em torno de seu significado. Por conta disso, pensar em uma origem única não é realista. A despeito disso, costuma-se atribuir uma origem formal no continente europeu, principalmente a partir do documento *Digital science in Horizon 2020*, de 2013, emitido pela Comissão Europeia (Abadal & Anglada, 2020). Antes da UNESCO entrar no debate, em 2021, tal comissão costumava ser a principal referência institucional. Sua concepção de CA se refere a "uma nova abordagem para o processo científico baseado no trabalho cooperativo e novas formas de disseminação do conhecimento, reforçando a acessibilidade e reusabilidade dos resultados de pesquisas usando tecnologias digitais e novas ferramentas colaborativas (Comisión Europea, 2018a, *apud* Abadal & Anglada, 2020, p. 7). Essa concepção foi muito influenciada pela perspectiva de uma ascendente "cibercultura" e da globalização da produção científica via digitalização e uso massivo da internet. Resumindo, é um novo modelo de divulgação e produção dos resultados científicos que expressa o trabalho coletivo compromisso social, por meio do acesso livre ao conhecimento" (Heinz & Miranda, 2024).



Mas outros pesquisadores vão dizer que a classificação sistemática mais completa de CA foi feita pela organização *Facilitate Open Science Training for European Research* (Foster), em 2018 (Silva & Silveira, 2019). O grupo elaborou a primeira taxonomia da CA, contendo nove eixos principais, mas com maior destaque a três: Acesso Aberto, Dados Abertos e Pesquisa Reprodutível Aberta. A necessidade de taxonomia em si já põe em evidência que não se trata de um conceito binário; existem gradações de CA, com o "grau de abertura" podendo variar de acordo com o contexto. Demarca também que a abertura não é medida apenas pelo acesso livre aos conteúdos, mas ao grau de operacionalização disponível. Exemplo para isso é o princípio de gestão de dados FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*), que vai além de simplesmente demandar dados abertos e cria regras para padronização desses dados, permitindo

replicabilidade dos experimentos (Henning *et al*., 2019). Não obstante, ainda existem outros esforços e novas tentativas de criar taxonomias para a CA (Silveira *et al*., 2023, p. 11), o que mais uma vez o coloca como um conceito em movimento.

Essas definições, assim como boa parte do movimento ciência aberta, foram muito influenciada pelo movimento de *software* livre e código aberto, caracterizados pela existência de uma cultura própria em torno da cooperação e distribuição em rede de código-fonte de *softwares*, sendo, ao mesmo tempo, permeados por um ativismo político em torno da liberdade informacional como liberdade de expressão, da internet livre e pelos posicionamentos contrários à propriedade intelectual (Santos, 2019). Delfanti (2013) chega a dizer que a CA contemporânea "remixa" as propriedades de um *ethos* científico com elementos que são próprios da cultura FLOSS (*free/libre and open source software*). Por conta disso, recorrentemente se associa e até se confunde o movimento de CA com o movimento de acesso aberto. O acesso aberto, no entanto, é apenas parte das exigências da CA, principalmente em sua crítica às grandes editoras de periódicos acadêmicos. No âmbito jurídico, contestam-se as limitações do atual regime de propriedade intelectual, e mais fortemente o direito autoral, estimulando a adoção de licenças livres para trabalhos científicos e artísticos. Já no âmbito técnico, propõem-se requisitos e formatos que favoreçam o acesso, a reutilização e a distribuição das obras, facilitando a manipulação de dados e sua leitura por máquinas (Albagli *et al.*, 2014).

No ambiente acadêmico, a ciência aberta é um campo emergente de pesquisa, sem um quadro consensual ou definição formal (Caballero-Rivero *et al*., 2019, p. 3). Vicente-Saez e Martinez-Fuentes (2018, p. 8) fizeram uma revisão sistemática da literatura disponível em inglês entre 1985 e 2016, chegando à definição de CA como "conhecimento acessível e transparente que é compartilhado e desenvolvido através de redes colaborativas". Tal definição certamente se alinha com o conceito mais conhecido de CA. Porém, não engloba todas as concepções elaboradas, tampouco representa a disputa pelo conceito vindo de diferentes "escolas de pensamento". O entendimento sobre CA, como dito anteriormente, é polissêmico. Na mesma medida em que há otimistas, assumindo a abertura aos dados e a informação como indispensável, neutra, universal que levará ao progresso e ao desenvolvimento, há muitas vozes críticas que acusam o movimento de ser eurocêntrico e que desconsidera as desigualdades na produção científica em diferentes contextos sociopolíticos (Sánchez-Tarragó, 2020, p. 9). Da mesma maneira que a maior parte da produção científica vem dos Estados Unidos e Europa, o movimento da CA também surge e se concentra principalmente nesta região (Jin *et al*., 2023). As agências de financiamento norte-americanas e europeias estão entre as principais incentivadoras de ciência aberta, adotando uma série de diretrizes que, em muitos casos, torna obrigatória a disponibilização pública e aberta dos conjuntos de dados gerados em pesquisas financiadas com recursos governamentais (Santos, 2019, p. 45).



Mas como aponta a crítica de Ferpozzi (2017, p. 258), o apoderamento do conhecimento científico deve ser medido por meio de seu uso efetivo e da exclusividade que ocorre na prática, ainda que seja formalmente "aberto": "a possibilidade de produzir e utilizar efetivamente o conhecimento científico depende, em grande parte,

do contexto, apesar de sua pretendida universalidade". O que o autor argumenta aqui é que a abertura de artigos, *softwares*, dados, protocolos e pesquisas, como mais enfatizado pelo movimento *open access*, não se traduz imediatamente em uma ciência aberta de fato pois esbarra nas condições materiais de produção científica — isto é, quem tem capacidade de usufruir dos dados abertos —, que precedem a condição de não-acesso. Dessa forma, não é possível assumir que a demanda pelo acesso aberto, por si só, atende toda a comunidade científica. Enfatizamos, a própria definição do termo "ciência aberta" é amplamente discutida, e resumi-la ao acesso aberto e condições de livre reutilização não daria conta de cobrir toda a discussão e suas diferentes reivindicações.

O referenciado trabalho de Fecher e Friesike (2013) define cinco "escolas de pensamento" não excludentes de ciência aberta. São elas, de maneira resumida: *democrática* (deve ser acessível a todos), *pragmática* (deve tornar a ciência mais eficiente), *pública* (deve ter participação popular), *métricas* (deve ter meios de avaliação alternativos) e *infraestrutura* (devem ter infraestrutura livre e compartilhada). Outros trabalhos (Clinio, 2019; De Oliveira *et al*., 2021); vão focar em apenas duas linhas, que seriam a utilitarista e a de "justiça": enquanto a primeira defende a CA por entender que ela é mais eficiente e produtiva, a segunda está preocupada em democratizar o acesso ao conhecimento científico, também pensando em quem produz e em quais circunstâncias. Esta última está particularmente presente no debate latino-americano, principalmente a partir da Open and Collaborative Science in Development Network (OCSDNet) e da Declaração do Panamá sobre Ciência Aberta em 2018.



A OCSDNet promoveu projetos de pesquisa experimentais na América Latina e outros países do sul global, com a proposta de analisar criticamente a ciência aberta e seu discurso utilitarista oriundo de instituições do norte, que relaciona a produção científica apenas como inovação e competitividade internacional, ao invés de se preocupar em enfrentar os desafios sociais locais. Os projetos da OCSDNet visam questionar quem produz o conhecimento, quem se beneficia do conhecimento e como podemos usar as ferramentas tecnológicas para aumentar a participação na ciência. Nesse sentido, o projeto visava também redefinir a concepção de conhecimento aberto: "abertura não é simplesmente sobre ganhar acesso ao conhecimento, mas também sobre o direito de participar no processo de produção do conhecimento, guiado por problemas que são de relevância local, ao invés de agendas de pesquisas definidas em outro lugar, de cima para baixo" (Chan *et al*., 2015, p. 97). Após dois anos de trabalho de campo, a OCSDNet chegou a algumas conclusões: "tornou-se claro para os participantes da rede que não existe uma única maneira 'correta' de fazer ciência aberta, pois as inovações devem atender às demandas locais e aos diferentes contextos, exigindo negociação e reflexão constantes. Além disso, o "caráter político da Ciência Aberta se tornou evidente" (Clinio, 2019, p. 8). A partir dessa compreensão é elaborado um manifesto com sete propostas gerais para uma prática que incorpore os princípios de bem-estar social e inclusão.

A Declaração do Panamá, por sua vez, foi fruto de uma elaboração conjunta de 40 pesquisadores e sociedade civil apresentada no Fórum de Ciência para América Latina e Caribe como um posicionamento regional. Os envolvidos notaram que a ciência aberta era desenvolvida nos países desenvolvidos e adotada aqui como manual

pronto, sem considerar as particularidades locais. Além disso, suspeitam que "ciência aberta hegemônica pode reproduzir a perspectiva colonial da ciência moderna, extraindo riquezas (dados) da América Latina pela capacidade diferenciada dos países desenvolvidos em se apropriar, processar e extrair conhecimento" (Clinio, 2019, p. 9). Essa perspectiva é particularmente importante, pois implica que em determinados contextos, abertura de dados não é necessariamente democratizante, como se costuma pensar os entusiastas da CA. Isso se aprofunda se levarmos em conta a chamada "exploração cognitiva" (Ferpossi, 2017), referindo-se à utilização de dados e resultados de pesquisas científicas sem fins lucrativos em operações com fins lucrativos, sem fornecer compensação aos produtores originais do conhecimento — assim, empresas podem alargar sua margem de lucro ao se apropriar do conhecimento produzidos por pesquisas financiadas via fundos públicos, sem ter que arcar com o dispendioso custo de investimento em ciência & tecnologia. Mesmo fora da Declaração do Panamá, outros pesquisadores notaram que transparência e abertura "por vezes se traduzem em perda de controle para as comunidades locais, ativistas e pesquisadores do Sul Global em busca de soberania sobre os processos de produção de conhecimento" (Dutta *et al*., 2021, p. 12). Isso reforça a tese de *helicopter research*, descrita por pesquisadores africanos: como consequência da ciência aberta no continente, se observou um fluxo de transferência de dados da África para os demais países, com perda de propriedade intelectual e recursos nativos. É referida como "ciência helicóptero" pois em pesquisas em parceria com o "Norte global" e financiadas pelas suas agências, os parceiros voam até o continente, coletam os dados dos pares locais e vão embora, sem qualquer tipo de retorno local (Mwelwa *et al*., 2020, p. 10). A Declaração do Panamá destaca a necessidade de negociação dos termos da abertura de dados, de forma a favorecer os países menos desenvolvidos. Ou, para dados sensíveis e estratégicos, mantê-los com maior restrição.



A (crítica da) ciência aberta produzida na América Latina, então, é importante por demarcar que a simples abertura de dados não é suficiente para o progresso científico-cultural, pois a capacidade de se apropriar do conhecimento científico ou mesmo de produzir ciência não parte de uma condição universal, mas depende da realidade material de cada ambiente, como certas condições de infraestrutura (Chan *et al.*, 2018). Tornar os processos abertos requer capacidades (em termos de conhecimento, habilidades, recursos financeiros, vontade política, preparo tecnológico e motivação) que variam de acordo com as regiões, instituições e demografias (Ross-Hellauer *et al*., 2022, p. 3).

Como afirma Ferpossi (2017), o discurso acerca da ciência aberta parece partir de um princípio que a iniciativa seria capaz de solucionar os problemas que a política não conseguiu solucionar, mas que são próprios dela: superar as barreiras materiais, políticas e de classe que ficam no caminho da circulação do conhecimento. A abertura de dados tampouco impossibilita a apropriação comercial/mercadológica, visto não só a já mencionada exploração cognitiva, com o avanço de grandes editoras e *big techs* se apropriando de trabalho gratuito em nome da "abertura do conhecimento", mas também o fenômeno de conglomerados internacionais oferecendo serviços de "ciência aberta" com práticas de plataformização (Mirowski, 2018). Enquanto Albagli (2015, p. 1) afirma que "entender o significado do atual movimento pela ciência aberta

implica reconhecer sua inserção no contexto mais amplo da existência de uma forte tensão entre a socialização do conhecimento, da informação e da cultura, de um lado, e sua privatização, de outro", Mirowski (2018) lembra que mesmo a CA pode ser usada pela privatização do conhecimento.

É em contraste a isso que as iniciativas de ciência aberta na América Latina se baseiam, pregando que o conhecimento científico deve circular por ambientes alternativos ao oligopólio das revistas acadêmicas e dos considerados "centros de excelência" em pesquisa — concentrados nos países do norte global e tendo a língua inglesa como norma (De Oliveira *et al*., 2021). Nesse sentido, se destacam iniciativas latinas de repositórios abertos como SciELO e Latindex. Não obstante, a América Latina tem de longe o maior número de periódicos de acesso aberto "padrão diamante", que não cobram nem para ler nem para publicar, representando um enfrentamento ao caminho comercial que os oligopólios editoriais adotaram para o acesso aberto, cujo ônus fica nos preços predatórios de publicação (Beigel, 2022, p. 172), especialmente para cientistas de países com câmbio negativo em relação ao euro/dólar.

Diferente da discussão acerca da abertura de dados de pesquisa, protocolos, programas, infraestrutura e outros, o acesso aberto especificamente aos artigos científicos é ponto pacífico, mas mesmo os mais otimistas com o potencial dessa medida para combater a invisibilização dos autores do "sul" reconhecem que o problema é mais estrutural: a política de avaliação das agências de fomento a partir de fator de impacto dos periódicos obriga o cientista de carreira a publicar nas revistas predatórias, porém mais prestigiosas, do "norte global", fazendo com que a própria pesquisa feita na América Latina seja direcionada pela agenda dessas revistas (Aguado-López & Arbeláez, 2016). Nota-se também que a cultura científica dos países em desenvolvimento, no geral, costuma dar mais ênfase na produtividade acadêmica medida por métricas como fator impacto e citações que a dos países "desenvolvidos" (Jin *et al*., 2023, p. 3). Essas observações, por sua vez, acabam se aproximando da concepção que Kreimer (2006) vai chamar de integração subordinada da ciência latino-americana na divisão internacional do trabalho. Decorrente disso, o pesquisador possui pouco incentivo para adotar práticas de CA (Scheliga & Friesike, 2014). Para ser efetiva, portanto, o livre acesso à leitura e publicação de trabalhos em periódicos e repositórios abertos, é necessária uma política de Estado que incentive o pesquisador local a publicar neste formato (Ross-Hellauer *et al*., 2022).

Em suma, a ciência aberta na região de certa maneira já teneta assumir características que correspondem às demandas da comunidade acadêmica local. O foco nas medidas de acesso aberto, apesar das limitações apontadas, se justifica pelo processo de institucionalização científica tardia, a escassez de financiamento, a competição desigual com pares internacionais além da baixa visibilidade e menor participação internacional (Gibon *et al*., 2024, p. 3). As principais práticas, adaptações e críticas à CA na América Latina são: sistemas de publicação de acesso aberto; foco na Justiça Cognitiva e impacto social; abertura de dados deve ser negociada; soberania contra a exploração comercial de dados. De maneira alinhada, ao analisar o desenvolvimento da ciência aberta nos países ibero-americanos, Babini e Rovelli (2020) propõem que não existem, nem deveriam existir, meios uniformes para alinhar incentivos à ciência aberta por meio de políticas supostamente universais. Com isso em mente, propomos

nos parágrafos a seguir uma abordagem que tem como objetivo adequar o conceito de ciência aberta, levando em conta essas críticas apontadas, mas identificando aquilo que é universal e válido para cada contexto.

## 2. Referencial teórico

Diante dessas reflexões críticas sobre os desafios da ciência aberta na América Latina, torna-se fundamental questionar a viabilidade de modelos científicos importados acrítica ou diretamente de contextos estrangeiros. Como apontam os exemplos anteriores, a abertura irrestrita dos dados científicos pode agravar assimetrias históricas e reproduzir dependências estruturais, caso não esteja acompanhada de uma reflexão profunda sobre as particularidades locais. Enquanto existem trabalhos identificando tais problemas e sugerindo as medidas que poderiam ser adotadas e rejeitadas —por exemplo, Neylon (2019), Ross-Hellauer *et al*. (2022), ainda que com visões do "norte global" — falta uma forma sistematizada e metodológica de avaliação. Nesse sentido, recupera-se a importância da perspectiva crítica de Alberto Guerreiro Ramos (1915-1982) e seu conceito de *redução sociológica*, que defende uma atitude epistemológica de adaptação crítica de teorias e métodos estrangeiros à realidade histórica, econômica e social dos países periféricos. A seguir é explorado como sua proposta pode oferecer uma ferramenta conceitual útil para repensar e adequar a CA.

A redução sociológica é tanto fruto de sua época quanto produto de um intelectual engajado, que enxergava o Brasil em uma nova fase: uma fase de desenvolvimento nacional. A contextualização histórica faz-se necessária por ser elemento central para a elaboração de seu método epistemológico. Neste estágio, quando o povo se emancipa de uma vida de mera subsistência para uma vida de consumos complexos, se emancipa também da mera condição de objeto para se tornar sujeito. Enquanto sujeito, demanda o pensamento crítico para desenvolver-se de forma plena. Ramos (2024) identificou essa fase no Brasil a partir da industrialização e suas duas consequências: a urbanização e a alteração dos padrões de consumo.



Tal industrialização estaria diretamente ligada ao fim da subjetivação colonial: para se industrializar, foi preciso projeto nacional, e "um povo que projeta enfrenta sua circunstância de modo ativo, procurando explorar suas potencialidades segundo urgências determinadas" (Ramos, 2024, p. 64). Segundo ele, um povo colonizado está sempre com os olhos para fora; a colônia (ou a condição colonial contemporânea), como economia de reflexo, é sempre projeto e instrumento da metrópole. Quando, porém, um povo passa a ter projeto, adquire uma individualidade subjetiva, vendo a si como centro de referência.

Esse novo estágio da sociedade brasileira exprime o projeto coletivo de uma personalidade histórica, a pretensão do país de assenhorear-se, de determinar-se a si próprio (Ramos, 2024, p. 72). Nesta condição, exige métodos analíticos próprios, uma ciência particular, uma sociologia única. Grosso modo, a produção de Ramos parte do princípio de um país que estava na rota do desenvolvimentismo e demandava uma ciência que contribuísse para as demandas dessa fase histórica, que por ser histórica

poderia ser respondida apenas por uma produção fruto de seu próprio contexto histórico. “Na obra, o autor procura elaborar um instrumental teórico que fosse um método, uma atitude intelectual e existencial, um modo de assimilação crítica da produção estrangeira e uma ontologia” (Bariani, 2015, p. 16).

De maneira concisa, o instrumental teórico elaborado como alicerce para o desenvolvimento científico do país, a *redução sociológica*, é definida como “uma atitude metódica que tem por fim descobrir os pressupostos referenciais, de natureza histórica, dos objetos e fatos da realidade social” (Ramos, 2024, p. 74). De outra maneira, consiste na eliminação daquilo que, pelo caráter acessório e secundário, perturba o esforço de compreensão e a obtenção do essencial de um dado. Isso pois a redução sociológica opera por uma lógica perspectivista. Para Guerreiro, a perspectiva em que estão os objetos (científicos, culturais) em parte os constitui. Se transferidos para outro contexto, deixam de ser exatamente o que eram. A ciência é feita a partir de enquadramentos históricos (*frame of reference*). Portanto, é necessário um esforço para acessar o conteúdo do objeto, retirando as cortinas do contexto social a qual foi feito. “Cada objeto implica a totalidade histórica em que se integra e, portanto, é intransferível, na plenitude de todos os seus ingredientes circunstanciais” (Ramos, 2024). Pode-se, no entanto, adotar uma postura parentética: “pôr entre parênteses” as notas históricas adjetivas do produto cultural e apreender seus determinantes, de tal modo que, em outro contexto, possa servir subsidiariamente, e não como modelo, para nova elaboração.[1] A redução sociológica se opõe à transplantação literal.



> “Pode-se inferir, também, que a redução sociológica, em sentido amplo, implica a busca da essência de um determinado elemento, assim entendida como o seu conteúdo nuclear [...] A atitude metódica permite a obtenção dessa essência, explicitando os elementos periféricos que conferem identidade local a esses objetos culturais. Estes aspectos periféricos, é importante pontuar, podem ser percebidos como o que de fato afeta a absorção do conteúdo nuclear de um objeto em uma realidade distinta daquela em que foi concebido” (Bergue & Klering, 2010, p. 141).

A partir desta atitude metódica, objetiva-se primariamente poder utilizar de contribuições estrangeiras, “alienígenas”, recuperando aquilo que ela possui de caráter universal, e intermediá-la através do particular do local. A redução sociológica não é parte de um “revanchismo ufanista”, de utilizar apenas aquilo que é endógeno. A importação de ciência é uma necessidade de todos os povos. “Guerreiro sabia que a ciência é universal porque resulta de um esforço organizado de especialistas dispersos por toda parte e que dispõe de um mesmo círculo semântico” (Leite, 1983, p. 77). Mas,

[1] Ramos tomou do filósofo Edmund Husserl a noção de redução fenomenológica ou *epoché*, como atitude parentética — de pôr entre parênteses a existência efetiva do (ou no) mundo — e as de intencionalidade e perspectivismo da consciência” (Bariani, 2015, p. 18). Mas não se trata de uma mera transposição da redução fenomenológica para o campo da sociologia, trata-se de uma elaboração única.

conforme explicita Bariani (2015, p. 17), parte de considerar que o cientista, como ser social, inevitavelmente se encontra inserido em um contexto determinado. Por isso, sua visão de mundo necessariamente estão ancorados na sua existência material, histórica e socialmente particular: "Assim, o pensar (logo, também o pensamento científico e a sociologia em particular) só poderia ser algo relativizado, relacionado, dirigido a partir de uma perspectiva determinada" (2015, p. 17).

Para Ramos (2024), o problema da ciência brasileira é ter um cientista alienado de sua realidade, por vezes movido pelo prestígio da ciência produzida nos grandes centros de excelência dos países de primeiro mundo, que aplica em seu contexto uma mera transposição mecânica, acrítica das técnicas científicas importadas, sem ponderar a aplicabilidade real delas. E essa mera repetição analógica de técnicas e estudos, para ele, é completamente contrária à essência científica, porque perde de vista a particularidade constitutiva de toda situação histórica. "Nos países periféricos, a sociologia deixa de ser atrasada na medida em que se liberta do efeito de prestígio e se orienta no sentido de induzir as suas regras do contexto histórico-social em que se integra" (Ramos, 2024, p. 30).

É notório que a problematização está mais concentrada nas particularidades das ciências humanas, mas o autor enfatiza que não existe apenas redução "sociológica" (no sentido de apenas para a "sociologia") e diz que, antes dela, houve no Brasil colonial a "redução técnica". Os agricultores, diante da labuta direta com a natureza, tiveram consciência dos processos estrangeiros de lavoura nem sempre eram adequados às nossas condições, e assumiram uma atitude redutora; na agricultura, diz ele, a redução era "exigência setorial" (Ramos, 2024).



A redução se insere, assim, como expressão de um cientista que rejeita a relação colonial da ciência, considerando a colonização como "uma condição de subalternidade da cultura nativa, que tem consequências na construção das identidades. O sujeito colonizado é aquele que, em detrimento de sua cultura nativa, se submete aos valores e percepções constituídas pela cultura moderna" (Filgueiras, 2012, p. 347). E neste ponto cabe abrir uma discussão antes de descrever as leis gerais de aplicação da redução sociológica. Apesar de Ramos analisar a produção científica a partir de um contexto maior da geopolítica, da estrutura produtiva nacional e da divisão internacional do trabalho, sua análise das *formas específicas* de subalternização da ciência brasileira vai pouco além de uma crítica culturalista da "mentalidade colonial" do pesquisador brasileiro. Mas outras contribuições que analisaram a produção científica da América Latina podem ser usadas para ultrapassar as limitações de Guerreiro e avançar suas propostas.

Influenciado pelo Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Kreimer (2006) introduz o conceito de *integração subordinada* para descrever a inserção da produção científica latina a partir da globalização do trabalho científico e formação de redes de pesquisa transnacionais. O argumento é que as regiões periféricas conseguem, sim, se integrar às principais redes de pesquisa, mas falham em industrializar esse conhecimento científico e conectá-lo às demandas locais (Ferpozzi, 2017, p. 262).

Podemos resumir alguns motivos: dependência financeira, pois o setor privado, universidades, agências de fomento e outras organizações do exterior possuem maior capacidade de financiamento e têm certo controle para definir quais agendas devem ter investimento, frente às poucas opções de custeio que temos aqui; prestígio, já que a carreira do cientista é estruturada de tal maneira que o pesquisador local deve se preocupar com métricas como índice h e publicações em revistas de alto impacto (ou seja, estrangeiras) e, se possível, estudar/trabalhar em universidades de fora para ter o reconhecimento profissional em seu país. "O descumprimento desses critérios resulta num conjunto de sanções que envolvem condições econômicas e trabalhistas, progressão de carreira e até exclusão formal dos circuitos acadêmicos" (Silva & Silveira, 2019, p. 8). Isso resulta também em estar alinhado com as agendas de pesquisa estrangeiras; divisão internacional do trabalho científico, pois com a globalização da ciência, centros de pesquisa ao redor do mundo se conectam para produzir trabalhos em conjunto. Mas pela posição dos países latinos nessa divisão, seus pesquisadores costumam ficar com a parte "menos nobre" da produção científica — coleta de dados, validação de hipóteses elaboradas no exterior, continuação ou aplicação de linhas de pesquisa estrangeiras. Em troca, podem ganhar coautoria na publicação de um artigo, mas perdem a capacidade de influenciar e pautar rumos da agenda de pesquisa. Neste cenário, Kreimer (2006) afirma que tende a ocorrer uma subcontratação da mão de obra científica.



> "Em primeiro lugar, os pesquisadores que estão fortemente 'integrados' à ciência internacional trabalham — em grande parte — em linhas de pesquisa específicas que compõem uma parte de problemas conceituais mais amplos, detalhando essa fração do conhecimento por meio da realização de testes e experimentos que, embora relevantes para o desenvolvimento global do problema, não implicam, por si sós, avanços conceituais significativos. Como apontamos, chamamos esse tipo de integração subordinada, na medida em que a escolha das linhas de pesquisa, a visão de conjunto dos problemas conceituais e também suas utilidades reais ou potenciais são fortemente dependentes das diretrizes estabelecidas pelos centros de referência localizados nos países mais desenvolvidos. Uma consequência importante pode ser observada na definição das agendas de pesquisa: os grupos situados em países periféricos costumam ter um espaço limitado de negociação quanto à orientação e aos conteúdos das investigações que constituem o objeto das colaborações internacionais" (Kreimer, 2006, p. 205).

Foi observado que se envia para a periferia uma parte das atividades científicas altamente especializadas que exigem elevada competência técnica, mas que são, em última análise, de natureza rotineira. Enquanto os especialistas dos países centrais se ocupam de elaborar agendas de pesquisa relevantes para seus contextos sociais, o especialista subordinado se ocupa de validar tais agendas, com pouca capacidade real de influenciar os rumos da pesquisa. O que se negocia nestas redes de colaboração internacional são muitas vezes os termos de subcontratação. Na mesma direção, Neylon (2019) argumenta que a agenda de "excelência em pesquisa", ao ser imposta

pelos grandes centros do norte global, acaba por reforçar conexões assimétricas com o conhecimento local, de forma prejudicial. Isso porque induz a pesquisa a se afastar de suas demandas locais em busca de validação externa. Em vez disso, o foco deveria estar na promoção de uma "interconexão do local", valorizando fluxos de informação que fortaleçam os vínculos comunitários e construam confiança e credibilidade em bolsas de estudo com relevância local.

Desta forma, se desenha uma estrutura de subordinação do próprio *ethos* científico que representa um avanço ao do domínio culturalista nas ciências humanas visto por Ramos (2024), ao mesmo tempo que plenamente compatível com o que ele propõe em *A Redução*. Ainda que exista a redução técnica, há um limite para quanto um país primário-exportador consegue absorver mão de obra altamente especializada sem um macrossetor produtivo que demande tais inovações científicas. Portanto, resta a esses profissionais a integração subordinada. Aqui, volta-se a falar dos enunciados d'A Redução, que descreve a lei de fases. Se não estamos em uma fase de desenvolvimento nacional, há poucas brechas para a ciência escorrer se não para o exterior.

A redução sociológica opera metodologicamente a partir de 4 leis ou, fora do ramo das ciências duras, tendências. A primeira seria a lei do comprometimento: nos países periféricos, a redução só pode ocorrer ao cientista que adotou postura de engajamento ou compromisso consciente com seu contexto. O compromisso consciente a que Guerreiro se refere é o do cientista se compreender enquanto ser histórico e contextual, sem ser um mero replicador de ciência ou exaltador ufanista sob o pretexto de fazer ciência: "É, ao contrário, dirigida por uma aspiração ao universal, mediatizado, porém, pelo local, regional ou nacional" (Ramos, 2024, p. 75). É a imersão sistemática do cientista social no ponto de vista da sua própria comunidade, coerente com a ideia de que a nação é o conjunto dos valores e percepções que uma comunidade faz sobre si mesma (Filgueiras, 2012, p. 355). A lei do compromisso é baseada numa crítica radical, ou seja, numa reflexão sobre os fundamentos existenciais da ciência em ato ou da produção científica. "O compromisso de que se fala aqui, na medida que seja sistemático, situa o cientista no ponto de vista universal da comunidade humana. O regional e o nacional, em tal compromisso, não são termos finais, são termos imediatos da concretização do universal" (Ramos, 2024, p. 101).



> "Aqui é demonstrado que a noção de mundo de um pesquisador não é constituída exclusivamente, tampouco em primeira instância, de esforço intelectivo, mas é de esforço não intelectual e da perspectiva existencial do próprio cientista. Assim, o pesquisador estaria condicionado por um a priori existencial, isto é, por sua experiência com objetos/pessoas do mundo particular em que viveu e por seu contexto histórico-social, quer ele tenha consciência ou não desse condicionamento" (Capelari *et al*., 2014, p. 9).

A segunda lei seria a lei do caráter subsidiário da produção científica estrangeira: à luz da redução sociológica, toda produção científica estrangeira é, a princípio, subsidiária. O caráter perspectivista explica a lei, compreendendo que o contexto dos objetos em parte os constitui. Ramos (2024) dá o exemplo do conceito de Estado,

que, como objeto da sociologia, possui diversas formas (noemas) e está referida ao ato referencial (noese) do respectivo sociólogo, tendo diferentes interpretações dependendo do país que se estuda. Importante dizer, porém, que "uma sociologia nacional não postula que a sociologia varia de nação para nação, mas que o contexto e a cultura nos quais o conhecimento social é construído importam" (Filgueiras, 2012, p. 355). Cabe destacar citações do autor: "Desde que, mediante a redução sociológica, descubramos, no contexto onde surgem, o sentido dos produtos sociológicos (por exemplo, os diferentes noemas do Estado), podemos utilizá-los como subsídios, em uma noese não meramente imitativa" (Ramos, 2024, p. 110). Isso porque qualquer sistema, teoria, conceito, técnica de pesquisa ou método, a menos que elaborado para fins ociosos, sempre é feito para atender uma imposição, e é neste "*para"* que estão as aspas históricas dos objetos. "Ao utilizarmos um objeto ou produto, sem reduzi-lo, somos envolvidos pela intencionalidade de que é portador. A observância desta lei levará o sociólogo a utilizar a produção estrangeira como matéria-prima de elaboração teórica, condicionada por fatores particulares da sociedade que vive" (Ramos, 2024, p. 110). Mas em um país cujo povo virou sujeito, a própria sociedade coloca diante do pesquisador as tarefas que deve empreender. Tais tarefas "deixam de ser arbitrariamente selecionadas pelo gosto individual do sociólogo e passam a ser determinadas pela comunidade. O caráter ocioso da especulação sociológica nos países coloniais transparece no fato de não ter exigências próprias, mas obedecer às variações das correntes estrangeiras" (Ramos, 2024, p. 110).

Já a terceira lei é a lei da universalidade dos enunciados gerais da ciência: universal porque seus profissionais compartilham de um mesmo círculo semântico e fazem parte de um esforço colaborativo global. "Assim como ele mesmo proclamava — 'em ciência não há lugar para jacobinismo' — ninguém pode realizar progressos se não a partir do que foi conquistado pelo esforço universal" (Leite, 1983, p. 77). No entanto, como a ciência é feita *para* atender a alguma imposição, e tais imposições são historicamente localizadas, é preciso a atitude parentética de retirar suas aspas históricas a fim de capturar seu sentido universal. "Nesse sentido, a redução sociológica não nega a universalidade da ciência, todavia demanda do pesquisador submeter o trabalho científico à exigência da comunidade em que vive" (Capelari *et al*., 2014, p. 10). Também não se trata de confundir "ciência nacional" com mera "ciência aplicada". A realidade histórica impõe ao pesquisador sua demanda específica.



> "Na visão do autor, quando o processo de desenvolvimento é analisado pelo olhar de prérequisitos estruturais e funcionais estabelecidos em realidades sociais distintas e ditadas pela experiência dos países do centro do capitalismo, políticos e administradores dos países periféricos são tentados a adotar soluções hipercorretas para os problemas reais dessas nações. Ao invés de buscar soluções hipercorretas, que reproduzem os caminhos adotados pelos países do centro do capitalismo, os países da periferia devem buscar soluções adequadas, as quais necessitam de um ponto de vista estratégico" (Filgueiras, 2012, p. 358).

Por fim, temos a lei de fases: a razão dos problemas de uma sociedade particular é sempre dada pela fase em que tal sociedade se encontra. O pensamento em termos de fase fundamenta-se na categoria de totalidade. A fase é uma totalidade histórico-social, cujas partes estão dialeticamente relacionadas (Ramos, 2024, p. 125).[2] "Assim, a quarta lei concerne à impossibilidade de compreender os fatos sem referi-los à realidade (fase), à vida ou à história em que se acham integrados" (Capelari *et al*., 2014, p. 10). A delimitação de fases é definida de maneira comparativa e a posteriori, pela observação empírica dos fatos selecionados, de forma a ordenar os acontecimentos históricos em categorias relevantes. Nesta análise, cada fase tem suas leis específicas e, portanto, problemas particulares. Só que a ideia de fase não corresponde à existência de um pensamento linear em termos de causa e efeito, "mas à compreensão de momentos históricos que formam os problemas centrais com os quais as sociedades se debatem" (Filgueiras, 2012, p. 356). Reforçando, se a ciência é feita *para* resolver uma imposição, essa imposição é condicionada pela fase em que tal sociedade se encontra. Portanto, para compreender o caráter científico, é preciso considerar a totalidade das relações da fase em que se encontra. A lei de fases também concede o caráter histórico que constitui os objetos científicos. "As ciências constituem, em cada período, um aspecto integrado numa totalidade de sentido. São tributárias da cosmovisão de cada período histórico e, consequentemente, não podem pretender permanentemente válidas" (Ramos, 2024, p. 146).

No caso da redução sociológica, décadas depois, é fácil enxergar as marcas do tempo e de uma conjuntura que hoje é, em certos aspectos, radicalmente diferente. "O aspecto do nacionalismo, do industrialismo e do progresso já acumulou bastante bolor, denunciando a senilidade de uma visão que defendia uma autonomia circunscrita e um rumo nacional-burguês para o desenvolvimento do capitalismo na periferia" (Bariani, 2015, p. 23). No entanto, o recente resgate de sua obra e uma leitura mais atenta de A Redução mostra que suas ideias ainda têm algo a contribuir, apesar de adaptações necessárias. Como prega a lei de fases, é preciso refletir como a redução sociológica se aplica na totalidade da atual etapa histórica. Guerreiro postula, afinal, que seus suportes são coletivos e não individuais (Ramos, 2024). Isso significa dizer que, enquanto a atitude redutora é um método para que um cientista, individualmente, possa fazer a assimilação crítica da produção estrangeira, as condições materiais para que a produção científica nacional como um todo seja voltada aos interesses dessa sociedade demanda um movimento coletivo, que Guerreiro vai chamar de "formação de massa crítica" — um estágio histórico dessa sociedade onde seus atores enxergam criticamente sua posição e coletivamente projetam seu desenvolvimento a um estágio superior. Isso coloca a redução sociológica



[2] Ramos (2024, pp. 124-125) usa como um exemplo de aplicação da lei de fases a análise de Marx do processo histórico-social dos modos de produção. A totalidade em Marx não é apenas a soma das partes (como numa abordagem empírica), mas um sistema relacional dialético em que os elementos só podem ser plenamente compreendidos em relação ao conjunto. Isso implica que cada parte de um modo de produção — como o trabalho, o valor, a mercadoria, o Estado — só pode ser entendida à luz da totalidade social de que faz parte. "O concreto é concreto porque é a síntese de múltiplas determinações e, por isso, é a unidade do diverso. Aparece no pensamento como processo de síntese, como resultado, e não como ponto de partida, embora seja o verdadeiro ponto de partida, e, portanto, também, o ponto de partida da intuição e da representação" (Marx, 2008, p. 258).

como parte de um movimento maior no desenvolvimento de um complexo nacional de ciência, tecnologia e inovação que, independente da forma histórica que se assume hoje, não se refere somente ao projeto que "acumula bolor" testado no passado.[3] Guerreiro identifica que a fase de assenhoreamento de uma nação poderia acontecer por diferentes vias, e o ponto em comum que essas distintas experiências de formação de massa crítica possuem é ser uma sociedade em movimento. Esses momentos históricos manifestam uma vontade coletiva, generalizada, de profundas transformações sociais.

## 3. Discussão

Diante do exposto, pensar a ciência aberta a partir de uma redução sociológica significa desvendar qual parte de seu conteúdo é elementar, universal, e aplicável, enquanto se identifica e isola aquele que se apresenta como ruído histórico. No contexto deste artigo, significa identificar as características que se referem ao contexto da produção científica do "norte global". Esta seção realiza uma síntese conceitual, apontando caminhos para uma apropriação crítica e contextualizada da CA, evitando a reprodução da integração subordinada na divisão internacional do trabalho científico. Isso é feito a partir da "aplicação" das quatro leis propostas por Ramos (2024) em uma análise de duas concepções referenciadas de ciência aberta: a da Comissão Europeia e da UNESCO. A partir das leis, podemos fazer as seguintes perguntas:



- *Lei do compromisso:* como a ciência aberta pode se tornar efetivamente comprometida com a realidade social brasileira/latino-americana?
- *Lei do caráter subsidiário:* quais elementos da ciência aberta devem ser tratados como secundários ou complementares, em vez de universais e obrigatórios?
- *Lei da universalidade dos enunciados gerais:* quais aspectos são universalmente válidos e quais dependem estritamente das condições locais?
- *Lei das fases:* considerando o atual estágio de desenvolvimento científico e tecnológico latino-americano, que implicações surgem para a implementação da ciência aberta?

[3] Politicamente, o projeto coletivo de "assenhoramento" da nação a que Ramos defendia era, sim, a manifestação da corrente trabalhista ou nacional-desenvolvimentista. Mas consideramos equivocada a afirmação que a redução sociológica está circunscrita a este projeto em específico. O desenvolvimentismo foi apenas uma das possibilidades colocadas no Brasil naquela época histórica e a qual Guerreiro se identificava, mas ele tampouco foi um "sociólogo do trabalhismo" e não a reconhece como postulado universal. Pelo contrário, identifica a consciência crítica da nação mesmo em países fora da via de desenvolvimentismo, citando (2024, p. 57) o caso da Ásia e da África, que expressaram seu desejo de assenhoramento nas conferências de Bandung, Cairo, Acra e Tânger. Guerreiro destaca que a formação da consciência crítica ocorreu nesse continente mesmo sem ter ultrapassado a condição colonial em vias concretas (isto é, para além da independência política formal), "pois ainda é instrumento de burguesias metropolitanas". Nesse sentido, a luta anti-imperialista pela soberania, como se desenrolou de maneira particular via guerras de libertação nacional em África e Ásia, pode precisamente ser o condicionante da formação da massa crítica. Tal via se difere completamente do que foi observado para o caso brasileiro, onde essa fase histórica foi definida pelo autor como a construção de uma sociedade capitalista avançada e independente.

Começando pelas leis do caráter subsidiário e da universalidade dos enunciados, que dizem mais diretamente sobre o objeto científico. A partir delas, é preciso identificar as aspas históricas, o enunciado universal do conceito de ciência aberta e usá-lo como insumo para uma nova formulação. A CA europeia, tomada como origem formal (Abadal & Anglada, 2020) é formulada *para* fortalecer a posição econômica e geopolítica da Europa, acelerar sua transformação digital, expandir sua liderança científica global e aumentar a legitimidade pública de suas políticas científicas, conforme descrito pelo documento *Open innovation, open science, open to the world: a vision for Europe* (European Commission, 2016). Assim, a CA surge como estratégia explícita para agilizar a transferência de conhecimento científico para o mercado, estimular a inovação aberta (*open innovation*), com uma circulação dinâmica do conhecimento que favoreça empresas e startups e promover novos modelos de negócios digitais baseados em dados científicos abertos. O documento da Comissão afirma que a Europa é uma potência em pesquisa, mas enfrenta dificuldades em transformar esse conhecimento em inovação e desenvolvimento econômico concreto.

A intencionalidade constitutiva da ciência aberta europeia revela-se como reação estratégica ao deslocamento global dos polos de inovação científica e tecnológica, especialmente em direção aos Estados Unidos e ao Leste Asiático. Esse contexto de perda de competitividade na fronteira da economia do conhecimento e das tecnologias emergentes (como inteligência artificial) impulsionou a Comissão Europeia a adotar práticas abertas como mecanismo para acelerar a inovação interna e recuperar espaço econômico e geopolítico perdido, além de expandir a governança global dos padrões tecnológicos europeus.



A América Latina não compartilha da mesma posição e, por isso, a transposição literal da ciência aberta não trará os mesmos efeitos. Seguindo a tipologia das “escolas de pensamento” (Fecher & Friesike, 2013), vemos uma CA da vertente pragmática e de infraestrutura (*European Open Science Cloud*) que tira vantagens da capacidade produtiva já instalada e do ordenamento jurídico da União Europeia. A CA na União Europeia é articulada como unidade de ação integrada e instrumento tático para integração interna e projeção externa como bloco. Faz sentido promover ciência aberta como forma de ganho coletivo, inclusive via *open innovation*, devido a unidade dentro do grupo. Mas essa condição institucional diferencia radicalmente a UE da América Latina, pois sua efetividade depende de condições que não são generalizáveis — como coordenação política entre Estados, homogeneidade normativa e robusta infraestrutura científica.

Por outro lado, o conceito de ciência aberta elaborado pela UNESCO se apresenta com caráter mais universal justamente ao reconhecer as assimetrias entre os países. A CA é vista como meio de democratizar o acesso à produção e aos benefícios da ciência em escala mundial. O documento *Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta* (UNESCO, 2021), feito para promover um entendimento comum sobre a CA, foi elaborado a partir de consultas globais e discussões com diversas partes interessadas, passando a orientar 200 países signatários. Trata-se de uma formulação normativa e aspiracional, construída a partir de valores universais desejáveis, e não diretamente a partir da análise das condições concretas de implementação nos diferentes contextos

nacionais. Por ser uma recomendação de acordo internacional, a linguagem do documento é conciliadora, diplomática e voltada à adesão simbólica, mais do que à implementação direta — um documento de *soft law*, mais declarativo que operacional. O documento defende, por exemplo, o multilinguismo, saberes tradicionais e bibliodiversidade, mas não entra em confronto direto com o sistema de reputação acadêmica baseado em periódicos anglófonos de alto impacto. Suas recomendações devem ser entendidas contextualmente como resposta às múltiplas crises: pandemia, desinformação, desconfiança social crescente em relação à ciência, pressão por transparência. O foco em diminuir desigualdades demonstra a tentativa de restaurar a legitimidade pública e a confiança social na ciência. A recomendação responde certas críticas feitas à ciência aberta por pesquisadores latino-americanos, como a crítica à exploração cognitiva, mas dentro dos seus limites diplomáticos.

Em suma, a intencionalidade constitutiva da recomendação da UNESCO é propor um horizonte normativo global de ciência equitativa, participativa e acessível, em resposta à crise de legitimidade da ciência, à desigualdade epistêmica estrutural e à fragmentação das políticas nacionais, buscando harmonia entre princípios universais e respeito à diversidade, dentro dos limites de ação de um organismo multilateral. Mesmo sendo mais sensível às assimetrias regionais do que o modelo europeu, a ciência aberta da UNESCO ainda carece de mecanismos vinculantes de redistribuição material e de enfrentamento direto das estruturas que perpetuam a subordinação científica dos países periféricos. Sua força reside no plano simbólico e prescritivo, mas sua tradução prática dependerá da apropriação crítica por parte dos países menos centrais.



Tendo identificado as aspas históricas dessas duas importantes definições de ciência aberta, é possível elaborar quais enunciados permanecem válidos. A experiência empírica mostra que o acesso aberto é pauta prioritária na América Latina, como consequência dos altos custos de publicação e acesso aos periódicos científicos. Para além deste ponto, outras características podem ser vistas como insumos para elaboração de uma CA latino-americana: destaca-se a transparência nos processos científicos, a colaboração em rede, o engajamento social na ciência, a reutilização de dados e métodos e o reconhecimento da diversidade epistêmica. Esses princípios podem ser incorporados à prática científica regional quando reinterpretados à luz das capacidades locais, da soberania e das necessidades sociais. Em contrapartida, aspectos como certos modelos de governança, infraestruturas digitais específicas, estruturas de financiamento e inovação baseadas em mercado e critérios globais de avaliação científica (fator de impacto, agendas de pesquisa ditas “internacionais”) devem ser considerados subsidiários, devendo ser criticamente adaptados ou rejeitados. Abordaremos esses critérios nos próximos parágrafos.

A lei do comprometimento pede postura de engajamento ou compromisso consciente com seu contexto. Como a ciência aberta pode se tornar comprometida com a realidade social com potencial transformador? É preciso primeiro de uma política nacional. No Brasil, apesar de diversos avanços na adoção e promoção da ciência aberta em instituições importantes, estas atuam independentemente, não havendo uma política nacional com diretrizes para adoção no sistema local de pesquisa como um todo

(Packer, 2025). Por sua vez, a criação de uma política científica nacional obedece aos critérios da Lei de Fases: entender a etapa onde a sociedade se encontra e determinar, coletivamente, as medidas a serem realizadas para resolver os desafios específicos postos pela sua fase histórica e alcançar o objetivo final na direção que a vontade coletiva aponta. Essa lei implica também pensar a ciência a partir da totalidade. Dessa forma, o desenvolvimento científico deve ser pensado de maneira articulada com os objetivos e os desafios políticos, econômicos, sociais e ambientais.

A lei de fases nos faz observar que a fase histórica da América Latina é muito particular para ser contemplada pelas orientações generalistas da UNESCO e oposta à europeia em vários sentidos. Não só não existe uma coordenação regional unificada, como a questão nacional ganha novos contornos, conforme abordado sobre o potencial de exploração cognitiva e integração subordinada. Mediante a impossibilidade de atuação conjunta e as capacidades desiguais de produção e apropriação do conhecimento, a descentralização dos dados pode reproduzir as assimetrias regionais em um mesmo território nacional.

Considere, por exemplo, que um banco de dados abertos sobre a biodiversidade amazônica, mesmo que disponível somente para os países que compartilham desse bioma, potencializaria muito a pesquisa. Mas, em contrapartida, potencializa a ciência descomprometida, visto que grupos de pesquisa distantes da região são justamente os que costumam possuir mais capacidade de pesquisa, como ocorre no sudeste brasileiro. O grau de abertura dos dados também deve poder ser modular e flexível pois, como mostrou a experiência da OCSDNet na construção do herbário brasileiro virtual, muitos pesquisadores não compartilharam seus dados devido a exigência de transparência total, por medo de ter informações "roubadas" sem créditos antes de uma publicação ou para não colocar em perigo a localização de espécies ameaçadas de extinção (Okune *et al*., 2018). Para os dados abertos serem um bem comum, eles também devem ser governados pelas pessoas do território, ou seja, as populações locais devem elaborar as regras dessa relação, ter domínio sobre o armazenamento, a infraestrutura e a circulação, podendo definir como utilizar essa pesquisa para solucionar os problemas locais (Okune *et al.*, 2018). O desenvolvimento de cadeias produtivas especializadas na bioeconomia, aproveitando a biodiversidade e as "vocações regionais", pode reduzir as assimetrias entre as regiões, mas a descentralização de dados por si só não garante isso.



No caso do Brasil, mais que uma base de dados aberta, a aparição da ciência aberta seria a de infraestrutura; mais especificamente, o que se faz necessário descentralizar primeiro é a infraestrutura concentrada na região Sul-Sudeste. Pode-se propor a criação de sistemas territoriais de inovação, como parques científicos e tecnológicos, centros e hubs de inovação, adaptando-se às especificidades regionais e impulsionando o crescimento das economias locais, ao mesmo tempo em que promove um novo ciclo de desenvolvimento socioeconômico no território.

Disso se decorre outra diferença em relação à Europa: a ciência aberta não vem para retomar o complexo de inovação regional, aproveitando a capacidade produtiva já instalada e aumentar sua competitividade frente os mercados globais, mas para

realizar o catch up econômico-tecnológico. A adaptação aqui seria pensar quais cadeias produtivas o desenvolvimento científico pode impulsionar. O princípio de *open innovation* e inovação orientada ao mercado gera problemas ao não encontrar empresas com grande vocação à inovação. Como países exportadores de matéria-prima, a demanda por inovações no setor que mais requisita, o de alta intensidade tecnológica — aeroespacial, farmacêutico, informática, eletrônica e telecomunicações, instrumentos (OCDE, 2003) —, é menor, no sentido que não temos muitas empresas nesses setores para custear pesquisas. Aqui concentra-se setores baseados em recursos naturais ou de média/baixa tecnologia (mineração, agricultura, alimentos, petróleo) — configuração que aprofunda a dependência de importação de tecnologias avançadas. Se nos países periféricos o setor privado não necessita muito de pesquisa & desenvolvimento, sobra ao Estado cobrir parcelas maiores da despesa — o exato oposto do que ocorre nos países desenvolvidos.

Não poder contar com o mercado para desenvolver inovações tecnológicas implica ter de fazer escolhas deliberadas de políticas científicas, ou seja, um nível mais sofisticado de planejamento econômico: "A Ciência Aberta talvez tenha começado como um movimento popular de acadêmicos, mas sua rápida adoção em políticas nacionais e institucionais a vinculou a objetivos mais amplos, incluindo o crescimento econômico" (Ross-Hellauer *et al*., 2022). A ciência livre, aberta, neste contexto, não tem o mesmo potencial de inovação que nos países desenvolvidos. Pela lei de fases, o desenvolvimento científico pleno só poderia vir a partir de uma orientação nacional pelo desenvolvimento dessa estrutura produtiva. Torná-la aberta, mas desvinculada de uma diretriz nacional de planejamento científico, poderia apenas proliferar pesquisas de baixo impacto social e desconectadas das necessidades locais — fenômeno que Ramos (2024) denominava pesquisas "colonizadas" ou "suntuárias", típicas de contextos acadêmicos periféricos que imitam agendas externas.



A ciência aberta comprometida, por outro lado, poderia ser usada como medida de incentivo setorial para o desenvolvimento. Ainda que limitadas, as evidências já indicam que ao acelerar os processos de pesquisa, reduzir custos e fomentar inovação ao melhorar o acesso aos dados, a ciência aberta "tradicional" já gera crescimento econômico (Tsipouri *et al.,* 2025). Os setores a serem incentivados conforme definido pelo projeto nacional podem ser priorizados na implementação das medidas. A CA não é uma grande medida única, mas, como se observa pelas diferentes reivindicações, uma série de medidas que podem ser tomadas progressivamente. A abertura setorial, mesmo se pensada pelo viés da escola pragmática, de buscar maior eficiência, também pode atender às demandas de justiça e democracia ao evidenciarem os atores do processo. Ela não precisa ser incondicional: pode ser negociada como ferramenta de justiça histórica, soberania e desenvolvimento estratégico, como demonstra a OCSDNet e reforçado até pela UNESCO (2021). A crítica latino-americana já questiona quem produz e se beneficia do conhecimento. Basta reconhecer, no cenário interno e externo, quais atores podem oferecer cooperação mutuamente benéfica para os objetivos do projeto e quais são secundários, antagônicos ou perpetuam assimetrias regionais. Internacionalmente, a abertura negociada pode ser feita com acordos bilaterais ou multilaterais com cláusulas de uso restrito, com licenciamento automático restrito ao bloco ou país e repartição obrigatória de benefícios em caso de patentes ou

usos comerciais. A dualidade entre ciência aberta pragmática e democrática apontada em outros trabalhos (Clinio, 2019; De Oliveira *et al*., 2021) não necessariamente atuam como excludentes.

A ciência aberta na América Latina por vezes rompe o véu dos ideários de justiça simbólica e se impõe como uma necessidade prática. Mais do que pensar que somos justos ou transgressores, há de se reconhecer que a política de acesso aberto se tornou tão grande e influente na região não por princípios, mas porque o dispêndio de pagar recorrentemente pelo acesso e publicação é caro demais para nossas instituições. Da mesma forma, em regiões economicamente desfavorecidas, projetos de ciência cidadã podem ultrapassar a noção tradicional de participação democrática simbólica, assumindo concretamente funções socioeconômicas importantes. Ao engajar diretamente populações excluídas (como trabalhadores informais, extrativistas ilegais, agricultores familiares), a ciência cidadã pode funcionar como política pública de geração de emprego, inclusão social e estabilização econômica local. Por exemplo, garimpeiros ilegais na Amazônia poderiam migrar para atividades científicas formais, como coleta de dados ambientais ou monitoramento de biodiversidade, transformando saberes empíricos já existentes em conhecimentos científicos estruturados, com impacto social positivo e geração de renda estável e legítima.

A inserção de populações excluídas pode ter também um impacto relevante na questão das patentes. Enquanto a Ásia detém mais de dois terços das aplicações de patentes nos últimos dez anos, a América Latina com dificuldade atinge 2%.[4] Isso, pois os países latinos estão vinculados a uma lógica extrativista: no caso do Brasil, 75% das patentes registradas no país são de estrangeiros.[5] O país ainda enfrenta obstáculos devido à escassez de informação estruturada sobre patentes desenvolvidas com base em sua biodiversidade e patrimônio genético, dificultando o combate à biopirataria e apropriação indevida de conhecimentos tradicionais (Santos & Silva, 2023). Como retrato, pesquisas identificam que 92% das patentes geradas a partir da flora da mata atlântica brasileira foram registradas fora do Brasil, sem avaliação de risco de extinção na exploração (Santos *et al.*, 2024), enquanto no bioma amazônico sequer encontram patentes brasileiras (Cristina-Silva & Faria, 2024). Nota-se então que uma política de infraestrutura para esses dados é necessária, mas a ciência aberta por si só pode agravar o problema de extradição via patentes. Por isso, para além dos mecanismos de licenciamento específicos e diretrizes "*as open as possible, as closed as necessary*" — que leva a questão: quem decide? (Mwelwa *et al*., 2020, p. 9) —, uma ciência aberta comprometida pode estabelecer acordos comunitários (*community science data agreements*), inspirados nos princípios CARE (*Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, Ethics*), que assegurem direitos sobre os dados compartilhados, inclusive incentivando o uso de licenças livres adaptadas à realidade regional, com mecanismos de proteção contra exploração comercial unilateral, como cláusulas de



[4] Mais informações disponíveis em: https://www.wipo.int/web-publications/world-intellectual-property-indicators-2024-highlights/en/patents-highlights.html#.
[5] Mais informações disponíveis em: https://monitormercantil.com.br/apenas-25-das-patentes-registradas-no-pais-sao-de-brasileiros/.

uso local prioritário e instituir repartição obrigatória de benefícios nos casos de uso de dados biológicos e culturais, com inclusão em leis nacionais e tratados regionais.

Toda a necessidade de possuir infraestrutura instalada para garantir uma ciência aberta compromissada esbarra nas conhecidas restrições orçamentárias. Mas como demonstra a experiência e a crítica latino-americana, pensar CA é também pensar em burlar custos. Enquanto produzir infraestrutura própria é um gasto de médio prazo necessário, os sistemas de *software* livre e código aberto podem gerar grande economia ao substituir de maneira imediata a dependência das big techs para as atividades rotineiras. Evidente que o *software* livre não substitui a infraestrutura física, mas diminui as barreiras para construí-la, descentralizá-la e controlá-la localmente. Muitas soluções *open source* são menos exigentes em termos de *hardware*, especialmente se otimizadas para uso local. Por serem modulares, permitem reaproveitar computadores antigos ou servidores desativados. Ao invés de um grande *data center* nacional, pode-se optar por nós distribuídos em várias universidades e instituições públicas, interligados por redes regionais, formando um repositório nacional federado de dados científicos, sem precisar investir em uma superestrutura nacional única. O *open source* permite essa arquitetura de maneira nativa, sem imposições centralizadoras.

## Considerações finais

Ao identificar na literatura a necessidade de adaptar a ciência aberta ao contexto latino-americano, este artigo refletiu criticamente sobre sua implementação utilizando a redução sociológica de Alberto Guerreiro Ramos como método analítico. Aplicando suas "leis" às concepções de ciência aberta da Comissão Europeia e da UNESCO, buscou-se evidenciar quais elementos são universais e quais são condicionados historicamente, destacando limitações dessas propostas para a América Latina.



A partir dessa análise, propuseram-se diretrizes para uma "ciência aberta reduzida", adaptada criticamente à realidade regional. Não se pretendeu criar uma nova definição, mas sugerir características necessárias e possíveis baseadas na redução sociológica. A contribuição principal reside na utilização de uma ferramenta analítica para ir além das críticas habituais, indicando princípios como acesso aberto negociado, ciência cidadã com impacto socioeconômico, colaboração em rede e governança comunitária e descentralizada dos dados, integrados em um planejamento nacional estratégico.

É importante reconhecer que essa proposta não está isenta de críticas, especialmente em relação ao risco de uma leitura política excessivamente nacionalista das recomendações de Ramos (2024). Foi tentado enfatizar que a utilização da redução sociológica não implica adesão a um projeto político específico, mas busca defender uma ciência mais soberana e, principalmente, atenta às demandas locais, inserida em uma perspectiva emancipatória de planejamento estratégico de uma dada sociedade. Trata-se de alcançar o universal, mas de forma que "a cabeça pense onde o pé pisa". Por conta disso, a redução sociológica exige também um desprendimento de análises fragmentadas da realidade social. Ela compreende que os objetos científicos analisados partem de uma ligação profunda com o contexto social a qual são

produzidos. Portanto, exige pensar sobre a sociedade que produziu o objeto científico tanto quanto sobre a sociedade que está importando tal objeto. Para Ramos, a nação era a demarcação concreta dessas sociedades, mas de maneira alguma a única.

Por fim, investigações posteriores poderiam examinar estudos de caso concretos, como os impactos sociais e econômicos de projetos de ciência cidadã em comunidades, a efetividade de acordos internacionais negociados para proteção de dados e recursos naturais, ou ainda analisar a construção de infraestrutura descentralizada baseada em tecnologias *open source*. Assim, espera-se que contribuir para uma CA que realmente atenda às necessidades locais, promovendo um desenvolvimento justo e sustentável.

**Financiamento**

A pesquisa é apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2024/09243-8, como parte do Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão em Neuromatemática (CEPID NeuroMat), projeto 2013/07699-0.

**Declaração sobre o uso de IA**

O autor declara não ter utilizado nenhuma ferramenta de inteligência artificial durante a elaboração deste artigo.



**Referências bibliográficas**

Abadal, Ernest & Anglada, Lluís (2020). Ciencia abierta: cómo han evolucionado la denominación y el concepto. Anales de Documentación, 23(1), 1-11. DOI: https://doi.org/10.6018/analesdoc.378171.

Aguado-López, Eduardo & Vargas Arbeláez, Esther Juliana (2016). Reapropiación del conocimiento y descolonización: el acceso abierto como proceso de acción política del sur. Revista Colombiana de Sociología, 39(2), 69-88. DOI: https://doi.org/10.15446/rcs.v39n2.58966.

Aguirre-Liguera, Natalia, Fontans-Álvarez, Exequiel, Maldini, Juan & Lucas, Elaine Rosangela de Oliveira (2023). Cenário da produção científica latino-americana sobre ciência aberta. XXIII Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação. Disponível em: https://ancib.org/enancib/index.php/enancib/xxxiiienancib/paper/view/1794.

Albagli, Sarita (2015). Ciência aberta em questão. Em Sarita Albagli, Maria Lucia Maciel & Alexandre Hannud Abdo (Orgs.), Ciência aberta, questões abertas (9-25).

Brasília & Rio de Janeiro: IBICT & Unirio. DOI: https://doi.org/10.18225/978-85-7013-109-6.9-25.

Albagli, Sarita, Clinio, Anne & Raychtock, Sabryna (2014). Ciência Aberta: correntes interpretativas e tipos de ação. Liinc em Revista, 10(2). DOI: https://doi.org/10.18617/liinc.v10i2.749.

Babini, Dominique & Rovelli, Laura (2020). Tendencias recientes en las políticas científicas de ciencia abierta y acceso abierto en Iberoamérica. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. DOI: https://doi.org/10.2307/j.ctv1gm02tq.

Bariani, Edson (2015). Certidão de nascimento: a redução sociológica em seu contexto de publicação. Caderno CRH, 28(73), 15-25. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-49792015000100002.

Beigel, Fernanda (2022). El proyecto de ciencia abierta en un mundo desigual. Relaciones Internacionales, 50, 163-181. DOI: https://doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2022.50.008.

Bergue, Sandro Trescastro & Klering, Luis Roque (2010). A redução sociológica no processo de transposição de tecnologias gerenciais. Organizações & Sociedade, 17(52), 137-155. DOI: https://doi.org/10.1590/S1984-92302010000100008.

Caballero-Rivero, Alejandro, Sánchez-Tarragó, Nancy & Santos, Raimundo (2019). Práticas de Ciência Aberta da comunidade acadêmica brasileira: estudo a partir da produção científica. Transinformação, 31, e190029. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0889201931e190029.

Capelari, Mauro Guilherme Maidana, Afonso, Yedda & Gonçalves, Andréa de Oliveira (2014). Alberto Guerreiro Ramos: Contribuições da redução sociológica para o campo científico da administração pública no Brasil. Revista de Administração Mackenzie, 15, 98-121. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-69712014/administracao.v15n6p98-121.

Chan, Leslie, Okune, Angela & Sambuli, Nanjira (2015). What is open and collaborative science and what roles could it play in development? Em Sarita Albagli, Maria Lucia Maciel & Alexandre Hannud Abdo (Orgs.), Open Science, open issues (87-112). Brasília & Rio de Janeiro: IBICT & Unirio. Disponível em: http://hdl.handle.net/1807/69838.

Clinio, Anne (2019). Ciência Aberta na América Latina: duas perspectivas em disputa. Transinformação, 31, e190028. DOI: https://doi.org/10.1590/238180889201931e190028.

Comisión Europea (2016). Directorate General for Research and Innovation. Open innovation, open science, open to the world: a vision for Europe. Publications Office. DOI: http://www.doi.org/10.2777/061652.

Couto Corrêa da Silva, Fabiano, Stueber, Ketlen & Carvalho-Segundo, Washington R. de (2025). Ciência Aberta no Brasil: conquistas e desafios. Porto Alegre & São Paulo: Editora Letra1 & SciELO. DOI: https://doi.org/10.5281/ZENODO.15149338.

Cristina-Silva, Luana & Faria, Leandro (2024). Patenteamento e a Flora Endêmica no Bioma Amazônico. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, 10(esp. 1), e1003207–e1003207. Disponível em: https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/207.

Delfanti, Alessandro (2013). Biohackers: The Politics of Open Science. Londres: Pluto Press.

De Oliveira, Thaiane Moreira *et al.* (2021). Towards an Inclusive Agenda of Open Science for Communication Research: A Latin American approach. Journal of Communication, 71(5), 785-802. DOI: https://doi.org/10.1093/joc/jqab025.

Dutta, Mohan *et al.* (2021). Decolonizing Open Science: Southern Interventions. Journal of Communication, 71(5), 803-826. DOI: https://doi.org/10.1093/joc/jqab027.

Fecher, Benedikt & Friesike, Sascha (2013). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. SSRN Scholarly Paper No. 2272036. DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.2272036.

Ferpozzi, Hugo (2017). What Is at Stake? Public Participation and the Co-Production of Open Scientific Knowledge. Em Expanding Perspectives on Open Science: Communities, Cultures and Diversity in Concepts and Practices (257-268). IOS Press. DOI: https://doi.org/10.3233/978-1-61499-769-6-257.



Filgueiras, Fernando de Barros (2012). Guerreiro Ramos, a redução sociológica e o imaginário pós-colonial. Caderno CRH, 25, 347-363. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-49792012000200011.

Gibon, Camila de Azevedo, Neubert, Patricia da Silva & Dias, Thiago Magela Rodrigues (2024). As publicações que analisam a produção científica sobre Ciência Aberta na América Latina: um levantamento bibliográfico. Revista Interamericana de Bibliotecología, 47(3). DOI: https://doi.org/10.17533/udea.rib.v47n3e356121.

Heinz, Michele & Miranda, Angelica (2024). Ciência Aberta: argumentos e desafios para sua legitimação científica. Questão, 30, e-135618. DOI: https://doi.org/10.1590/1808-5245.30.135618.

Henning, Patricia Corrêa *et al.* (2019). GO FAIR e os princípios FAIR: o que representam para a expansão dos dados de pesquisa no âmbito da Ciência Aberta. Questão, 389-412. DOI: https://doi.org/10.19132/1808-5245252.389-412.

Jin, Haiyang *et al.* (2023). The Chinese Open Science Network (COSN): Building an Open Science Community From Scratch. Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 6(1). DOI: https://doi.org/10.1177/25152459221144986.

Kreimer, Pablo (2006). ¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. Nómadas. Recuperado de: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53503.

Leite, Júlio Cesar do Prado (1983). Guerreiro Ramos e a importância do conceito da redução sociológica no desenvolvimento brasileiro. Revista de Administração Pública, 17(1), 77 a 83. Recuperado de: https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/11295.

Marx, Karl (2008). Contribuição à crítica da economia política. São Paulo: Expressão Popular.

Mirowski, Philip (2018). The future(s) of open science. Social Studies of Science, 48(2), 171-203. DOI: https://doi.org/10.1177/0306312718772086.

Mwelwa, Joseph, Boulton, Geoffrey, Wafula, Joseph Muliaro & Loucoubar, Cheikh (2020). Developing Open Science in Africa: Barriers, Solutions and Opportunities. Data Science Journal, 19(1). DOI: https://doi.org/10.5334/dsj-2020-031.

Neylon, Cameron. (2019). Research excellence is a neo-colonial agenda (and what might be done about it). Em Erika Kraemer-Mbula, Robert Tijssen, Matthew Wallace & Robert McLean (Orgs), Transforming Research Excellence. Cape Town: African Minds.

OCDE (2011). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011. París: OCDE. DOI: https://doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2011-en.

Okune, Angela *et al.* (2018). Whose Infrastructure? Towards Inclusive and Collaborative Knowledge Infrastructures in Open Science. 22nd International Conference on Electronic Publishing. DOI: https://doi.org/10.4000/proceedings.elpub.2018.31.

Ramos, Guerreiro (2024). A redução sociológica. São Paulo: Editora Ubu.

Ross-Hellauer, Tony *et al.* (2022). Dynamics of cumulative advantage and threats to equity in open science: a scoping review. Royal Society Open Science, 9(1), 211032. DOI: https://doi.org/10.1098/rsos.211032.

Sánchez-Tarragó, Nancy (2020). Ciência aberta e acesso aberto para o Sul: perspectivas críticas e desafios. Em Luciana de Alburquerque Moreira, Jacqueline Aparecida de Souza & Gabrielle Francinne Tanus (Orgs.). Informação na Sociedade Contemporânea. Florianópolis: Rocha Gráfica e Editora (Selo Nyota). Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/31021.

Santos, Celise Villa dos & Silva, Fábio Mascarenhas (2023). Tecnologias e produtos decorrentes do acesso ao patrimônio genético brasileiro e aos conhecimentos

tradicionais associados: estudo dos recursos informacionais relativos à Mata Atlântica. Questão, 29, e-130145. DOI: https://doi.org/10.1590/1808-5245.29.130145.

Santos, Celise Villa dos, Silva, Fábio Mascarenhas & Faria, Leandro Innocentini Lopes de (2023). The Brazilian Atlantic Forest genetic resources in patents and the challenges to control the economic use of biodiversity. World Patent Information, 74, 102218. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wpi.2023.102218.

Santos, Jean Carlos Ferreira dos (2019). A ciência aberta e suas (re)configurações: políticas, infraestruturas e prática científica [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1083089.

Scheliga, Kaja & Friesike, Sascha (2014). Putting open science into practice: A social dilemma? First Monday, 19(9). DOI: https://doi.org/10.5210/fm.v19i9.5381.

Silva, Fabiano Couto Corrêa da & Silveira, Lúcia da (2019). O ecossistema da Ciência Aberta. Transinformação, 31, e190001. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0889201931e190001.

Silveira, Lúcia da *et al.* (2023). Taxonomia da Ciência Aberta: revisada e ampliada. Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, 28, 1-22. DOI: https://doi.org/10.5007/1518-2924.2023.e91712.

Tsipouri, Lena *et al.* (2025). The Economic Impact of Open Science: A Scoping Review. MetaArXiv. DOI: https://doi.org/10.31222/osf.io/kqse5_v1.

UNESCO (2021). Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta. DOI: https://doi.org/10.54677/XFFX3334.

Vicente-Saez, Rubens & Martinez-Fuentes, Clara. (2018). Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. Journal of Business Research, 88, 428-436. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043.

10.35362/issn.1850-0013-892

# La Agencia I+D+i de Argentina. Evolución institucional, ejecución presupuestaria e instrumentos de promoción orientada (1996-2023) *

# A Agência de promoção de CTI da Argentina. Evolução institucional, execução orçamentária e instrumentos de promoção direcionados (1996-2023)

# *The Argentine STI Promotion Agency. Institutional Evolution, Budget Execution and Targeted Promotion Instruments (1996-2023)*

**Andrés Carbel** **



En este artículo se observa la evolución institucional de la Agencia I+D+i de Argentina, la ejecución de su presupuesto y los instrumentos de promoción orientada que gestionó. Estos tres elementos permiten sopesar cuidadosamente la relación entre los desafíos de política pública asumidos como propios y la acción estatal efectivamente implementada. Primero se reconstruye el marco histórico en el cual se creó la Agencia y las principales transformaciones institucionales que atravesó, para llegar a establecer etapas e hitos institucionales a lo largo de las últimas tres décadas. Luego se analiza la ejecución presupuestaria en relación con la matriz de gastos de la Función Ciencia y Técnica del presupuesto nacional para rastrear algunos rasgos distintivos de la Agencia, como su especial relevancia en las transferencias a otros organismos y la gestión del financiamiento externo. Finalmente, se analiza la evolución de los instrumentos de promoción desplegados entre 2008 y 2023, con especial atención a los instrumentos orientados gestionados al interior del FONARSEC.

**Palabras clave:** políticas de ciencia y tecnología; promoción orientada; análisis del gasto; políticas de I+D; instrumentos operativos

* Recepción del artículo: 02/05/2025. Entrega del dictamen: 07/07/2025. Recepción del artículo final: 28/07/2025.

** Doctor en ciencias sociales y humanas por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Licenciado y profesor en filosofía, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Integra el comité editorial de la revista Ciencia, Tecnología y Política, la Cátedra Libre "Ciencia, Política y Sociedad. Contribuciones a un pensamiento latinoamericano" y la Red de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Sociedad (Red PLACTS). Correo electrónico: andrescarbel@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2621-1116.

Este artigo se concentra na evolução institucional da Agência P&D&I da Argentina, na execução de seu orçamento e nos instrumentos de promoção direcionados que ela administrou. Esses três elementos nos permitem avaliar cuidadosamente a relação entre os desafios de política pública assumidos como próprios e a ação estatal realmente implementada. Em primeiro lugar, o quadro histórico em que a Agência foi criada e as principais transformações institucionais pelas quais passou são reconstruídos, a fim de estabelecer estágios e marcos institucionais nas últimas três décadas. Em seguida, analisa-se a execução orçamentária em relação à matriz de despesas da Função Ciência e Tecnologia do orçamento nacional, a fim de traçar algumas das características distintivas da Agência, como sua relevância especial nas transferências para outros órgãos e a gestão de financiamento externo. Por fim, é analisada a evolução dos instrumentos de promoção utilizados entre 2008 e 2023, com atenção especial para os instrumentos direcionados gerenciados no FONARSEC.

**Palavras-chave:** políticas de ciência e tecnologia; promoção direcionada; análise de gastos; políticas de P&D; instrumentos operacionais

*This article focuses on the institutional evolution of Argentina's R&D&I Agency, the execution of its budget and the targeted promotion instruments it managed. These three elements allow us to carefully weigh the relationship between the public policy challenges assumed as its own and the State action effectively implemented. Firstly, the historical framework in which the Agency was created and the main institutional transformations it underwent are reconstructed to establish institutional stages and milestones over the last three decades. Secondly, budget execution is analyzed in relation to the expenditure matrix of the Science and Technology Function of the national budget to trace some distinctive features of the Agency, such as its special relevance in transfers to other organizations and management of external financing. Finally, the evolution of the promotion instruments deployed between 2008 and 2023 is analyzed, with special attention to the targeted instruments managed within FONARSEC.*



***Keywords:*** *science and technology policies; targeted promotion; expenditure analysis; R&D policies; operational instruments*

## Introducción

Este artículo comenzaba señalando que Argentina cuenta, desde hace casi treinta años, con un organismo reconocido internacionalmente como promotor de actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación: la Agencia I+D+i. A pesar de no contar con cuantiosos recursos, ocupaba un rol determinante dentro del complejo CTI nacional. Sin embargo, la institución vive por estos días una situación acuciante, que pone en riesgo todas las capacidades de gestión construidas a lo largo de tres décadas bajo administraciones de distinto signo político. Debemos entonces empezar por al menos mencionar que el país atraviesa un cientificido, al cual la Agencia I+D+i no permanece en absoluto ajena. Hablamos de un fenómeno político por el cual factores de poder, normalmente representados o articulados en el gobierno de un país, atentan deliberada y sistemáticamente contra el sistema de producción de conocimiento científico-tecnológico con el objetivo de reducir o eliminar las capacidades adquiridas y cuyas consecuencias en el largo plazo aún no se puede determinar con exactitud (Liaudat & Bilmes, 2024).

Este trabajo no se propone describir ese fenómeno. Aquí se reflexionará sobre la experiencia colectiva sedimentada en una institución pública CTI durante el período 1996-2023. En la medida en que la inversión en este sector puede impactar de forma positiva y decisiva sobre el desarrollo económico, productivo y social de un país (Bernat, 2023; Cimoli, Dosi, Nelson & Stiglitz, 2006), resulta relevante mirar con atención a la Agencia, incluso y más aún en un momento como este.



Desde 1996 hasta 2020, el organismo se denominó Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). A partir de 2020, se renombró como Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i). A lo largo del artículo, se reserva “ANPCyT” para el período 1996-2019, “Agencia I+D+i” para 2020-2023 y cuando se refiera a la institución en general, se dirá, sencillamente, “Agencia”.

El artículo atiende, fundamentalmente, a la evolución institucional de la Agencia, la ejecución de su presupuesto y los instrumentos de promoción orientada que gestionó. Estos tres elementos permiten sopesar cuidadosamente la relación entre los desafíos de política pública asumidos como propios y la acción estatal efectivamente implementada. Particularmente, en este caso, para un organismo estatal que se propuso impactar sobre la agenda de innovación productiva. El abordaje repara en la orientación de las políticas CTI, lo cual emerge como prioridad especialmente durante los últimos quince años. Se realiza desde una perspectiva que recoge aportes tanto de la sociología política como de los estudios de política científica, y no de forma privilegiada de los estudios económicos sobre innovación, como sucede en otros trabajos que abordan la cuestión, como el ya clásico libro coordinado por Porta y Lugones (2011).

La primera sección presenta el encuadre teórico y metodológico del artículo. La segunda reconstruye el marco histórico en el cual se creó la Agencia y las principales transformaciones institucionales que atravesó. En tercer lugar, se analiza la ejecución presupuestaria en relación con la matriz de gastos de la Función Ciencia y Técnica del presupuesto nacional para rastrear algunos rasgos distintivos de la Agencia. En la cuarta sección se analiza la

evolución de los instrumentos de promoción desplegados durante los últimos quince años (2008-2023), con especial atención a los instrumentos orientados. Hacia el final, se realiza una reflexión que integra conclusiones y cuestiones a seguir indagando.

## Encuadre teórico y metodológico

Para analizar la acción estatal resulta fundamental dar cuenta de la forma en que se definen los problemas públicos (Gusfield, 2014), la agenda y el posicionamiento que cada actor tome ante ellos, así como las alianzas y los recursos que movilice para resolverlos. La mejor manera de hacerlo es a través del despliegue efectivo de las políticas, ya que su materialidad permite reconocer el camino de resolución adoptado, que siempre involucra una orientación normativa y busca intervenir para regular las relaciones entre los distintos sectores y la sociedad (Muller, 2002).

Pero dar cuenta de la acción estatal en su despliegue no resulta sencillo. Es necesario mostrar una dinámica en relación con "el proceso social tejido alrededor del surgimiento, tratamiento y resolución de cuestiones ante las que el estado y otros actores adoptan políticas" (Oszlak & O'Donnell, 1995, pp. 6-7). Las políticas públicas consideradas en conjunto, sucesivas o simultáneas, no suelen ser unívocas, homogéneas ni permanentes. Por ello resulta relevante formular hipótesis generales y establecer lineamientos para indagar en la calidad de la intervención estatal, y no solo reparar en la cantidad de recursos invertidos o en la orientación de su accionar (Castellani & Llanpart, 2012).



En esa dirección, este artículo considera materiales diversos que permiten integrar información detallada y variada en una base de datos. Este paso resulta decisivo para alcanzar una mirada de amplio alcance de las políticas implementadas, de forma tal que permita ponderar esfuerzos realizados y apuestas estratégicas. Además de recorrer bibliografía especializada, se realiza un análisis pormenorizado de la información provista por el Ministerio de Economía de la Nación en el portal Presupuesto Abierto.[1] Los datos anuales de las partidas de ejecución presupuestaria, publicados en valores nominales, se integran a un *dataset* (conjunto de datos), donde se deflactan los montos para obtener valores en pesos constantes. Estos permiten analizar y comparar inversión real durante un período signado por tasas de inflación significativas. Un ejercicio de consolidación similar se realizó con los informes de adjudicación, que la Agencia publica desde 2011.[2] En esa base se consignó año, fondo e instrumento adjudicado, para luego clasificarlos en instrumentos orientados y no orientados.

[1] Más información en: www.presupuestoabierto.gob.ar.

[2] Como bien lo desarrolla el trabajo de Aristimuño (2023), existen numerosas opciones para deflactar a valores reales los montos nominales de las partidas presupuestarias anuales. La ponderación escogida prioriza el valor real de los pesos invertidos en la economía doméstica, al deflactar las partidas según el índice de precios implícitos (IPI) elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Se toma el IPI de Producto Bruto Interno (PBI), que establece la relación entre sus valores nominales y reales. Para el análisis de las partidas de ejecución presupuestaria y de las adjudicaciones financieras realizadas por la Agencia, se estableció como año base de la serie a 2008. Para más detalles sobre la metodología empleada para el análisis presupuestario y su sustento teórico, véase: Carbel (2024).

Esta clasificación no resulta trivial. La tensión entre políticas horizontales y orientadas es consustancial al desarrollo de las políticas científico-tecnológicas nacionales desde su surgimiento. En un primer momento, las instituciones creadas en las décadas del 50 y 60 se orientaron mayormente a consolidar y profesionalizar la investigación por fuera de las universidades —como el CONICET y sus institutos— y a realizar desarrollos enfocados en prioridades militares y el desarrollo económico —como la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria o el Instituto Nacional de Tecnología Industrial— (Berkeman, 2016). Esto dio por resultado un complejo sectorial heterogéneo y fragmentado, que se consolidó como un conjunto dual, donde los institutos tecnológicos vinculados al tema atómico, industrial y agrario se aislaron del resto de la política científica nacional, donde predominó la impronta del CONICET. El artículo tematiza una segunda "oleada" de políticas porque estas, inspiradas por un enfoque sistémico, se montan sobre un conjunto de políticas ya establecidas (la "primera ola"), sin suplantar ni redireccionar los instrumentos preexistentes, sino a partir de una expansión del gasto y los objetivos propuestos. La ANPCyT surgió inspirada por ese enfoque, aunque no por ello se abocó exclusivamente a la gestión de instrumentos orientados.

Las políticas basadas en enfoques sistémicos pueden considerarse entonces parte de una segunda oleada de políticas CTI, focalizadas en sectores y tecnologías de interés especial (Carrizo, 2019). Sin embargo, así como en los países centrales la política CTI evolucionó rápidamente hacia iniciativas focalizadas, particularmente aquellas comúnmente denominadas como orientadas a misiones (*mission-oriented*), en América Latina "primó una lógica académica basada en la oferta de conocimientos que alimentó la promoción sistémica de políticas horizontales" (Carrizo, 2020, pp. 63-64). Distintos términos pueden utilizarse para describir los instrumentos de esta segunda oleada: prioritario, estratégico, focalizado, orientado por misión, social o inclusivo.[3] Todos estos términos aluden a una tendencia general que acompaña a las políticas CTI desde su surgimiento, pero que en los últimos años ganó impulso. Esa tendencia, que funciona como revés de la construcción de una infraestructura general para la realización de ciencia y tecnología, es de especial interés a los fines de este trabajo.



La noción de "promoción orientada" funciona como concepto genérico, que incluye todas esas definiciones. En esta noción se reúne un amplio conjunto de iniciativas que entienden a la ciencia y la tecnología como un medio para otras metas, sociales o económicas. En ese sentido, prevalecen referencias al impacto social y productivo, asociados siempre a una idea sustantiva de desarrollo, contraria a la adjetivación supuesta en el sintagma "desarrollo científico-tecnológico". El desarrollo científico-tecnológico es, para este repertorio de políticas, una meta deseable solo si colabora a cumplir otros desafíos o propósitos más amplios.

[3] Para un análisis pormenorizado de estas nociones, véase: Sarthou & Loray (2021).

**Panorama histórico y transformaciones institucionales (1996-2023)**

El recorrido institucional de la Agencia está marcado por un conjunto de hitos significativos: su creación en 1996, donde se definieron las características generales de este organismo de promoción, con instrumentos para la comunidad científica y el sector empresarial; el despliegue de fondos destinados a la promoción orientada como el FONSOFT en 2004 y el FONARSEC en 2008; y la descentralización administrativa realizada en 2020.

El segundo gobierno de Carlos Menem, iniciado en 1995, constituyó el momento de reconfiguración de la gobernanza científico-tecnológica más relevante desde el retorno democrático, caracterizado como una "modernización burocrática" (Albornoz & Gordon, 2011). El equipo encabezado por Carlos del Bello asumió la conducción de la Secretaría de Ciencia y Tecnología y desde allí lideró una agenda de transformaciones significativas para la dinámica institucional del sector. Sus puntos destacados fueron la creación de la ANPCyT y la constitución de organismos de coordinación del complejo científico-tecnológico público, como el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT), el Gabinete Científico y Tecnológico y la Comisión de Gestión Interinstitucional de Ciencia y Tecnología.

Del Bello había realizado reformas comparables desde la Secretaría de Políticas Universitarias. Lo hizo con apoyo del primer programa que el Banco Mundial financió en la región para la reforma de un sistema de educación superior. Entre las medidas implementadas destacaron el Programa de Incentivos a Docentes Investigadores, "primer procedimiento de asignación salarial por mecanismos competitivos" (Albornoz & Gordon, 2011, p. 20), y la sanción de la Ley de Educación Superior, que introdujo a la evaluación externa como nuevo eje de la política universitaria.



La llegada de Del Bello y su equipo a la SECyT en julio de 1996 incorporó a la teoría económica evolucionista como marco teórico de las políticas de ciencia y tecnología, y puso en el centro al concepto de "innovación", enmarcado en el paradigma de "ciencia como oportunidad estratégica" (Velho, 2011). El estímulo a la innovación contó con antecedentes, como las políticas de transferencia tecnológica dentro de CONICET implementadas durante el gobierno de Raúl Alfonsín o la sanción de la Ley 23.877 de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica en 1990, pero será a partir de este momento que se vuelva una prioridad en la agenda sectorial.

Los nuevos lineamientos añadieron al sector empresarial como destinatario de las políticas CTI, de modo que el sector académico dejó de ser su beneficiario exclusivo, y plantearon el desafío de involucrarse en direccionar y articular el proceso de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación para impactar sobre las necesidades del sector productivo (Albornoz, 2007). Esa orientación, sin embargo, se aplicó con preeminencia de políticas horizontales y en un contexto de privatización de empresas públicas y retracción del Estado nacional de las áreas de planificación y regulación económica (Angelelli, 2011; Cao & Vaca, 2021; Porta & Lugones, 2011). El modelo implementado buscó reemplazar el ofertismo científico (*science push*) por un modelo traccionado por la demanda (*demand pull*). Así, planteaba que el mercado y las empresas sean los impulsores del desarrollo, y "el foco de la política era concebir

incentivos para que los investigadores se dedicaran a problemas relevantes para el sector productivo" (Velho, 2011, p. 7).

Durante la década del 90, la ANPCyT desplazó a CONICET de la ejecución de los fondos aportados por organismos internacionales de crédito, que mayormente se dirigían a promoción científico-tecnológica. Inicialmente hubo una competencia por el financiamiento entre los dos organismos y disputas por solapamiento de funciones (Bekerman, 2016).[4] Pero a la larga, y en línea con las recomendaciones de organismos internacionales como UNESCO, las funciones de las tres principales instituciones de gobernanza del sector se delimitaron con claridad: SECyT se abocó a la planificación y coordinación del sector, ANPCyT a la promoción, y CONICET pasó a ser el principal organismo ejecutor, junto a las universidades nacionales, relegando las tareas de promoción asumidas hasta ese momento.

Albornoz y Gordon (2011) señalan que la irrupción de la innovación en las políticas nacionales del sector tuvo las características de un impulso mimético, que caracteriza al desarrollo institucional en materia de ciencia y tecnología de los países subdesarrollados. La adopción acrítica de nociones como "sistema nacional de innovación" hizo propio el diagnóstico y las pautas de acción elaboradas por los bancos globales de desarrollo, lo que produjo una política de innovación desvinculada de las políticas industriales.

La ANPCyT fue moldeada al calor de las negociaciones con los organismos de crédito como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Aristimuño & Lugones, 2019). Su creación significó a la vez un paso adelante en la profesionalización de una burocracia estatal para la gestión de fondos de promoción y el afianzamiento de una lógica de financiamiento mediante mecanismos competitivos que detectaran oportunidades por criterios de excelencia.



Inicialmente contó con dos estructuras de gestión de financiamiento: el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), enfocado en la promoción de I+D dentro de las empresas, y el Fondo Nacional para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), destinado al campo académico. El primero absorbió los créditos destinados a proyectos de modernización y desarrollo tecnológico establecidos por la Ley 23.877 de 1990 y un fondo hasta entonces administrado por el Ministerio de Economía y de Obras y Servicios Públicos (Albornoz, 2007). El segundo absorbió fondos internacionales ejecutados por SECyT y CONICET, y contó con recursos para la investigación pura y aplicada, así como a la investigación precompetitiva de interés empresario (Albornoz & Gordon, 2011).

[4] El trabajo de Bekerman también permite mirar con atención el pasaje, al interior de CONICET, desde una matriz de financiamientos institucionales hacia un modelo de promoción que dirigió los fondos a grupos de investigación individuales. La visibilización de una trama de corrupción heredada de la dictadura cívico-militar, con fundaciones privadas como beneficiarias de cuantiosos recursos, incidió en ese desplazamiento del financiamiento promocional hacia grupos e investigadores, antes que a instituciones, el cual aún resulta dominante dentro de las políticas de promoción CTI.

La periodización propuesta por Angelelli (2011), y adoptada por Del Bello (2014), establece cuatro etapas para la Agencia. La primera, fundacional, abarca desde 1996 hasta 2001, y está signada por la absorción de fondos de promoción que permitieron la puesta en marcha del FONTAR y el FONCyT, ampliando el apoyo promocional hacia el empresariado local. En ese momento se consolidó el instrumental básico de los fondos mediante convocatorias periódicas y se avanzó tanto con las capacidades institucionales para gestionarlos como con "la generación de confianza frente a los beneficiarios" (Angelelli, 2011, p. 76).

Entre 2002 y 2005, como señala Angelelli, se abre una segunda etapa de diversificación de instrumentos. El mayor impulso otorgado al área de ciencia y tecnología posibilitó la expansión de los fondos gestionados por la ANPCyT, así como la complejización de su instrumental promocional. En el caso del FONCyT, contempló la compra de equipamiento científico mediano y proyectos en áreas estratégicas, mientras que en el FONTAR se otorgaron aportes no reembolsables (ANR) para apoyar procesos de desarrollo tecnológico.

La principal novedad de la etapa fue la creación del Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del *Software* (FONSOFT) en 2004, a partir de la sanción de la Ley de Promoción de la Industria del *Software* (Ley N° 25.922), que también dispuso un régimen especial que permitió a las empresas comprendidas obtener deducciones y estabilidad impositiva. Los mecanismos de promoción comprendidos por dicha ley fueron parte de una política de promoción productiva más amplia.



Para Moncaut, Baum y Robert (2022), el propósito era convertir al país en un actor relevante con participación subordinada en el mercado mundial de *software*, y consideran que el objetivo puede considerarse cumplido. Como muestran Barletta, Pereira y Yoguel (2014), al iniciar el siglo XXI el sector presentaba un sendero evolutivo limitado, que contrasta con el resultado alcanzado quince años después. Si el panorama general hacia 2014 mostraba un crecimiento del sector en empleo y número de empresas ampliamente reconocido, la investigación de Barletta *et al.* demuestra que las empresas beneficiarias de los programas de apoyo público desarrollaron una conducta innovadora más dinámica, factor que suele ser subestimado. Los programas públicos propiciaron mayor gasto en I+D y mayor disposición en quienes los recibieron para innovar en productos y servicios, lo cual redundó en mejor desempeño en mercados internacionales.

En este marco, el rol asumido por la ANPCyT como gestora de los fondos de apoyo sectorial entre 2004 y 2019 fue relevante. Sin embargo, la Ley de Economía del Conocimiento, que amplió los beneficios impositivos a muchos otros sectores intensivos en conocimiento, disolvió el FONSOFT y transfirió el financiamiento al Fondo para el Desarrollo del Capital Emprendedor, gestionado por el Ministerio de Producción.

Ahora bien, la principal novedad en el campo de la promoción CTI orientada se dio con la creación de los Fondos Sectoriales. En el marco de las negociaciones de un nuevo préstamo con el BID, en 2007 el organismo sugirió la creación de una estructura burocrática para administrar los fondos externos que surgían del enfoque plasmado

en los nuevos acuerdos (Carrizo, 2020; Loray, 2018). En este marco, e incorporando financiamientos en ejecución del Banco Mundial, la ANPCyT creó el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC).

Si bien el FONARSEC ejecutó recursos significativos, su estabilidad estuvo sometida a los ciclos de financiamiento externo. Tanto el fondo como sus instrumentos tuvieron un lugar destacado dentro de la promoción CTI desde 2009 hasta 2015, como lo refleja el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2020 "Argentina Innovadora" [PNCTI 2020] (MINCyT, 2012). La estrategia de focalización del período 2007-2015 ponderó una modalidad sistémica de impulso a la innovación, con esfuerzos por identificar "núcleos socio-productivos de alto impacto económico y social" (MINCyT, 2012, p. 38).

Entre los mecanismos de participación estuvieron las mesas transversales, tanto sectoriales como de tecnologías de propósito general (TPG). Las primeras reunieron a funcionarios, expertos y miembros de los sectores productivos seleccionados: agroindustria, ambiente y desarrollo sustentable, desarrollo social, energía, salud e industria. Las TPG, por su parte, congregaron a expertos en biotecnología, nanotecnología y tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Estos dos componentes se combinaron y dieron lugar a 34 núcleos socioproductivos estratégicos (NSPE) como unidad de focalización de recursos articulados a través de tres dimensiones: tecnologías, sectores y territorios. El modo en que se identificó a esos sectores y nichos tecnológicos estratégicos —definidos previamente en diálogo y negociación con los organismos de crédito internacional— permite preguntarse, como hace Carrizo (2020), si se sopesaron adecuadamente las apuestas para una inserción nacional estratégica o primó nuevamente el "impulso mimético" del que hablaban Albornoz y Gordon.



La puesta en marcha del FONARSEC fue precedida por la creación en 2007 del Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT). Este se trazó una agenda con tres desafíos, que se pueden considerar como problemas públicos definidos, formalmente, a través de los discursos presidenciales y competencias establecidas en la Ley de Ministerios.[5] El primero de esos desafíos fue impulsar el desarrollo tecnológico a través de fondos sectoriales, buscando de este modo orientar las actividades CTI a la resolución de demandas sociales y el incremento de la competitividad del sector productivo. El segundo, la coordinación y articulación del complejo científico-tecnológico nacional, y el tercero la coordinación de la cooperación y convenios internacionales de ciencia y tecnología. La titularidad del primer desafío, asignada al MINCyT, fue en buena medida delegada por éste a la ANPCyT, que desarrolló una batería de nuevos instrumentos operativos que buscaron superar las tradicionales políticas basadas en el "modelo lineal de innovación".

[5] Si bien la identificación de estos tres desafíos es una interpretación propia, para un análisis pormenorizado de las competencias establecidas por la Ley de Ministerios y la agenda propuesta al MINCyT a través de los discursos presidenciales se puede consultar a Castaño (2019).

Angelelli identifica una tercera etapa de innovación asociativa (2007-2009), y una cuarta de impulso a sectores y áreas estratégicas (2010-2011). A la luz de los acontecimientos posteriores, se puede más bien considerar al período 2007-2015 como una única etapa signada por el impulso a la promoción orientada, en cuyo marco el fondo destacado fue FONARSEC, con la puesta en marcha de ambiciosos proyectos asociativos como los Fondos Sectoriales.

Extendiendo la periodización, en 2016-2019 se abre un período de crisis del financiamiento y normal funcionamiento de la Agencia. Como señala Aliaga (2019), la demora en el pago de subsidios y la pérdida de valor de la moneda nacional impactó en el funcionamiento del complejo científico-tecnológico, y el presupuesto de la Agencia durante este período sufrió recortes, especialmente en la parte financiada por el tesoro nacional. Como señala Aristimuño (2023), en general se aprecia una menor variación de las remuneraciones salariales en los períodos de crisis económica como el abierto en 2018, mientras que organismos como la Agencia son más sensibles a las políticas de ajuste. Por otra parte, en este período es difícil reconocer una orientación o prioridades claras para la política de promoción. Como señala Hurtado (Bilmes, Carbel & Liaudat, 2022), en vez de elaborar una planificación concertada, el directorio de la Agencia estableció sectores estratégicos de forma discrecional.

Por su parte, en 2020-2023 tenemos una nueva expansión de fondos e instrumental, y mayor autonomía del organismo respecto a las líneas establecidas por el MINCyT. A pesar del crecimiento, el financiamiento total del período se encuentra por detrás del total de 2016-2019, siendo un dato destacado la aceleración de la inflación y consecuente pérdida de poder adquisitivo de los fondos adjudicados. La agenda de innovación productiva durante este período redujo su centralidad, abriendo paso a una agenda de innovación destinada a la resolución de problemáticas sociales, donde se destacaron las acciones de combate al COVID-19.



Dentro de esta última etapa se destaca la descentralización administrativa realizada en 2020, que fue un nuevo parteaguas para el devenir institucional de la ANPCyT. A través del pasaje de “organismo desconcentrado” a “organismo descentralizado” la Agencia adquirió mayor rango jerárquico, lo que implica autarquía administrativa, funcional y financiera. Permitió, por ejemplo, gestionar sus fondos de forma autónoma. Además, si antes el titular de la Agencia era nombrado por el MINCyT y su cargo equivalía al de un subsecretario de Estado, a partir de 2020 es nombrado por el Poder Ejecutivo Nacional, a propuesta del MINCyT, y adquiere rango de secretario de Estado.

El panorama realizado permite establecer la matriz institucional de la Agencia y periodizar sus etapas institucionales, las cuales se sintetizan en la **Tabla 1**. Quedan también delineadas las principales características de sus fondos, el momento en que se crearon y la impronta específica de cada uno de ellos, fuertemente relacionada con el contexto más amplio de políticas sectoriales en que se gestaron.

**Tabla 1. Etapas institucionales de la agencia (1996-2023)**

<table>
<tr><th>Periodización propuesta por Angelelli (2011)</th><th>Periodización propia</th><th>Hitos</th></tr>
<tr><td colspan="2">Fundacional (1996-2001)</td><td>Creación de la ANPCyT (1996)</td></tr>
<tr><td>Diversificación de instrumentos (2002-2005)</td><td>Expansión (2002-2006)</td><td>Creación FONSOFT (2004)</td></tr>
<tr><td>Innovación asociativa (2006-2009)</td><td rowspan="3">Impulso a la promoción orientada (2007-2015)</td><td rowspan="3">Creación FONARSEC (2008)</td></tr>
<tr><td>Sectores y áreas estratégicas (2010-2011)</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td>Crisis del financiamiento (2016-2019)</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Autonomía (2020-2023)</td><td>Agencia I+D+i: Descentralización (2020)</td></tr>
</table>

Fuente: elaboración propia.



**Ejecución presupuestaria: Función Ciencia y Técnica y Agencia**

A continuación, se presenta algunas características generales reconocibles en la inversión CTI dentro de la Agencia. Para ello, previamente se señala la importancia de indagar los patrones de gasto como un modo de analizar políticas públicas, y los principales rasgos de la inversión CTI ejecutados bajo la Función Ciencia y Técnica del presupuesto nacional.

La mejor idea general sobre la influencia directa o indirecta de la que probablemente disponga un área estatal la ofrece el estudio de sus recursos económicos o financieros (Castellani & Llanpart, 2012). Sería un error suponer que la política pública se hace solo con dinero, pero "la disponibilidad de recursos financieros por parte de una organización pública representa una dotación inestimable de capacidad estatal" (Bertranou, 2015, p. 50). Las apuestas o la priorización de la agenda estatal pueden también dimensionarse a partir de un análisis de la distribución de esos recursos. El presupuesto en particular constituye una instancia privilegiada de articulación entre lo administrativo y lo político, rasgo constitutivo del accionar estatal. Como señala Sotelo Maciel, "establece el nexo con la función de direccionamiento estratégico del Estado. Es decir que se caracteriza por un doble rol: es un sistema de administración y, a su vez, una herramienta estratégica" (2009, p. 171).

Desde 1969, el gasto público realizado por el Estado nacional en ciencia y tecnología se contabiliza mediante la Función Ciencia y Técnica del presupuesto (Hurtado, 2010, p. 132). Analizando la información de ejecución presupuestaria disponible para el período 1996-2023,[6] se puede extraer algunas conclusiones generales de esta inversión, que se visualizan en el panel del **Gráfico 1**:

1. Es una de las funciones con mayor participación de organismos descentralizados (79% del gasto).
2. Su ejecución está altamente fragmentada. Ninguna institución supera el 30% del gasto total y los organismos reportan a distintos ministerios sectoriales por fuera de las áreas de gestión CTI (INTA, CNEA, INTI, CONAE, ANLIS Malbrán y otros).
3. El gasto en personal es el principal componente de la inversión: 48,1% del total. Si a este se le suma el 7,4% destinado a becas, los gastos en recursos humanos llegan al 55,5%.
4. Los gastos de la Función Ciencia y Técnica se pueden agrupar, a partir de los programas ejecutados por cada institución, en ocho conceptos programáticos.[7] Dado que la categoría programática de los gastos remite a los fines que persiguen las políticas desarrolladas, este análisis permite reconocer las principales áreas de inversión por rubro, que atraviesan de forma transversal a los organismos: i) Formación de Recursos Humanos (33%); ii) Desarrollo Productivo (22%); iii) Actividades centrales y comunes (11%); iv) Financiamiento CyT (11%); v) Energía Nuclear (9%); vi) Actividades espaciales (5%); vii) Plan antártico y defensa (4%); y viii) Otros (5%).

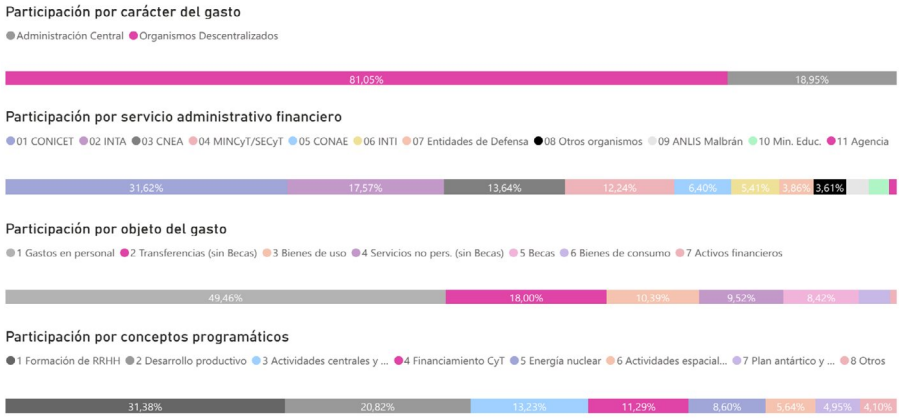


Mientras que el principal concepto programático de inversión es la formación de recursos humanos, el financiamiento de la ciencia y la tecnología aparece en cuarto lugar. Bajo este concepto se contabiliza la mayor parte de los gastos en promoción científico-tecnológica, con algunas partidas provenientes del MINCyT y CONICET, así como la totalidad del presupuesto ejecutado por la Agencia.

[6] Para una discusión más amplia sobre la evolución del presupuesto nacional destinado a ciencia y técnica se puede consultar el ya referido trabajo de Aristimuño (2023), que lo analiza a partir de los presupuestos aprobados por el Congreso Nacional entre 1983 y 2022, y Carbel (2024), donde se analiza la ejecución presupuestaria del sector entre 1995 y 2022.

[7] A partir de 2010, los informes anuales de ejecución físico-financiera realizan esta clasificación de los programas ejecutados dentro de cada función del presupuesto nacional. Desde 2011 hasta 2023, los informes identificaron dentro de la Función Ciencia y Técnica ocho conceptos programáticos. En este análisis tomamos esa clasificación y la extendemos retrospectivamente hasta el inicio de la serie.

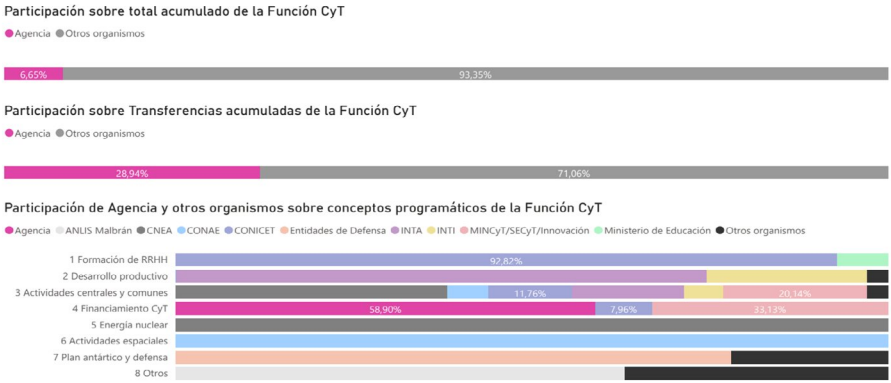
**Gráfico 1. Panel de componentes del gasto en Función Ciencia y Técnica del presupuesto nacional (1996-2023, a valores constantes)**




Fuente: elaboración propia en base a partidas de ejecución presupuestaria de la administración pública nacional.

Los gastos de la Agencia se distinguen dentro de las partidas de gasto a partir de 2009, primero como programa autónomo (2009-2019) y luego como servicio administrativo financiero, a partir de su descentralización (2020-2023). Durante el período 2009-2023, el 6,65% del gasto ejecutado bajo la Función Ciencia y Técnica fue ejecutado por la Agencia (**Gráfico 2**). A primera vista puede parecer un monto marginal, pero se trata del 59% de la inversión total del concepto programático "Financiamiento CyT". A su vez, las transferencias realizadas por el organismo —aportes financieros a terceros—, representan el 29% de todas las realizadas bajo la Función Ciencia y Técnica. Como señala Aristimuño (2023), se refleja en su estructura de gasto una composición más flexible, con menor carga de personal y la mayor parte de su presupuesto destinado a transferencias corrientes.

**Gráfico 2. Panel de participación de Agencia sobre el total de la Función Ciencia y Técnica (2009-2023, a valores constantes)**



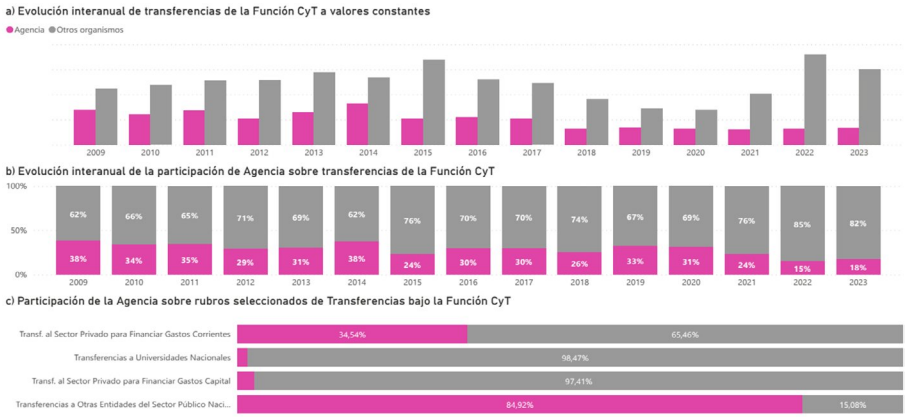

Fuente: elaboración propia en base a partidas de ejecución presupuestaria de la administración pública nacional.

Sin embargo, las transferencias no se distribuyeron de forma homogénea entre organismos y a lo largo del tiempo (**Gráficos 3a** y **3b**). La mayor participación dentro de las transferencias realizadas se alcanzó en 2009 y 2014, con más del 38% en ambos años, mientras que para 2022 y 2023 se redujo a valores por debajo del 20%. Estos datos extremos permiten visualizar un patrón general. Mientras que entre 2009 y 2015 la Agencia canalizó el 32,6% de las transferencias dentro de la Función Ciencia y Técnica, para el período 2016-2023 participó del 24,8%.



Como muestra el **Gráfico 3c**, estos aportes realizados por la Agencia representaron, dentro del conjunto de la Función Ciencia y Técnica: a) 85% de los aportes a otras entidades del sector público nacional (fundamentalmente para financiar los fondos fiduciarios bajo su órbita); b) 34,6% de las transferencias al sector privado para gastos corrientes (dentro de las cuales se incluye el 99,96% de las transferencias a empresas privadas y 36% de las destinadas a actividades científicas o académicas específicamente); c) 2,6% de las transferencias al sector privado para gastos de capital; y d) 1,5% de las transferencias a universidades nacionales. La Agencia ejecuta, entonces, una porción muy significativa de los recursos no salariales de la inversión nacional, como señaló Albornoz (2007).

**Gráfico 3. Panel de participación sobre transferencias de la Función Ciencia y Técnica (2009-2023, a valores constantes)**

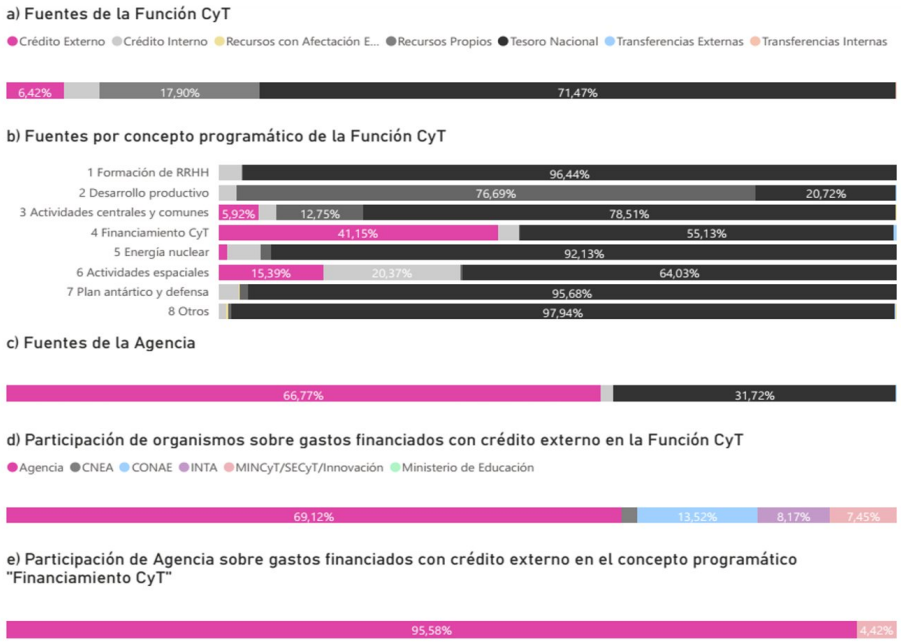



Fuente: elaboración propia en base a partidas de ejecución presupuestaria de la administración pública nacional. Notas: 3a) Evolución interanual de las transferencias de la Función Ciencia y Técnica, a valores constantes, distinguiendo a la Agencia de otros organismos; 3b) Evolución interanual porcentual de la participación de la Agencia sobre transferencias de la Función Ciencia y Técnica; y 3c) Participación de la Agencia sobre rubros de transferencias seleccionadas dentro de la Función Ciencia y Técnica.



Finalmente, como muestra el **Gráfico 4**, la fuente de los recursos con los que funcionó la Agencia sirve para confirmar el apoyo ineludible otorgado a esta institución por parte de los organismos internacionales (Aristimuño & Lugones, 2019). El crédito externo representa, como fuente, el 6,42% de los gastos en Función Ciencia y Técnica entre 2009 y 2023. La inversión sectorial se financió mayormente con aportes del tesoro nacional (71%). En cambio, el crédito externo representa el 41% de los gastos bajo el concepto programático de "Financiamiento CyT" durante ese mismo período. De los gastos de la Agencia, los fondos externos representaron el 67%. Los fondos externos gestionados por la Agencia representan, en ese mismo período, el 96% de los fondos externos bajo el concepto de "Financiamiento CyT". De este modo, el organismo invierte la ecuación respecto al patrón de financiamiento de los gastos del conjunto ciencia y tecnología. De estos datos también se sigue que la Agencia fue el organismo predilecto para la canalización de los acuerdos con organismos internacionales, que se volvieron socios estratégicos de la misma. En el período 2009-2023, del total de fondos de ciencia y tecnología con financiamiento externo, el 69% se ejecutó a través de la Agencia.

**Gráfico 4. Panel de fuentes de financiamiento de la Agencia y la Función Ciencia y Técnica (2009-2023, a valores constantes)**






Fuente: elaboración propia en base a partidas de ejecución presupuestaria de la administración pública nacional. Notas: 4a) participación de cada fuente financiera sobre el total del gasto de la Función Ciencia y Técnica; 4b) participación de cada fuente financiera sobre cada concepto programático de la Función Ciencia y Técnica; 4c) participación de cada fuente financiera sobre el total del gasto ejecutado por la Agencia; 4d) participación de cada organismo sobre los gastos financiados con crédito externo de la Función Ciencia y Técnica; 4e) participación de la Agencia sobre el total de los gastos del concepto programático "Financiamiento CyT" financiados con crédito externo.

En contraste con la inversión nacional de la Función Ciencia y Técnica, el análisis de la ejecución presupuestaria marca la relevancia de los fondos externos para el funcionamiento de la Agencia, que, como vimos en el panorama institucional, constituyó a los organismos externos como su principal aliado para las políticas de promoción CTI. En el contexto de un sector altamente fragmentado y con preeminencia del gasto salarial, se reconoce también la importancia de las transferencias económicas realizadas por la Agencia a distintos organismos a través de sus instrumentos operativos de promoción.

## Análisis de los instrumentos de promoción adjudicados (2008-2023)

El interés central de este artículo está en las políticas orientadas. Estas se materializan a través de instrumentos operacionales, aquellos que "explícitamente transforman las políticas en metas concretas" y "asignan recursos (económicos, financieros, físicos

y humanos) a lograr una determinada finalidad" (Emiliozzi, Lemarchand & Gordon, 2009, p. 58). Si se aplica a ellos la clasificación funcional habitualmente utilizada para las estructuras organizacionales, tenemos que los instrumentos pueden servir para:

1. planificar, es decir, establecer lineamientos sobre lo que debe hacerse;
2. promocionar, es decir brindar recursos (generalmente, financieros) para que otro actor realice una acción establecida por el instrumento;
3. ejecutar, es decir, tomar a su cargo de forma directa la titularidad de un problema público y llevar adelante las acciones necesarias para alcanzar el fin deseado a través de la intervención estatal;
4. evaluar, es decir analizar los resultados de una determinada política.

Esta sección se aboca a los instrumentos orientados de promoción ejecutados por la Agencia. La finalidad de estos es lograr es que otros actores (una empresa, un grupo de investigación, una universidad, una cooperativa) realicen determinadas actividades de ciencia, tecnología e innovación, generalmente a través de incentivos económicos.

Resultan especialmente relevantes aquellos instrumentos que apuntan a un involucramiento directo de las actividades CTI con la resolución de demandas o problemas sociales y productivos. Como se verá, los mecanismos de orientación son variados. En la base de datos construida se identificaron 111 instrumentos, que, en función de la noción amplia de "orientado", da un total de 73 instrumentos orientados gestionados por la Agencia y 38 de promoción general o no orientados.[8]

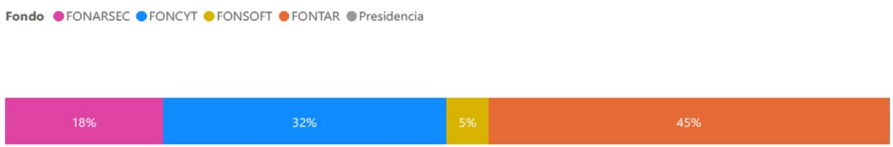


Para el período 2008-2022, los datos se obtuvieron de los Informes de Gestión y los Informes de Adjudicación que la Agencia publica regularmente desde 2011. Para las adjudicaciones de 2023 se recurrió a un pedido de información pública. Este fue inicialmente denegado y se recurrió a la Agencia Nacional de Acceso a la Información Pública, que resolvió favorablemente la solicitud de las actas de directorio de la Agencia I+D+i. A través de ellas se reconstruyó las adjudicaciones financieras de 2023, replicando la metodología implementada en los Informes de Adjudicación. El análisis se complementa con otra documentación consultada en la web oportunamente, como bases de convocatorias, notas de prensa oficial y el inventario de instrumentos operacionales de CTI realizado por UNESCO.[9]

[8] Se prevé publicar la base de datos en el repositorio de datos de CONICET para quien quiera consultarla en detalle y realizar análisis propios: https://datosdeinvestigacion.conicet.gov.ar/.
[9] Los informes de adjudicación se encuentran disponibles en la página web de la Agencia I+D+i: (https://www.argentina.gob.ar/ciencia/agencia/ueac-informes-y-publicaciones/adjudicaciones. El inventario de la UNESCO se puede consultar en la web del Observatorio Mundial sobre Instrumentos de Política en Ciencia, Tecnología e Innovación: https://gospin.unesco.org/.

La información disponible permite establecer, con considerable detalle, un perfil de los financiamientos otorgados por la Agencia en el período 2008-2023.[10] Tanto FONTAR como FONCyT son fondos fundamentalmente horizontales, con los beneficiarios específicos ya señalados. Según la clasificación utilizada, la participación de instrumentos no orientados en los financiamientos adjudicados por estos fondos es cercana al 90%. Como indica el **Gráfico 5**, de los cuatro fondos que gestiona la Agencia, el FONTAR realizó el 45% de las adjudicaciones financieras en pesos constantes, FONCyT el 32%, FONARSEC el 18% y FONSOFT el 5% restante.

**Gráfico 5. Adjudicaciones financieras de la Agencia por fondo (2008-2023, en pesos constantes)**




Fuente: elaboración propia en base a informes de adjudicación.



Los PICT (Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica) son el principal instrumento de promoción general de la Agencia, donde se financian proyectos "de alta calidad académica" radicados en el país (Codner, 2011). Es el instrumento horizontal más difundido de la Agencia, alcanzando al 46% del total de proyectos adjudicados en el período (17.108 de 37.419), y representa el 58% de las adjudicaciones financieras del FONCyT.

Entre los instrumentos orientados del FONCyT se destacan el PAE (Programa de Áreas Estratégicas) de 2008, destinado a desarrollar clústeres de conocimientos en temas priorizados, el amplio abanico de PICTO (PICT Orientados) y los PID (Proyectos de Investigación y Desarrollo), de mayor escala y con la participación de actores que se constituyen en potenciales adoptantes del desarrollo realizado, que por tanto estimulan la "investigación precompetitiva de interés empresario" (Albornoz y Gordon, 2011, p. 23).

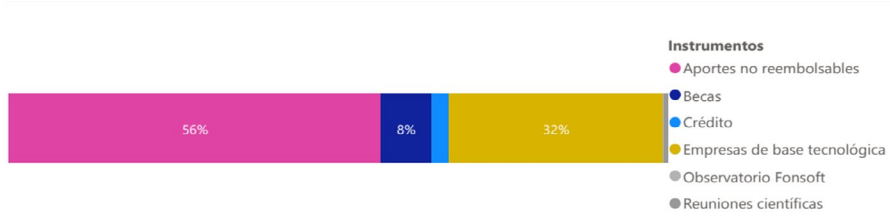
Por su parte, el FONTAR ejecutó diversas líneas horizontales, entre las que sobresalen variantes de crédito (crédito fiscal y "aportes reembolsables", con devolución a tasas

[10] Estos datos son aproximativos respecto a los proyectos implementados, pero constituyen el mejor indicador del período a falta de informes de ejecución igual de sistemáticos y pormenorizados. La adjudicación señala proyectos en condiciones de acceder al financiamiento, tras su presentación, evaluación y aprobación por parte del Directorio de la Agencia. Sin embargo, no todos los fondos adjudicados se traducen en contratos. A su vez, la ejecución de los fondos requiere de una serie de pasos administrativos que llevan meses o años, y muchas veces exceden el año en que se realizó la adjudicación.

reales negativas) y subsidios (ANR). Los créditos otorgados, de montos más elevados, se destinaron a modernización tecnológica (mayormente, compra de equipamiento), mientras que los programas de ANR a fomentar la innovación dentro de las empresas (de producto, de servicio, del proceso de trabajo e incorporación de equipos de I+D).[11] Entre los instrumentos orientados del FONTAR se destacan los CEN-TEC (Centros de Desarrollo Tecnológico) y los PITEC (Proyectos Integrados de Aglomerados Productivos).

El FONSOFT, por su parte, permitió ejecutar instrumentos orientados para apuntalar la innovación dentro del sector informático. Como muestra el **Gráfico 6**, más de la mitad del financiamiento adjudicado se destinó a subsidiar proyectos de innovación (ANR Fonsoft, 56%), casi un tercio al estímulo para la creación de empresas de base tecnológica (32%) y una porción menor a becas para "jóvenes profesionales TIC" (8%) y créditos destinados a promover la exportación de servicios informáticos (3%).

**Gráfico 6. Adjudicaciones financieras del FONSOFT por tipo de instrumento operativo (2008-2019, medidas en pesos constantes)**

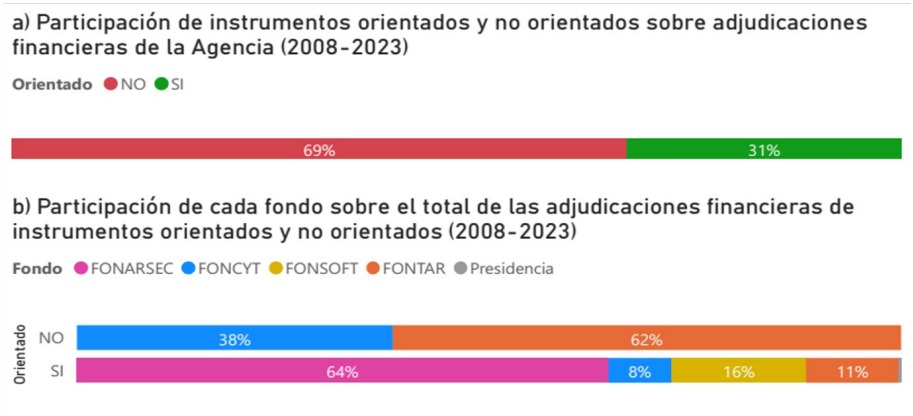



Fuente: elaboración propia en base a informes de adjudicación.

De todos modos, como muestra el **Gráfico 7**, entre FONCyT, FONTAR y FONSOFT solo se alcanza al 42% de los fondos orientados adjudicados por la Agencia. El resto de los fondos orientados fueron gestionados por el FONARSEC. Si consideramos el período 2009-2023 —excluyendo de la cuenta al 2008, cuando FONARSEC aún no realizaba adjudicaciones—, su participación sobre el total de los fondos destinados a instrumentos orientados llega casi a los dos tercios (64%). Los ciclos del FONARSEC repercutieron sobre la suerte de los fondos orientados en general. La máxima participación sobre el total de las adjudicaciones financieras la alcanzó en 2010 con el 47% del total, año en que los instrumentos orientados representaron el 62% de las adjudicaciones de la Agencia. En contraste, en 2016 no hubo adjudicación alguna del fondo, y los instrumentos orientados representaron solo el 7% del total.

[11] Para profundizar en los usos que las empresas dieron a estas líneas de financiamiento, véase: Porta y Lugones (2011) y Martinez Correa, Pereira y Scattolo (2017).

**Gráfico 7. Panel de adjudicaciones financieras de la Agencia de instrumentos orientados y no orientados (2008-2023, medidas en pesos constantes)**



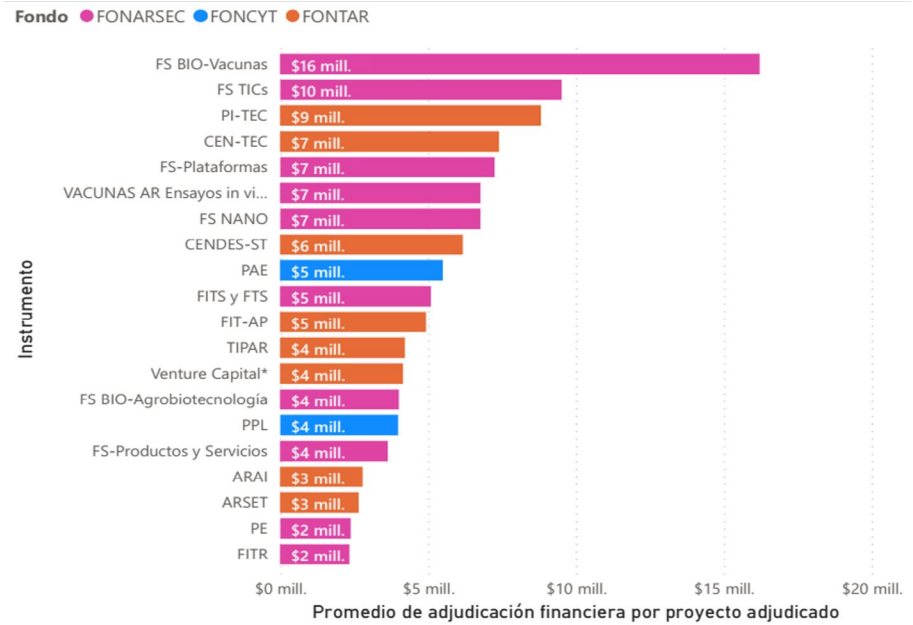

Fuente: elaboración propia en base a informes de adjudicación. Notas: 7a) participación de adjudicaciones orientadas y no orientadas; 7b) participación de cada fondo en las adjudicaciones orientadas y no orientadas.

El instrumento estrella del FONARSEC fue el de Fondos Sectoriales (FS), que "plasman explícitamente en sus objetivos la orientación general de las políticas diseñadas por el Ministerio para fomentar la transferencia de manera proactiva y en el marco de una elevada focalización en términos de tecnologías y sectores" (MINCyT, 2012, pp. 57-58). Los FS constituyen la mayor inversión en instrumentos orientados del período (43% del total adjudicado por la Agencia) y se destacan por su direccionalidad. Esta característica se puede medir al dividir el total de la inversión realizada (en términos reales) por la cantidad de proyectos financiados. Un instrumento será más dirigido mientras más pesos por proyecto invierta, independientemente de si se trata de un instrumento de gran inversión capaz de financiar muchos proyectos, o de un instrumento de poco alcance, pero concentrado.[12] Como muestra el **Gráfico 8**, ocho de los 20 instrumentos más dirigidos de la Agencia pertenecen a FS del FONARSEC.



[12] Un buen ejemplo es el de las Tecnotecas para la Innovación Popular (TIPAR). Solo se adjudicó, entre 2022 y 2023, seis proyectos destinados a desarrollar tecnotecas con una inversión equivalente a 21 millones de pesos de 2008 cada una. Con 0,33% de las adjudicaciones financieras totales se ubica cuarto entre los instrumentos más dirigidos del período analizado.

**Gráfico 8. Promedio de adjudicaciones financieras por proyecto de cada instrumento (2008-2023, en pesos constantes de 2008)**






Fuente: elaboración propia en base a informes de adjudicación. Notas: Veinte instrumentos con mayor adjudicación por proyecto, distinguidos según fondo. * Venture Capital es el único instrumento de los 111 identificados al que se adjudicó financiamiento en dólares (US$ 1.642.500) y no en pesos. Para integrarlo a la base de datos, se convirtió el monto asignado en dólares a pesos, según la valuación oficial del día de la adjudicación.

Además de su direccionalidad, una característica distintiva de los FS fue que sus beneficiarios requerían la conformación de Consorcios Asociativos, generalmente de tipo público-privado. De este modo, debía constituirse una asociación entre al menos una empresa nacional y un grupo de investigación inserto en una institución pública o privada sin fines de lucro. En algunas convocatorias se permitió (o incluso exigió) la conformación de consorcios de tipo público-público. A su vez, algunas convocatorias, como una destinada al sector "desarrollo social", permitieron incorporar a entidades de gobierno provinciales, municipales o comunales.

Dentro de los FS, hubo tres tipos de convocatorias. En total, se adjudicaron 169 proyectos por 768 millones de pesos de 2008. Primero, tenemos a los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS), tomando como foco las TPG mencionadas: nano, bio y TIC. Luego de definirlas, se encomendó estudios de diagnóstico a consultoras privadas para identificar sectores de oportunidad y cuellos de botella. Tras la consulta a empresarios y gerentes sobre el acierto o desacierto de las líneas seleccionadas, se elaboraron las convocatorias: FS Nanotecnología, FS TIC, FS Biotecnología Agro y

FS Biotecnología Vacunas (adjudicación en 2010), Fondos Sectoriales Plataformas y Fondos Sectoriales Productos y Servicios (adjudicación en 2011).

En segundo lugar, están los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS). También definieron su orientación a partir de la negociación con organismos internacionales, pero en este caso para sectores productivos. Para su implementación, la Secretaría de Planeamiento y Políticas del MINCyT elaboró los perfiles de propuesta, y luego la Agencia elaboró las convocatorias y seleccionó los proyectos. Se conformaron consejos tecnológicos sectoriales, cuerpos colegiados que reunieron a actores del sector público, privado y del ámbito científico-tecnológico. En este caso las adjudicaciones se realizaron entre 2012 y 2015, enfocados en los NSPE establecidos en el PNCTI 2020.

En tercer lugar, los Fondos de Innovación Tecnológica Regional (FITR) tuvieron las mismas características que los FITS, pero sumando la exclusión de grandes centros urbanos (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, La Plata, Bahía Blanca, Santa Fe, Rosario y Córdoba) como mecanismo para impulsar la federalización de los destinatarios. El objetivo de los FITS y FITR, a diferencia de los enfocados en las TPG, fue financiar proyectos "por su potencial impacto en el sector en que se ejecuten, por tratarse de un desarrollo tecnológico que ya ha pasado por la fase más temprana de investigación» (Loray, 2018, p. 153). Las adjudicaciones se realizaron en 2014 y 2015.

Castaño (2019) llama la atención de que Industria fue incluida como sector en el PNCTI 2020, pero no en estos fondos, mencionando que se asumía que para este sector estaba pensado el FONTAR. Sin embargo, los instrumentos del FONTAR no tuvieron una direccionalidad sectorial tan definida, sino que se orientaron mayormente a financiar innovaciones y modernización vía compra de equipamiento en PYMES (Agencia I+D+i, 2023). Las excepciones mencionadas, como los CEN-TEC y PITEC, se destinaron al montaje de centros de I+D y la realización de proyectos innovadores asociativos.



Durante 2015, en el marco de la negociación del "Programa de Innovación Tecnológica IV" con el BID, se gestaron los Proyectos Estratégicos (PE), también al interior del FONARSEC. Se diseñaron para financiar proyectos de gran escala en temas cruciales para el país en que pudieran participar instituciones que ya habían atravesado con éxito la experiencia de los FS. Para la selección de temas prioritarios de las convocatorias a consorcios a conformar en este marco, se dio mayor importancia a los sectores por sobre las mesas de TPG del período anterior. Así, ganaron peso consultas a los ministerios sectoriales involucrados (producción, agroindustria, interior, salud, energía y minería, justicia, defensa, seguridad, educación y desarrollo social), antes que la mirada de expertos académicos (Carrizo, 2020, pp. 135-136).

Su primera adjudicación se realizó en 2017. El desplazamiento del financiamiento internacional hacia los PE no fue acompañado por un incremento de la inversión pública. Puestos en marcha en un contexto de reducción de la inversión estatal en ciencia y tecnología, en vez de continuar la dinámica de ampliación del repertorio de instrumentos de la Agencia, estos proyectos se instrumentaron a costa de la paralización

de los FS. Los PE, concebidos como una profundización de la experiencia de los FS destinada a financiar proyectos más ambiciosos, terminaron con asignaciones de montos menores a los ejecutados por FS (**Gráfico 9**). A su vez, tampoco muestran una mayor direccionalidad de la inversión (**Gráfico 8**).

Las adjudicaciones de PE realizadas entre 2017 y 2019 se orientaron a proyectos biotecnológicos, de industria satelital, y al sistema de alerta temprana de catástrofes. En 2021 se relanzaron con una convocatoria destinada a producción pública de medicamentos y en 2022 a la transición energética. En total, entre 2017 y 2022 se adjudicaron 48 proyectos por 78 millones de pesos constantes de 2008.

Los beneficiarios de los PE en su mayoría fueron Consorcios Asociativos Público-Privado, con dos excepciones. Una de las convocatorias de 2018, la destinada a partes nacionales para satélites, se dirigió a entidades de investigación públicas o privadas. Es decir, no a consorcios. Por otra parte, la convocatoria de 2021 permitió presentaciones asociativas o individuales. Aquí el requisito fue la participación de alguna institución del sector público, en particular de laboratorios miembro de la Agencia Nacional de Laboratorios Públicos (ANLAP), que nuclea a entidades dependientes del Estado nacional, provincias y universidades.

En 2017 también hubo otras transformaciones del instrumental de la Agencia que merecen mencionarse, como la creación del ANR Social en el marco del FONTAR. Los ANR orientados se volvieron parte del repertorio habitual del FONTAR. En este caso, se financiaron proyectos de innovación orientados al desarrollo social y territorial, pero lo destacable es que se incorporó como beneficiarios, además de empresas, a cooperativas y asociaciones de productores. Esta ampliación continuó en la gestión de la Agencia del período 2019-2023, que como criterio general amplió los destinatarios de los diversos instrumentos a organizaciones sin fines de lucro para equiparar su situación con la de empresas privadas, posibilitando de este modo que otros actores reciban fondos para innovación y modernización tecnológica.



Hay otras iniciativas instrumentales de FONARSEC como las convocatorias a Empresas de Base Tecnológica (EMPRETECNO), dirigidas al desarrollo de emprendimientos con alta intensidad tecnológica y a elevar la cantidad de empresas basadas en conocimiento apalancando desde el Estado un ámbito para que universidades, institutos de investigación, sector productivo e inversores de capital de riesgo interactúen. Este instrumento se ejecuta desde 2011, y ha tenido adjudicaciones hasta 2023, si bien no de forma regular.

Como ya se señaló, el modo en que se identificó a esos sectores y nichos tecnológicos estratégicos —definidos previamente en diálogo y negociación con los organismos de crédito internacional— permite preguntarse si se sopesó adecuadamente las apuestas para una inserción nacional estratégica. Esa consideración ilumina el hecho de que la estructura interna del FONARSEC se correspondió con los objetivos planteados por el "Programa de Innovación Tecnológica en Sectores Productivos y Sociales" acordado entre el MINCyT y el Banco Mundial en 2007. Loray (2018) evidencia esta correlación

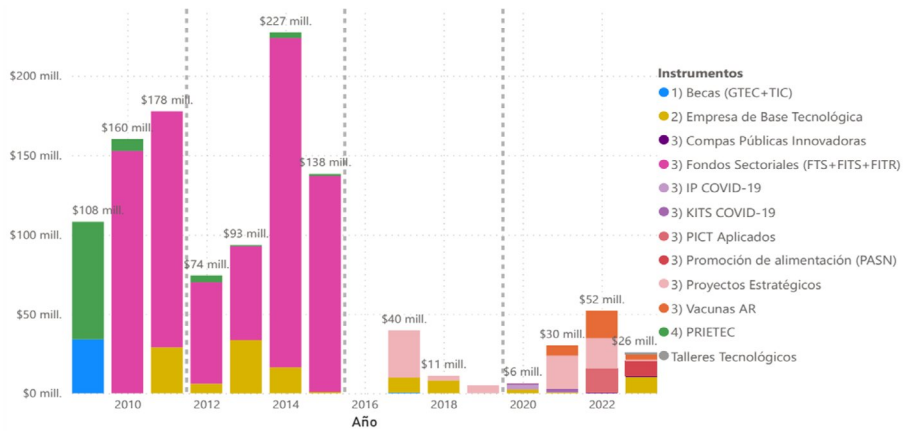
al reponer los objetivos del programa bilateral junto a los instrumentos del FONARSEC del primer período:

1. recursos para la formación de personal científico (Becas TIC y Programa de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos – Gtec);
2. prestación de apoyo a empresas de base tecnológica (Empretecno);
3. estímulo a la capacidad tecnológica específica en áreas tecnológicas prioritarias (FS);
4. financiamiento para reconstrucción de edificios y dotación de equipos especializados para el sector productivo (Proyecto de Infraestructura y Equipamiento Tecnológico PRIETec).

El detalle de las adjudicaciones financieras por año para el período 2008-2023 se visualiza a continuación en el **Gráfico 9**, con los instrumentos agrupados en base a los objetivos del programa bilateral MINCyT-Banco Mundial:

**Gráfico 9. Adjudicaciones financieras anuales del FONARSEC (2009-2023, en pesos constantes de 2008)**






Fuente: elaboración propia en base a informes de adjudicación. Notas: Desagregado por instrumento operativo, agrupados en base a objetivos del programa acordado entre el MINCyT y el Banco Mundial en 2007.

Los instrumentos orientados por la Agencia fueron múltiples y encontraron espacio en distintos fondos de gestión. Si bien FONTAR y FONCyT gestionaron mayormente instrumentos horizontales, también fueron espacios para el surgimiento de instrumentos orientados. Fundamentalmente, antes de la creación de FONARSEC. Estos no canalizaron la mayor parte del financiamiento orientado y constituyeron mayormente variaciones de instrumentos horizontales consolidados con algún tipo de

focalización para promover a determinados actores (como ANR Social), investigación prioritaria en ciertos temas y asociación con otras instituciones (como PICTO) o fomentar la asociatividad entre empresas y comunidad académica (como CEN-TEC, PITEC o PID).

De manera similar, el FONSOFT fue un fondo orientado que, a través del arsenal horizontal de la Agencia, se utilizó para apuntalar un sector beneficiario de políticas de promoción productiva. La Agencia no pudo capitalizar esa gestión y, a pesar del éxito de esta política de promoción sectorial —o quizás gracias a él—, sus fondos fueron reconducidos por fuera de la estructura de políticas CTI hacia el Ministerio de Producción.

La mayor parte de la promoción orientada gestionada por la Agencia pasó por FONARSEC, una estructura administrativa que, en un primer momento, focalizó el financiamiento en un conjunto de tecnologías consideradas transversales. En una segunda instancia, incorporó la consideración de un conjunto de sectores económicos estratégicos, y desarrolló perfiles específicos de financiamiento en relación con esa apuesta. De esa experiencia surgió la mayor vinculación con los ministerios nacionales de cada sector, y se gestó un instrumento que propuso incrementar el impacto del financiamiento: los PE. Sin embargo, esta iniciativa sufrió las consecuencias del cambio de ciclo en las políticas CTI, con las consecuentes turbulencias presupuestarias.

Por último, debe destacarse a la Unidad Coronavirus (Unidad COVID). Esta puede entenderse como la protagonista de una política orientada por misión[13] coordinada por el MINCyT y en el marco de la cual participaron tanto CONICET como la Agencia (Castiglione, Barberón & Bacchi, 2023) o como un dispositivo en el marco de una política por misión más amplia, que asumió al COVID-19 como un desafío sanitario, científico e industrial. En esta segunda hipótesis trabajan Bortz y Sanmartin (2024), mostrando que alrededor de este desafío se movilizaron recursos en pos de la autonomía tecnológica alimentados por discursos de soberanía sanitaria, donde las vacunas ocuparon un rol destacado como artefactos políticos. Cualquiera sea el caso, a través de la Unidad COVID, las instituciones del MINCyT lograron coordinar, planificar y promover en tiempo real diversas iniciativas destinadas a enfrentar lo que se identificó como principal prioridad de la agenda pública nacional.



De este modo, se rompió con la lógica fragmentaria que predomina en las instituciones CTI (y en el instrumental reseñado), realizando diagnósticos y proponiendo metas que articularon desarrollos públicos y privados en función de las urgencias enfrentadas. De

[13] Las políticas orientadas a misiones definen su rumbo a partir de la resolución de problemas, con el propósito de generar un ecosistema asociativo público-privado donde riesgos y recompensas se compartan de manera equitativa y haya múltiples vías para alcanzar soluciones, antes que la predefinición de empresas, tecnologías o sectores a desarrollar (Mazzucatto, 2021). Coordinan y ejecutan instrumentos financieros y no financieros y requieren para su éxito una transversalidad de políticas públicas (científica, tecnológica, educativa, comercial, financiera, industrial) y que una institución de peso sea capaz de constituirse en referencia y articuladora de los actores involucrados, con las suficientes capacidades burocráticas, de negociación y autoridad (Carrizo, 2019). Para una consideración sobre las experiencias argentinas de este tipo, véase: Cúneo (2024).

los financiamientos orientados adjudicados por la Agencia en el período 2020-2023, el 22% se enmarca en esta misión, destacándose el financiamiento para ensayos de vacunas con la mitad del financiamiento COVID adjudicado.

El financiamiento para el desarrollo de vacunas se canalizó a través del FONARSEC, donde también se realizaron convocatorias para la realización de *kits* de detección de COVID-19. El Estado nacional, a través de la Agencia I+D+i, financió seis candidatos vacunales de desarrollo local, y terminó por apoyar a uno de ellos, que en 2023 concluyó la Fase 3 de ensayos clínicos (Bortz & Sanmartin, 2024). Se convirtió así en la primera vacuna biotecnológica diseñada íntegramente en Argentina, desde su diseño hasta la última fase de investigación clínica y aprobación por parte de la autoridad sanitaria.

Como iniciativa de promoción orientada, se destacó también el "Programa de articulación y fortalecimiento federal de las capacidades en ciencia y tecnología COVID-19", convocado a través del COFECyT para fortalecer las capacidades científico-tecnológicas locales, y se implementaron otros nueve instrumentos a través de la Agencia en sus tres fondos. Esta experiencia demuestra que no solo importa la cantidad de recursos invertidos, sino también otros elementos de esa respuesta. El llamado a "Ideas-Proyecto (IP COVID-19)", realizado en marzo de 2020, fue particularmente oportuno, como señala Peirano (2024) al reconstruir el itinerario que permitió a Argentina desarrollar una vacuna íntegramente nacional por primera vez. Las respuestas financiadas posteriormente con mayores recursos se identificaron a partir de este instrumento, que permitió cimentar una capacidad local de respuesta a la emergencia.



**Reflexión final**

El análisis realizado permite renovar y complementar apreciaciones fundamentales de la bibliografía especializada sobre la Agencia. Su importancia dentro de la gobernanza CTI durante las últimas décadas no puede ser menospreciada, dado su rol fundamental como articuladora del circuito de promoción que permitió que se lleven adelante las tareas de investigación y desarrollo a nivel nacional. Tampoco puede eludirse el rol destacado que los organismos de crédito internacional cumplieron como socios estratégicos a la hora de apoyar al organismo y permitirle desarrollar su instrumental, el cual fue evolucionando junto a los acuerdos alcanzados con el BID y el Banco Mundial.

Antes de finalizar, resulta ineludible reflexionar acerca de lo cualitativo que la información cuantitativa aquí presentada permite ver: ¿cuáles han sido los cambios en la racionalidad que guía a la promoción CTI durante las últimas décadas, particularmente los últimos quince años? ¿Alcanzó a redefinirse el rol del Estado, como financiador de un complejo nacional de ciencia y tecnología, hacia un involucramiento del sector como vector dentro de una agenda de desarrollo social y económica más amplia?

A pesar de sus esfuerzos por contribuir a un nuevo patrón de especialización basado en la innovación productiva, en este período la Agencia continuó ejecutando mayormente fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico horizontales,

como los PICT del FONCyT o los ANR de FONTAR. Lo demuestran sus adjudicaciones financieras: la participación de los instrumentos orientados ronda el 30% del total del período 2008-2023. Alcanza su mayor participación en el período 2008-2015 (37%) y se reduce significativamente en 2016-2019 (14%), para recuperar terreno en un punto intermedio en 2020-2022 (27%).

Así, la Agencia no logró romper la inercia del financiamiento promocional, que marcaba una prioridad en la asignación presupuestaria para la articulación del complejo científico tecnológico nacional por sobre la gestión de fondos sectoriales orientados. Si bien presentó un repertorio amplio de instrumentos, el período de impulso a los fondos orientados muestra cierta dificultad para asumir el desafío encomendado. Los fondos sectoriales se acercaron en buena medida a dicho objetivo, pero solo durante un período acotado tuvieron capacidad de dirigir el financiamiento, y luego pervivieron como proyectos estratégicos, pero desanclando la disponibilidad financiera de los objetivos perseguidos.

El FONARSEC, en un primer momento (2008-2015), exploró dos caminos de focalización vinculados a la innovación productiva bajo modalidad asociativa: tecnologías de propósito general y sectores socioeconómicos, ambos a través de los FS. Fue el período de mayor inversión presupuestaria orientada, con instrumentos de gran direccionalidad, destacándose los FS destinados a vacunas y TIC. Esto se profundizó incorporando nuevas dimensiones a los FS, como la dimensión territorial, y relegando a las tecnologías de propósito general en el diseño de los nuevos instrumentos, FITS y FITR. Fue una etapa de relativa estabilidad del financiamiento y de gran cantidad de proyectos adjudicados.



El ciclo que va de 2016 a 2019 estuvo marcado por una fuerte contradicción. Por un lado, se complejizó el tipo de instrumentos promocionales orientados a la innovación productiva. Por el otro, el ciclo económico recesivo y las prioridades de la administración presidencial impidieron dar continuidad a los instrumentos y condujeron a un paulatino desfinanciamiento de la promoción, tanto general como orientada.

Entre 2020 y 2023 también hubo marcadas turbulencias. La restitución del área CTI a su rasgo ministerial implicó una reformulación del nombre del organismo y de sus competencias. La innovación, ya no exclusivamente productiva,[14] pudo pensarse e instrumentarse también a partir de su función social o inclusiva. La forma en que se tematizó y respondió desde el accionar estatal a la pandemia de COVID-19 aportó decididamente en este sentido. Puso el foco en otro tipo de demandas, urgencias y posibilidades de intervención donde la finalidad central de la promoción orientada no pasó por sus implicancias económicas y el sector privado empresarial no fue protagonista exclusivo. Continuó con la modalidad asociativa, pero reclutó con mayor

[14] Del MINCyT en 2007 se pasó a Secretaría de Gobierno en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en 2018, y a Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en 2019.

decisión que antes a actores del sector público y comunitarios (otros ministerios, provincias, municipios, organizaciones y empresas sociales).

Durante el primer período del MINCyT, la autoridad presidencial planteó una demanda clara (mejorar la competitividad) que se canalizó en buena medida a través de instrumentos orientados a cargo de la Agencia. En contraste, para 2016-2019 no hubo una dirección definida para el sector CTI nacional, y continuó la misma línea instrumental planteada anteriormente, pero con un presupuesto decreciente. Posteriormente, se pretendió reorientar la demanda hacia una mayor articulación con las demandas sociales, pero se partió de un piso en la disponibilidad financiera y no se recuperó los niveles de inversión previos. La respuesta a la pandemia ayudó a formular ese planteo, pero cuando esa agenda se diluyó la dirección fue menos clara. Si bien hubo diversificación y reorientación de los instrumentos de promoción, es difícil reconocer una resultante clara de la sumatoria de iniciativas implementadas.

Aunque resulte contraintuitivo, la jerarquización alcanzada en 2020 contribuyó a desplazar a la Agencia de la titularidad del problema público, en la medida en que una cantidad importante de fondos comenzaron a canalizarse por otras vías, como los programas y convocatorias de promoción que el MINCyT desplegó crecientemente a través de su programa de federalización. Esto se aprecia con claridad en 2022 y 2023, donde se transfirieron cuantiosos fondos a través de la estructura central del MINCyT. La dispersión fue tal que, al complejo instrumental de la Agencia, institución abocada a la promoción CTI, debemos agregar otras iniciativas al margen de ella como los Proyectos Federales de Innovación, Proyectos de Tecnologías para la Inclusión Social, Parques de Producción Social o el IMPACT.AR. Resulta ajeno a esta indagación una consideración sobre los roles asumidos entre MINCyT y Agencia a lo largo de todo el período, pero es fundamental comprender que la autonomía de ambas instituciones, en un complejo altamente fragmentado, parece haber atentado contra su capacidad de alinear verticalmente desafíos, prioridades de gestión e instrumentos operativos.



Queda pendiente, como línea de investigación a desarrollar, una mirada entrecruzada de la información de ejecución presupuestaria y de adjudicación del instrumental de la Agencia. Esta debería analizar con detenimiento lo que los vaivenes dentro de la serie temporal nos dicen, los hiatos entre adjudicación y ejecución, así como comparar el lugar que la Agencia ocupa dentro de la administración pública nacional con otras instituciones con funciones similares. Quizás así se pueda terminar de comprender el rol que un banco de promoción científica, tecnológica y de la innovación ha ocupado y puede ocupar, en Argentina, dentro de una estrategia de desarrollo nacional.

La actual hora que enfrenta el país, con una desarticulación pronunciada de las capacidades científico-tecnológicas que se ensaña especialmente con las instituciones públicas nacionales, no puede eludirse. La Agencia I+D+i no realizó adjudicación alguna en 2024 ni en lo que va de 2025, y sufrió una transformación estructural en sus objetivos y metas. Su ejecución presupuestaria se desplomó y, como dijimos, es el mejor índice con el que contamos para medir la influencia y capacidad de un organismo estatal, que hoy no es capaz siquiera de dar continuidad a los proyectos ya adjudicados. Esta situación, lejos de restar importancia al análisis sobre los modos en que la promoción

CTI orientada es capaz de alienar objetivos e instrumentos promocionales, vuelve más necesario que nunca un debate sobre su importancia, posibles impactos y los mejores caminos para llevarla a cabo.

**Agradecimiento**

Una primera versión del artículo se presentó en el marco del "Laboratorio de *papers*" de la Asociación Latinoamericana de Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (ESOCITE), en el marco del cual se contó con la revisión de Nerina Sarthou. Tanto a ella como a Santiago Liaudat y Diego Hurtado, agradezco por la lectura atenta, las sugerencias bibliográficas y los comentarios. Desde ya, las opiniones y los análisis son de exclusiva responsabilidad del autor.

**Declaración de uso de IA**

El autor declara no haber utilizado ninguna herramienta de inteligencia artificial durante la elaboración de este artículo.



**Bibliografía**

Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (2023). Plan Estratégico Institucional 2022-2030.

Albornoz, Mario (2007). Argentina: modernidad y rupturas. En Jesús Sebastián (Ed.), Claves del desarrollo científico y tecnológico de América Latina (185-223). Madrid: Fundación Carolina & Siglo XXI.

Albornoz, Mario & Gordon, Ariel (2011). La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983-2009). En Mario Albornoz & Jesús Sebastián (Eds.), Trayectorias de las políticas científicas y universitarias en Argentina y España. Madrid: CSIC.

Aliaga, Jorge (2019). Ciencia y tecnología en la Argentina 2015-2019: panorama del ajuste neoliberal. Ciencia, tecnología y política, 2(3), 024. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e024.

Angelelli, Pablo (2011). Características y evolución de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. En Fernando Porta & Gustavo Lugones (Dirs.), Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina. Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (67-80). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Aristimuño, Francisco Javier (2023). Financiamiento público de la ciencia y la tecnología. Un estudio de la evolución del presupuesto público argentino de función ciencia y técnica (1983-2022). Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 18(54), 225-257. DOI: https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-373.

Aristimuño, Francisco Javier & Lugones, Manuel J. (2019). El BID y las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en Argentina (1990-2015). Ciencia, tecnología y política, 2(3), 031. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e031.

Barletta, Florencia, Pereira, Mariano & Yoguel, Gabriel (2014). Impacto de la política de apoyo a la industria del software y servicios informáticos [Documento final].

Bekerman, Fabiana (2016). El desarrollo de la investigación científica en Argentina desde 1950: entre las universidades nacionales y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Revista Iberoamericana de Educación Superior, VII(18), 3-23. Recuperado de: http://hdl.handle.net/11336/19296.

Bernat, Gonzalo (2023). Estimación del Multiplicador del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación. Ciencia, tecnología y política, 6(11), 102. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e102.

Bertranou, Julián (2015). Capacidad estatal: revisión del concepto y algunos ejes de análisis y debate. Estado y políticas públicas, 3(4), 37-59. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10469/8788.



Bilmes, Julián, Carbel, Andrés & Liaudat, Santiago (2022). Entrevista a Diego Hurtado. En Santiago Liaudat, Julián Bilmes & Andrés Carbel (Coords.), Planificación, gestión y política pública: quince entrevistas y la yapa (36-48). La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Bortz, Gabriela & Sanmartin, María Cecilia (2024). Vacunas y vacunaciones: Capacidades, políticas y visiones sobre el Estado frente al COVID-19 en Argentina. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 20(59), 35-64. DOI: https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-509.

Cao, Horacio & Vaca, Ángel (2021). ¿A qué se dedicó el Estado en los últimos 40 años? Un análisis basado en la finalidad y función del gasto público consolidado (Nación+Provincias+Municipios) en el período 1980/2017. En María Estela Moreno (Comp.) & José Alberto Bonifacio (Ed.), Memorias del II Congreso Nacional de Estudios de Administración Pública (613-637). Buenos Aires: Asociación Argentina de Estudios en Administración Pública.

Carbel, Andrés (2024). Ejecución presupuestaria de la Administración Pública Nacional (1995-2022): herramienta para su análisis y algunos hallazgos. Estudios Sociales del Estado, 10(20), 361. DOI: https://doi.org/10.35305/ese.v10i20.361.

Carrizo, Érica (2019). Políticas orientadas a misiones: ¿son posibles en Argentina? Ciencia, tecnología y política, 2(3), 027. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e027.

Carrizo, Érica (2020). Ciencia y tecnología en la subalternidad. Buenos Aires: Teseo.

Castaño, Jazmín (2019). Explorando el MINCyT: Estado, desarrollos y políticas de CTI entre 2008 y 2015 en Argentina [Tesis de Maestría]. San Martín: Universidad Nacional de General San Martín. Recuperado de: https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1104/1/TMAG_IDAES_2019_CJS.pdf.

Castellani, Ana & Llanpart, Flavia (2012). Debates en torno a la calidad de la intervención estatal, Papeles de Trabajo, 6(9), 155-177. Recuperado de: https://revistasacademicas.unsam.edu.ar/index.php/etnocontemp/article/view/254.

Castiglione, Paloma, Barberón, Agustín & Bacchi, Noelia (2023). La Unidad Coronavirus como posible ejemplo para la producción de conocimiento situado. Ciencia, tecnología y política, 6(10), 096. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e096.

Cimoli, Mario, Dosi, Giovanni, Nelson Richard R. & Stiglitz, Joseph (2006). Institutions and Policies Shaping Industrial Development: An Introductory Note. LEM Working Paper Series, 2006/02. Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management (LEM). Recuperado de: https://hdl.handle.net/10419/89484.

Codner, Darío (2011). Alcance, resultados e impactos del FONCYT entre 2006 y 2010. En Fernando Porta & Gustavo Lugones (Dirs.), Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina. Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (133-181). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Cúneo, Diego Martín (2024). Políticas orientadas por Misiones en países semiperiféricos: el caso argentino. Ciencia, tecnología y política, 7(12), 111. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e111.

Del Bello, Juan Carlos (2014). Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico. En Gonzalo Rivas & Sebastián Rovira (Eds.), Nuevas Instituciones para la Innovación. Prácticas y Experiencias en América Latina (35-84). Santiago de Chile: Comisión Económica de América Latina (CEPAL).

Emiliozzi, Sergio, Lemarchand, Guillermo A. & Gordon, Ariel (2009). Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. WORKING PAPER 9. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Gusfield, Joseph (2014). La cultura de los problemas públicos: el mito del conductor alcoholizado versus la sociedad inocente. Buenos Aires: Siglo XXI.

Hurtado, Diego (2010). La ciencia argentina: Un proyecto inconcluso: 1930-2000. Buenos Aires: Edhasa.

Loray, Romina Paola (2018). Organismos Internacionales y Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. El rol del Banco Interamericano de Desarrollo en el diseño e implementación de los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial de Argentina (2009-2015) [Tesis de doctorado]. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de: http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/819.

Liaudat, Santiago & Bilmes, Gabriel M. (2024). El concepto de cientificidio. Ciencia, tecnología y política, 7(13), 123. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e123.

Martinez Correa, Julián, Pereira, Mariano & Scattolo, Gabriel (2017). Evaluación de Programa de Fondos Públicos destinado a innovación tecnológica: El caso de FONTAR en Argentina. Anales de la Asociación Argentina de Economía Política, LII Reunión Anual.

Mazzucatto, Mariana (2021). Misión economía. Buenos Aires: Taurus.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2012). Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovacíon. Lineamientos estratégicos 2012-2015.



Moncaut, Nicolás, Baum, Gabriel & Robert, Verónica (2022). ¿Hacia dónde se encamina la industria argentina de software? Ciencia, tecnología y política, 5(8), 072. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e072.

Muller, Pierre (2002). Las políticas públicas. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Oszlak, Oscar & O'Donnell, Guillermo (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: Hacia una estrategia de investigación. Redes, 4, 99-128. Recuperado de: https://revistaredes.unq.edu.ar/index.php/redes/issue/view/9/8.

Peirano, Fernando (2024). Siete ideas para potenciar la política pública a partir del caso de la vacuna ARVAC. Ciencia, tecnología y política, 7(13), 121. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e121.

Porta, Fernando & Lugones, Gustavo (2011). Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina: Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Sarthou, Nerina & Loray, Romina (2021). Estratégico, prioritario u orientado a misiones: qué aporta la literatura a la orientación de las políticas en ciencia, tecnología e innovación en Argentina. En Sandra Silvia Colombo (Comp.), Desarrollo y políticas de ciencia, tecnología e innovación en un mundo en transformación: Reflexiones sobre

la Argentina contemporánea (74-106). Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Sotelo Maciel, Aníbal Jorge (2009). La Relación Planificación-Presupuesto en el Marco de la Gestión Orientada a Resultados. Trimestre fiscal, 90, 159-186.

Velho, Léa (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. En Antonio Arellano Hernández y Pablo Kreimer (Eds.), Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina (99-125). Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

**Fuentes oficiales**

Ley N° 23.877 (1990). Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica. Boletín Oficial del 01/11/1990.

Ley N° 25.922 (2004). Promoción de la industria del software. Boletín Oficial del 09/09/2004.

# DOSSIER CFS

10.35362/issn.1850-0013-1318

PRESENTACIÓN

# Ciencia para la política en contextos posnormales

**Ana Muñoz van den Eynde** *

"*The world is moving at unprecedented speed. Four fundamental changes are unfolding: the change in technology, which is triggering a societal transformation; climate change, which is increasingly urgent, and the geopolitical shift from West to East. As is always the case, these changes are accompanied by wicked problems and unexpected effects, as well as potential benefits. It all represents a huge pressure on policy and politics to deliver fast and resolve complex problems. The time is short and stakes are high. Evidence, and in particular sound scientific evidence, is badly needed to inform policymaking. Science is however not fully ready*" (Sucha, 2020).



Estas contundentes palabras abren el monográfico sobre ciencia para la política editado por el Joint Research Centre de la Comisión Europea (Sucha y Sienkiewicz, 2020) en medio de uno de los retos globales más importantes enfrentados conjuntamente por la ciencia y la política: la pandemia del nuevo coronavirus. El libro expone las líneas generales de lo que los editores denominan "Ciencia para la política 2.0", y en él presentan la idea de la "ciencia posnormal" como uno de los pilares conceptuales básicos de la nueva alianza entre ciencia y política necesaria para abordar los retos contemporáneos (Funtowicz & Ravetz, 2020).

Funtowicz y Ravetz propusieron entre finales de los años 80 y principios de los 90 el concepto de "ciencia posnormal" para caracterizar la ciencia que se precisa cuando "los hechos son inciertos, hay valores en disputa, los riesgos son altos y las decisiones urgentes" (Funtowicz & Ravetz, 1993).

* CIEMAT, España. Correo electrónico: ana.munoz@ciemat.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0602-7760.

En contextos de problemas posnormales, la ciencia se transforma. Como pieza fundamental de las decisiones políticas, es sometida a escrutinio y presiones desde dentro y fuera de las comunidades científicas. El tipo de resolución de problemas característico de la ciencia posnormal no puede tener como objetivo la búsqueda de verdades científicas, sino la más modesta producción de información científica de calidad a través de la gestión de las incertidumbres con la implicación de todas las partes afectadas (Funtowicz & Ravetz, 2020).

En su conjunto, los desarrollos sobre ciencia posnormal comparten el interés por problemas complejos en la intersección entre la ciencia y la tecnología y la política, con un enfoque que combina el carácter crítico, el énfasis en la reflexividad, el foco sobre la incertidumbre y la calidad, la defensa de posturas pluralistas y la participación pública (Dankel *et al.*, 2017).

En este contexto, el presente monográfico es un producto del proyecto de investigación coordinado "Culturas posnormales de la ciencia y la tecnología".[1] El proyecto partió de la idea de "ciencia posnormal" de Funtowicz y Ravetz para explorar sus consecuencias y relevancia en el terreno de la investigación en cultura científica y tecnológica y, como hipótesis de partida, consideró que la incorporación de la idea de "ciencia posnormal" podría resultar en importantes avances en el conocimiento y las prácticas de gestión de problemas científico-técnicos posnormales.



Indudablemente, las cuestiones para las que los responsables de la formulación de políticas necesitan más aportaciones científicas son las que se vinculan con una ciencia más compleja, multidisciplinar e incompleta, que son precisamente las características que definen las situaciones posnormales. Esto se hizo muy evidente durante la pandemia de COVID-19, que situó en el debate público, de manera simultánea, la autoridad del conocimiento experto, la confianza en las instituciones, las teorías conspirativas y el conflicto político en torno a decisiones orientadas por la ciencia (Bromme *et al.*, 2022; Imhoff & Lamberty, 2020).

El modelo moderno de resolución de problemas preveía la estricta separación entre hechos (el territorio de la ciencia) y valores (el territorio de la gobernanza), y un proceso en el que, obtenida la verdad, se procedía a la acción política para el bien común. Pero ese modelo no funciona en las condiciones de la ciencia posnormal. El conocimiento útil para la resolución de las cuestiones complejas, prácticas y políticas de una sociedad requiere una extensión de la comunidad de evaluadores más allá de los expertos acreditados, y necesita comunidades de pares extendidas que proporcionen un conocimiento inclusivo y plural (Funtowicz & Hidalgo, 2021). De este modo se define una concepción pluralista y participativa de la ciencia posnormal, en la que se incorpora la diversidad de puntos de vista y valores relevante a los procesos de producción y evaluación del conocimiento para la gobernanza (Funtowicz & Ravetz, 2025). Este planteamiento converge con desarrollos recientes de la ciencia para la política en los

[1] Financiado por la Agencia Estatal de Investigación del Gobierno de España, con referencias PID2021-123454NB-C41 y PID2021-123454NB-C42.

que se propone la necesidad de incorporar la perspectiva de comunidades científicas, responsables públicos y otros actores sociales a la definición de los problemas, la síntesis de la evidencia y la formulación de alternativas en un proceso colaborativo e iterativo entre producción de conocimiento y elaboración de políticas (Sienkiewicz & Mair, 2020).

La relación entre ciencia y política es compleja, especialmente en el caso de la ciencia para la política. En una entrevista televisiva, Michael Gove, político conservador británico que apoyó el Brexit, declaró que "la gente de este país está harta de expertos procedentes de organismos con acrónimos diciendo que tienen el mejor conocimiento y equivocándose constantemente".[2] Tras el revuelo que su afirmación generó, explicó que solo pretendía señalar los fallos de la economía y la incapacidad de sus expertos de anticipar, entre otras cosas, la crisis económica de 2008. No hay duda de que ese fallo se produjo, los acrónimos indican elitismo y apego profundo al sistema establecido, y se trataba de un debate televisado, parte de un debate político intenso en el que los defensores de un bando movilizaron las opiniones de los expertos para atacar al otro. Pero tampoco hay duda de que los negacionistas del cambio climático también están hartos de los expertos del IPCC y los antivacunas, de las organizaciones sanitarias (con sus correspondientes acrónimos) que establecen los calendarios vacunales. Tampoco se puede olvidar a los "mercaderes de la duda" que trabajan ofreciendo "hechos alternativos", falsa equidistancia y escepticismo de pago para proteger los intereses de las empresas. Este debate contribuyó a reforzar la idea de que la sociedad ha perdido la confianza en la ciencia. Y, sin embargo, no es la ciencia en general lo que se rechaza, sino la ciencia para la política, precisamente porque su objetivo es proporcionar una recomendación política. Hay dos razones. Por un lado, esta forma de ciencia debe ajustarse a los ritmos de la política, no a los de la ciencia (Eyal, 2019). Por otro lado, precisamente por contribuir a la toma de decisiones políticas, es en la que más claramente se aprecia su impacto social y, a modo de evidencia, en un estudio realizado por la Unidad de Investigación en Ciencia, Tecnología y Sociedad del CIEMAT (Muñoz van den Eynde, 2022), encontramos que la frase "La ciencia limita nuestra libertad diciéndonos qué podemos comer o qué debemos hacer" fue el principal indicador de actitud negativa hacia la ciencia (Cornejo Cañamares & Coto Suárez, 2022).



Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, los artículos que componen este dossier abordan la relación de los problemas posnormales con la política desde muy diferentes perspectivas.

En su contribución, Mario Giampietro y Sandra Bukkens examinan cómo se reproduce y adapta la identidad societal humana a través del prisma de la biosemiótica. La ciencia posnormal se ha aplicado principalmente en los campos de las ciencias medioambientales y de la sostenibilidad —donde los dilemas conllevan, por naturaleza, un alto grado de incertidumbre e intereses contrapuestos entre las partes implicadas— y en los de la salud pública y la epidemiología, donde la ciencia médica se

[2] Véase la entrevista completa en: https://www.youtube.com/watch?v=t8D8AoC-5i8.

cruza con políticas públicas urgentes y el comportamiento humano. Estas aplicaciones han mostrado la necesidad de desarrollar procesos de toma de decisiones capaces de integrar normas y valores. El proceso no consiste tanto en alcanzar un consenso como en buscar un acuerdo que pueda aportar soluciones. Aquí entra en juego la biosemiótica, la disciplina científica que se ocupa de la capacidad de los sistemas vivos para interpretar los signos que llegan desde su contexto en relación con los estímulos procedentes del interior de la sociedad. En el artículo, los autores defienden que la biosemiótica ofrece un marco útil para reflexionar sobre la ciencia al servicio de la gobernanza. En esa reflexión se apoyan en el concepto de identidad social y el desafío que plantea la necesidad de que se produzca cambio social para hacer frente a los retos medioambientales. La descripción del proceso biosemiótico que propone el artículo resulta útil para obtener nuevas perspectivas sobre el papel que desempeña la investigación científica a la hora de generar aportaciones útiles para el proceso de toma de decisiones. Estas perspectivas cobran especial importancia cuando este proceso aborda cuestiones que suelen pertenecer al ámbito de la ciencia posnormal, como la sostenibilidad del desarrollo humano (económico), el cambio climático y las nuevas pandemias. Desde el punto de vista de la biosemiótica, en estas situaciones se necesitan dos actividades distintas para preservar y, sobre todo, adaptar la identidad de la sociedad: en el ámbito tangible (biofísico), la generación y aplicación de normas eficaces que orienten las acciones; y en el ámbito conceptual, una autopoiesis autorreferencial para generar y actualizar valores compartidos que preserven la estabilidad del proceso.



El artículo de Alberto Fragio Gistau y Óscar Carpintero Redondo examina la función desempeñada por la epistemología de la ignorancia en la modelización posnormal. Por lo general, se entiende que los modelos científicos son representaciones estilizadas de un fenómeno que conllevan un cierto grado de idealización, entendida como la simplificación del fenómeno para facilitar su comprensión. En una fase posterior, los modelos deberían desidealizarse con objeto de ganar precisión y representar mejor el fenómeno modelado. No obstante, cuando la ciencia opera en condiciones posnormales, para modelar es necesario adoptar un enfoque basado en la complejidad y capaz de manejar la incertidumbre, e incluso la ignorancia. En las ocasiones en las que no es posible eliminar la incertidumbre de los modelos, la calidad de la información científica y del asesoramiento en materia de políticas depende precisamente de cómo se gestione esa incertidumbre. Teniendo esto en cuenta, los autores consideran que puede entenderse la modelización posnormal como una crítica a la ignorancia que permite la desidealización de los modelos científicos. Fragio y Carpintero consideran que la epistemología de la ignorancia va un paso más allá de la epistemología de la incertidumbre. Sin olvidar que la diferencia entre la incertidumbre y la ignorancia es un tema controvertido, consideran que la incertidumbre es una situación en la que no hay suficiente información disponible para calcular probabilidades con exactitud, pero puede confiarse en el abanico de resultados posibles. Por el contrario, la ignorancia implica que no se pueden caracterizar de manera completa las probabilidades ni los resultados. Con este objetivo, el artículo aborda cómo tratan los modelos normales y posnormales la idealización, el conocimiento y la ignorancia. Los autores revisan las principales contribuciones a la epistemología de la ignorancia desde la ciencia posnormal mediante un cuestionario cualitativo enviado a Silvio Funtowicz, Mario

Giampietro, Andrea Saltelli y Kozo Mayumi para conocer su punto de vista sobre la emergencia del nuevo estilo de modelización posnormal, la epistemología de la ignorancia, el reto que plantea el relativismo en la elaboración de modelos y la crítica a los modelos de evaluación integrada. Los autores concluyen que la epistemología de la ignorancia proporciona herramientas analíticas valiosas para la desidealización de los modelos científicos y, por tanto, debería ser reconocida como un componente central de la modelización posnormal.

El artículo de Unai Coto Suárez, Ramón Iker Soria Royuela y Ana Muñoz van den Eynde analiza empíricamente la imagen social de la ciencia para la política en un contexto en el coexisten problemas graves y difíciles de gestionar. La ciencia para la política, entendida como el uso de evidencia, conocimiento y experiencia científica para la elaboración de políticas públicas, es un elemento clave para la gestión de estos problemas. Las decisiones políticas se tienen que tomar en condiciones de incertidumbre y, por tanto, la ciencia posnormal proporciona un marco idóneo para analizar ese tipo de situaciones. Por otro lado, la ciudadanía es cada vez más relevante tanto para la ciencia para la política como para la ciencia posnormal. Por tanto, el artículo parte del supuesto de que la investigación sobre la percepción pública de la ciencia para la política adquiere una importancia central en un presente definido por problemas de creciente complejidad. Los autores definen la imagen de la ciencia como la representación que las personas se forman de ella a partir de sus interacciones cotidianas con la ciencia y del entorno social en el que se desenvuelven. Trasladada a la ciencia para la política, esta perspectiva permite analizar específicamente cómo la ciudadanía representa y valora la incorporación del conocimiento científico a las decisiones colectivas. Estas representaciones se configuran mediante la interacción entre características individuales y contexto social, dos niveles analíticos estrechamente relacionados en la formación de percepciones y actitudes. Teniendo esto en cuenta, el artículo presenta un estudio exploratorio de la percepción de la ciencia para la política en la población española. En concreto, evalúa la asociación entre tres dimensiones: el valor percibido de la contribución científica a la política, la disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia y la comprensión de la interfaz ciencia-política y explora su relación con varios factores individuales y contextuales en una muestra de 3257 personas residentes en España. Los resultados indican diferencias en los factores que se asocian con las tres dimensiones de la imagen de la ciencia para la política. En concreto, la confianza institucional, el pensamiento crítico y la exposición percibida a mensajes positivos sobre la ciencia presentan asociaciones positivas con todas ellas, mientras que la ideología, el conspiracionismo, la religiosidad y la exposición a mensajes negativos muestran relaciones variables.



Zora Kovacic y Roger Strand proponen un análisis empírico de la producción participativa de conocimientos en la gobernanza ambiental. Consideran que la investigación sobre la formulación de políticas medioambientales ante retos posnormales como el cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad está atrapada en un *bucle normativo*: se prescribe la participación de conocimientos no expertos, pero faltan evidencia y teoría sobre los efectos que esa diversidad genera en las relaciones entre ciencia y política. Sin desmerecer el giro participativo, los autores señalan la necesidad de realizar una segunda fase de teorización posnormal que aborde el tema de la participación desde la perspectiva de la coproducción y sobre la base de un

análisis empírico. Para ello articulan la necesidad de transformar el ideal normativo de la inclusividad en la formulación de políticas medioambientales en un análisis empírico de los encuentros epistémicos en los entornos políticos. Partiendo de investigaciones previas sobre la gobernanza medioambiental, el artículo propone analizar la producción participativa de conocimiento como un fenómeno empírico, moldeado por las lógicas institucionales y la reconfiguración de las relaciones entre ciencia y política. A partir del análisis de diversos ejemplos, los autores llegan a la conclusión de que el objetivo de los procesos participativos en la gobernanza ambiental no es necesariamente la producción participativa de conocimientos, aunque puede aparecer como un subproducto de procesos de gestión de conflictos, ya que, cuando se tiene en cuenta a los participantes, también se tiene en cuenta lo que saben. A partir de aquí, plantean la necesidad de desarrollar una nueva agenda de investigación que, tomando como base la comprensión de que la participación no es una panacea, se centre en entender las lógicas institucionales que condicionan los procesos participativos de producción de conocimiento, sin predeterminar sus resultados. Los saberes locales pueden cambiar la gobernanza ambiental sin reemplazar ni corregir la ciencia. Los ejemplos en los que se apoyan sugieren que diferentes saberes forman híbridos de conocimiento, de gestión de los procesos participativos y de las mismas lógicas institucionales dentro de las cuales se enmarca la participación.

En el artículo “Cribado neonatal, culturas posnormales y gobernanza participativa en España”, María de los Ángeles Erazo analiza el cribado neonatal o prueba del talón, un programa de salud pública dirigido a la detección precoz de enfermedades congénitas, como estudio de caso. El cribado neonatal es más que una prueba diagnóstica; se ha convertido en un espacio en el que convergen numerosos factores: innovación biomédica, organización sanitaria, valores sociales y decisiones políticas. La autora defiende que la ciencia posnormal permite comprender de manera diferente la relación entre conocimiento científico y decisiones públicas. Aplicado al cribado neonatal, este planteamiento desplaza la atención desde la eficacia de la técnica hacia las condiciones institucionales que contribuyen a convertir la detección precoz en un beneficio compartido. La cuestión deja de centrarse en las enfermedades que se pueden detectar, para centrarse en los procedimientos que legitiman las decisiones, cómo se comunican sus fundamentos y cómo se incorporan las incertidumbres asociadas a la innovación biomédica. Basándose en una revisión narrativa y un análisis documental, el artículo busca responder a la pregunta: ¿cómo contribuye la idea de culturas científicas y tecnológicas posnormales a la interpretación de la evolución del cribado neonatal en España y de los cambios experimentados en sus formas de gobernanza? El artículo concluye señalando que el cribado neonatal permite analizar cómo gestionan las sociedades contemporáneas innovaciones cuyo valor no solo depende de la capacidad de la tecnología, sino de las condiciones científicas, organizativas, éticas y democráticas que justifican su utilización.



El artículo de Jaime Paneque, Enrique García Becerra y Jesús Rodríguez Rodríguez comienza señalando cómo las condiciones en las que se formuló inicialmente la ciencia posnormal no se pueden trasladar fácilmente a los contextos del Sur Global, marcados por la corrupción, la escasa legitimidad institucional, la inseguridad, la violencia y las profundas asimetrías de poder entre los distintos actores. En estos contextos, la

creación de comunidades de pares extendidas se enfrenta a importantes limitaciones operativas. Por consiguiente, dar por sentado que los modelos convencionales de participación y coproducción de conocimiento pueden aplicarse de manera uniforme en todos los contextos supone pasar por alto las condiciones materiales y políticas que determinan las posibilidades de investigación y acción colectiva en los territorios del Sur Global. Partiendo de un estudio realizado en Chulavista, un complejo de viviendas sociales a gran escala situado en la periferia periurbana del Área Metropolitana de Guadalajara (México), los autores analizan un proceso colaborativo de producción de conocimiento territorial para identificar y clasificar viviendas abandonadas en un contexto caracterizado por una intensa segregación socioespacial y altos niveles de inseguridad y violencia, con el objetivo de identificar formas de producción colaborativa de conocimiento que puedan desarrollarse en territorios urbanos en los que no se dan las condiciones necesarias para establecer una comunidad de pares extendida. Para alcanzar este objetivo, los autores desarrollan una metodología adaptativa basada en la cartografía participativa que les ha permitido mostrar cómo, en contextos en los que la inseguridad y la violencia limitan o imposibilitan la aplicación de estrategias de investigación convencionales —o la formación de comunidades de pares extendidas—, es posible desarrollar formas adaptativas de producir conocimiento relevante a nivel territorial sin abandonar la colaboración con los actores locales. El estudio ilustra cómo se pueden articular las capacidades distribuidas entre residentes, investigadores y otros actores para abordar problemas complejos en condiciones de acceso restringido. Al mismo tiempo, el caso de Chulavista sugiere que las comunidades de pares extendidas no deben entenderse como dispositivos metodológicos universalmente disponibles, sino como configuraciones sociales cuya viabilidad depende de condiciones territoriales, institucionales y políticas específicas.



El dossier termina con una entrevista a Silvio Funtowicz —realizada por Cristina López Barrero, Isabel Argüelles Rozada y José Manuel Iglesias Granda— en la que el filósofo de la ciencia menciona que su preocupación fundamental ha sido siempre entender cómo se construye la autoridad del conocimiento y qué ocurre cuando se presentan como definitivas conclusiones que en realidad están sustentadas en presupuestos y procedimientos discutibles. La formulación de la ciencia posnormal surgió de esa reflexión sobre la incertidumbre y la calidad del conocimiento. Gracias a su paso por la Universidad de Leeds, Funtowicz, matemático de formación, conoció los trabajos de Jerome Ravetz sobre evaluación de riesgos y se dio cuenta de que los modelos matemáticos servían para justificar decisiones políticas. A la hora de tomar esas decisiones, es importante tener en cuenta que el desarrollo tecnológico no implica necesariamente progreso, igual que el objetivo del desarrollo sostenible no tiene por qué ser dejar las cosas como están, pues es posible que no queramos conservar algunas de ellas. Por tanto, debemos examinar de manera crítica nuestras prioridades para establecer qué conocimientos y tecnologías se adaptan a nuestras circunstancias. Las crisis generan transformaciones que afectan de manera simultánea a los sistemas científicos, económicos y sociales. Por eso, la pandemia de COVID-19 situó en primera línea los principios centrales de la ciencia posnormal, la dificultad de tomar decisiones cuando los hechos son inciertos, hay valores en disputa, las consecuencias son graves y las decisiones urgentes. La respuesta a estos desafíos se sitúa en la participación, pero esta no puede consistir simplemente en incorporar opiniones a un procedimiento

que ya se ha establecido, ni puede reducirse a la coproducción de conocimiento. Para que sea eficaz, debe incorporar la diversidad y la pluralidad en un foro en el que confluyan diferentes intereses, relaciones de poder y conocimientos que creen las condiciones para que surjan nuevas perspectivas. Por lo que respecta a los desarrollos en inteligencia artificial, Funtowitcz señala que se debe reconocer como un desarrollo científico y tecnológico extraordinario, pero hay que valorar sus promesas desde una perspectiva crítica, porque esta tecnología plantea problemas no solo tecnológicos, sino también epistemológicos, políticos e institucionales. Funtowicz reconoce también que vivimos en un mundo muy fragmentado, en el que encontrar soluciones políticas es tremendamente complicado. Darse cuenta de eso no implica asumir una perspectiva pesimista y abandonar las instituciones. Hay que encontrar un compromiso, que no consiste en renunciar a nuestros principios, sino asumir que hay diferentes criterios y ninguna perspectiva puede imponerse sin debatir. Para terminar, pensando en el futuro, Funtowicz recomienda adoptar una perspectiva pragmática y aprender a diferenciar lo que se desea conseguir de lo que realmente se puede cambiar dadas las circunstancias. Es decir, las personas expertas no deben situarse por encima de la sociedad y decirle hacia dónde debe ir. Tampoco deben situarse fuera de las instituciones para señalar sus contradicciones. El objetivo debe ser entenderlas y asegurar que existen alternativas.

No hay duda de que nos encontramos en un contexto complicado: el cambio climático, la inteligencia artificial, las neurotecnologías o el diseño y funcionamiento de las redes sociales, por mencionar algunos de los problemas a los que debemos hacer frente, combinan ciencia y de la política. De acuerdo con los responsables del Boletín de Científicos Atómicos, el reloj del apocalipsis (*Doomsday Clock*) se situó en 2026 a 85 segundos de la medianoche. Este reloj llegó a estar a 17 minutos cuando finalizó la Guerra Fría en la década de 1990, pero desde entonces el tiempo no ha dejado de reducirse. Atribuyen el adelanto a la incapacidad de la política para atajar esos desafíos posnormales. Este dossier proporciona algunas claves que nos pueden ayudar a entender por qué hemos llegado a esta situación y presenta algunas estrategias sobre cómo abordarla.



**Bibliografía**

Bromme, Rainer, Mede, Niels G., Thomm, Eva, Kremer, Bastian & Ziegler, Ricarda (2022). An anchor in troubled times: Trust in science before and within the COVID-19 pandemic. PLOS ONE, 17(2), e0262823. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262823.

Cornejo Cañamares, María & Coto Suárez, Unai (2022). Pensar la ciencia. Una mirada desde diferentes prismas. CIEMAT.

Dankel, Dorothy J., Vaage, Nora S. & Van Der Sluijs, Jeroen P. (2017). Post-normal science in practice. Futures, 91, 1-4. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.05.009.

Eyal, Gil (2019). The crisis of expertise. Polity Press.

Funtowicz, Silvio O. & Hidalgo, Cecilia (2021). Pandemia posnormal: Las múltiples voces del conocimiento. PAPELES de relaciones ecosociales y cambio global, 154, 109-122.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1993). Science for the post-normal age. Futures, 25(7), 739-755. DOI: https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2020). Post-Normal Science: How Does it Resonate with the World of Today? En Vladimir Sucha & Marta Sienkiewicz (Eds.), Science for Policy Handbook (15-18). Elsevier.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2025). Knowledge, power, and participation in the post-normal age. Ecological Economics, 237, 108716. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108716.

Imhoff, Roland & Lamberty, Pia (2020). A Bioweapon or a Hoax? The Link Between Distinct Conspiracy Beliefs About the Coronavirus Disease (COVID-19) Outbreak and Pandemic Behavior. Social Psychological and Personality Science, 11(8), 1110-1118. DOI: https://doi.org/10.1177/1948550620934692.

Muñoz van den Eynde, Ana (2022). La percepción de la ciencia: una combinación de opinión y actitud que depende del tipo de ciencia. En María Cornejo Cañamares & Unai Coto Suárez (Eds.), Pensar la ciencia. Una mirada desde diferentes prismas. CIEMAT.

Sienkiewicz, Marta & Mair, David (2020). Against the Science–Policy Binary Separation. En Vladimir Sucha & Marta Sienkiewicz (Eds.), Science for Policy Handbook (2-13). Elsevier. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822596-7.00001-2.

Sucha, Vladimir (2020). Foreword. En Vladimir Sucha & Marta Sienkiewicz (Eds.), Science for Policy Handbook (pp. xiii-xiv). Elsevier.

Sucha, Vladimir & Sienkiewicz, Marta (2020). Science for Policy Handbook. Elsevier.

10.35362/issn.1850-0013-1253

# *The Tragedy of Change. How Combining Biosemiotics and Post-Normal Science Can Increase the Quality of the Sustainability Discourse* *

# La tragedia del cambio. Cómo la combinación de la biosemiótica y la ciencia posnormal puede aumentar la calidad del discurso de la sostenibilidad

# A tragédia da mudança. Como a combinação da biossemiótica e da ciência pós-normal pode aumentar a qualidade do discurso da sustentabilidade

**Mario Giampietro and Sandra G. F. Bukkens** **

*This essay illustrates how combining heterodox frameworks provides innovative insights into how the organizational identity of socio-ecological systems reproduces and adapts over time. Understanding these evolutionary dynamics offers crucial information for designing governance processes that manage systemic transitions without triggering structural collapse. We propose a novel narrative framework at the intersection of two fields: i) biosemiotics, focusing on self-organization, semantic closure, organismal agency, and sign-mediated constraints in complex adaptive systems; and ii) post-normal science (PNS), addressing the epistemological challenges of providing knowledge claims for the internal regulatory control of these processes under severe uncertainty and conflicting values. Modern sustainability crises are framed as information disorders, characterized by a growing tension between recorded past-present information (laws, validated knowledge, institutions) and virtual future-present concerns arising from individual interactions with biophysical environments. Finally, we explore how the systemic exclusion of "uncomfortable knowledge" creates zones of hypocognition within governing bodies, locking public policy into unviable pathways. We conclude that an integrated biosemiotic-PNS approach offers a useful methodology to evaluate fitness for purpose of current sustainability metrics.*

***Keywords:*** *complex adaptive systems; societal identity; sociotechnical imaginaries; uncomfortable knowledge; governance*



* Received: 12/07/2026. Reviewed: 17/09/2026. Approved: 15/10/2026.
** *Mario Giampietro:* Universidad Científica del Sur, Peru. European Centre for Governance in Complexity (ECGC), Norway. Email: mgiampietro@cientifica.edu.pe. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5569-7023. *Sandra G. F. Bukkens:* Universidad Científica del Sur, Peru. European Centre for Governance in Complexity (ECGC), Norway. Email: sandra.bukkens@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9171-3150.

Este ensayo ilustra cómo la combinación de marcos heterodoxos proporciona perspectivas innovadoras sobre la forma en que la identidad organizacional de los sistemas socioecológicos se reproduce y se adapta a lo largo del tiempo. Comprender estas dinámicas evolutivas ofrece información crucial para diseñar procesos de gobernanza que gestionen las transiciones sistémicas sin desencadenar un colapso estructural. Proponemos un nuevo marco narrativo en la intersección de dos campos: i) la biosemiótica, enfocada en la autoorganización, el cierre semántico, la agencia del organismo y las restricciones mediadas por signos en los sistemas complejos adaptativos; y ii) la ciencia posnormal (PNS), que aborda los desafíos epistemológicos de proporcionar afirmaciones de conocimiento para el control regulatorio interno de estos procesos bajo condiciones de incertidumbre severa y valores en conflicto. Las crisis de sostenibilidad modernas se enmarcan como trastornos de la información, caracterizados por una tensión creciente entre la información registrada del pasado-presente (leyes, conocimiento validado, instituciones) y las preocupaciones virtuales del futuro-presente que surgen de las interacciones individuales con los entornos biofísicos. Finalmente, exploramos cómo la exclusión sistémica del "conocimiento incómodo" crea zonas de hipocognición dentro de los órganos de gobierno, bloqueando las políticas públicas en vías inviables. Concluimos que un enfoque integrado de la biosemiótica y la PNS ofrece una metodología útil para evaluar la adecuación al propósito de las métricas de sostenibilidad actuales.

**Palabras clave:** sistemas complejos adaptativos; identidad social; imaginarios sociotécnicos; conocimiento incómodo; gobernanza



Este ensaio ilustra como a combinação de referenciais heterodoxos fornece perspetivas inovadoras sobre a forma como a identidade organizacional dos sistemas socioecológicos se reproduz e se adapta ao longo do tempo. Compreender estas dinâmicas evolutivas oferece informações crucials para o desenho de processos de governança que giram as transições sistémicas sem desencadear um colapso estrutural. Propomos um novo quadro narrativo na interseção de dois campos: i) a biossemiótica, focada na auto-organização, no fecho semântico, na agência do organismo e nas restrições mediadas por signos em sistemas complexos adaptativos; e ii) a ciência pós-normal (CPN), que aborda os desafios epistemológicos de fornecer alegações de conhecimento para o controlo regulatório interno destes processos sob condições de incerteza severa e valores em conflito. As crises de sustentabilidade modernas são enquadradas como distúrbios de informação, caracterizados por uma tensão crescente entre a informação registada do passado-presente (leis, conhecimento validado, instituições) e as preocupações virtuais do futuro-presente resultantes das interações individuais com os ambientes biofísicos. Finalmente, exploramos como a exclusão sistémica do "conhecimento desconfortável" cria zonas de hipocognição nos órgãos de governação, bloqueando as políticas públicas em caminhos inviáveis. Concluímos que uma abordagem integrada da biossemiótica e da CPN oferece uma metodologia útil para avaliar a adequação aos objetivos das métricas de sustentabilidade atuais.

**Palavras-chave:** sistemas complexos adaptativos; identidade societal; imaginários sociotécnicos; conhecimento desconfortável; governança

## Introduction

The long-term survival, historical continuity, and structural stability of socio-ecological networks depend fundamentally on their capacity to preserve an internal organizational identity while simultaneously adapting to the shifting and unyielding physical boundary conditions of the biosphere (Nielsen, 2000; Nielsen & Ulanowicz, 2011). In the current historical landscape, this delicate evolutionary balancing act faces unprecedented levels of destabilization. Global polycrises—visible in climate volatility, massive systemic biodiversity degradation, topsoil depletion, financial turmoil, and the approaching limits of natural resources—demonstrate that modern institutional governance mechanisms are increasingly incapable of processing physical feedback from the ecosystems that embed them (Nielsen, 2016).

This breakdown in institutional regulatory capacity reveals that our collective socio-economic structures are suffering from an epistemic crisis. We have built governance models that decouple abstract financial and political sign-systems from actual thermodynamic realities. The study of this intersection is no longer merely an academic luxury or an isolated philosophical exercise; it constitutes a critical requirement for survival, directly affected by collective concerns and fears. If collective decision-making processes fail to correctly interpret and respond to environmental warning signs, the historical pattern of complex societal collapse (Tainter, 1988) ceases to be a historical curiosity and becomes an unavoidable certainty. The central challenge of sustainability is to discover how a self-referential system can alter its own internal values and structural habits before material resource exhaustion forces a chaotic transformation from the outside.



## 1. Why biosemiotics?

For over a century, traditional science has attempted to resolve the relationship between organizational stability and external material dynamics through reductionist, quantitative models (López-Díaz & Gershenson, 2025). Early attempts, rooted in classical physics and later non-equilibrium thermodynamics, explored whether the persistence of living systems could be accounted for by universal laws of energy dissipation (López-Díaz & Gershenson; Nielsen, 2000; Prigogine, 1980). This fundamental dilemma was summarized by Karl Pearson in his 1892 classic *The Grammar of Science*, where he questioned how science could distinguish the living from the lifeless if both were described conceptually by the microscopic motion of inorganic corpuscles (López-Díaz & Gershenson, 2025). This inquiry highlighted the limits of pure physical mechanism: it lacked any conceptual vocabulary to describe purpose, intent, or functional selection.

It is lesser known that the concept of metabolism is also used in the field of energetics (pioneered by Ostwald, 1907, 1911), where it refers to the relation between energy transformations and the organization of human society, i.e., societal metabolism (Fischer-Kowalski, 1998; Fischer-Kowalski & Hüttler, 1998; Georgescu-Roegen, 1971, 1975, 1977; Giampietro, 1997; Giampietro *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1986; Odum, 1971; Prigogine, 1980; White, 1943; Zipf, 1941).

The mid-twentieth-century explosion in molecular biology, culminating in the mapping of DNA, temporarily sidelined these concerns by establishing a rigid, genocentric paradigm (López-Díaz & Gershenson, 2025; O Nualláin, 2014). Information was redefined as a passive, linear sequence of instructions, and organisms were framed as complex machine-like vehicles built to maximize the replication of code fragments (O Nualláin, 2014). Concurrently, complex systems science emerged to offer an alternative, non-reductionist narrative (López-Díaz & Gershenson, 2025). It framed living systems, ecosystems, and human societies as self-organizing, non-linear networks characterized by emergent behavior, feedback loops, and spontaneous order (López-Díaz & Gershenson, 2025; Nielsen, 2016).

In the development of complex systems theory, Herbert Simon (1962, 1996), one of the pioneers of complexity theory, proposed a narrative to describe the common pattern of self-organization used by these systems. They are produced and reproduced through an iterative process in which recipes (a formal, step-by-step notional description of a process) make processes (biophysical interactions constituted by organizational activities that generate, select, and execute those recipes), which in turn reproduce the recipes. Furthermore, this dynamic interplay shows that reducing lower-level mechanical degrees of freedom can paradoxically generate and amplify higher-level evolutionary and semiotic freedom (Zhou, 2023).

In applying non-equilibrium thermodynamics to the analysis of biological systems, Ilya Prigogine (1980) and Prigogine and Stengers (1984) identified the same organization in the functioning of biological systems. Genetic information recorded in the genotype (notional representations) drives communication across different functional components of biological systems, leading to biophysical processes that realize physical organisms—the phenotypes. In turn, the organisms belonging to that phenotype express a metabolic activity that copies and duplicates the original descriptions used to generate it.



In ecology, systems thinkers like H.T. Odum (1971) integrated these insights with thermodynamics, describing ecosystems as self-informed, autocatalytic loops that capture exergy and dissipate entropy (Nielsen, 2000). Again, in these narratives, we find a standard pattern in which “effective representations” allow effective communication, translating into “biophysical interactions” that generate an emergent property of the whole: the ability to reproduce the various steps of the process. Margalef (1967) beautifully captured this self-referential property by describing ecosystems as networks of “systems sending messages to themselves into the future”. This perspective has been extended into contemporary structuralist iterations highlighting that organismal agency and purpose are definitive characteristics of life that cannot be captured by purely genocentric or reductionist frameworks (Jaroš, 2025; Nielsen & Müller, 2000; Svorcova, 2024).

Finally, regarding the subject of this paper, a significant step forward in the social sciences was driven by the work of Niklas Luhmann (1986, 1995). Luhmann made it possible to apply the conceptualization of the biosemiotic narrative to the processes through which a society defines, preserves, and adapts its identity. Luhmann views

society as a network of meaningful communications stabilized through resonance between representations of processes taking place in society and actual interactions on the biophysical side, occurring both inside and outside society (Luhmann, 2009). This narrative builds on Habermas (1979) regarding communicative action—the need to establish a shared feeling of belonging to a community sharing common objectives—and on the concepts of exosomatic and endosomatic metabolism proposed by Lotka (1956), Georgescu-Roegen (1971), and Giampietro *et al.* (2012), which highlight the necessity of respecting biophysical constraints in the processes taking place on the tangible side.

This pattern of organization is highly complex because it involves impredicative relations among the interacting parts (which mutually construct each other), as well as a multilevel organization between the parts and the whole. This complex organization permits the system to express emergent behavior, enabling it to simultaneously reproduce and adapt to changing circumstances (becoming a cohesive system) across different scales.

Human societies share the basic organization of the biosemiotic process found in biological systems:

- self-referential autopoiesis of parts based on codes that preserve the identity of reproduced elements over time;
- structural coupling of parts-to-whole and whole-to-context informed by semiotic controls, keeping the dissipative system viable in its metabolic pattern;
- the establishment of a functional cycle that evaluates the meaning of identity within a given context, managing to integrate system activity with its surrounding environment.



However, compared to biological systems, the reproduction of human societal identity works in an entirely different way. Societal identity is determined not only by a common history (downward causation) but also by a virtual, common future continuously generated by the psychic structure of society at the individual level (Luhmann, 1995). This means humans can adjust their social identity not only by changing the structural elements in societal metabolism (institutions and technology) but also by altering their beliefs, values, and aspirations (ethical dimension). Consequently, they can introduce both new forms of downward causation (purposes for their life) and new forms of upward causation (technical innovations). In this way, societal identity can quickly evolve over time despite the genetic makeup of the human species remaining unchanged. This explains the evolutionary success of the human species over others on this planet.

Therefore, the narrative of biosemiotics demands that we abandon the classical analytical straitjacket of reductionism. This complex organization implies that complex adaptive systems are neither purely tangible nor purely notional; rather, they are both, with the two sides interwoven in a complex, dynamic manner.

Biosemiotics is an interdisciplinary domain of scientific inquiry in which biologists, philosophers, theoretical ecologists, complex systems scientists, systems theorists, and social scientists collaborate to develop a coherent narrative. In recent decades, this domain has become an important and respected scientific field of inquiry, characterized by an explosion of international conferences, international societies, peer-reviewed journals, and book series. However, the basic ideas and discussions taking place in this field remain largely unknown within the broader scientific and academic communities. For this reason, it is extremely difficult to provide effective, specific references on particular issues to individuals who are unfamiliar with these topics. In response to this challenge, the tendency in the field has been to generate introductory pieces authored by leading experts that provide a holistic view of this scientific domain (Andrade, 2007; Favareau, 2011; Kull *et al.*, 2009, 2011; Kull & Favareau, 2022; Queiroz *et al.*, 2011; Robuschi 2020; Vehkavaara & Sharov, 2017). Alternatively, other references do not address biosemiotics directly but focus on conceptual issues key to understanding its implications for the functioning of complex adaptive systems (Nielsen, 2000; Nielsen, 2007), as well as critical comparative evaluations mapping Peircean frameworks against contemporary code-semiotics (Brier & Joslyn, 2013).

## 2. The pressing need for post-normal science

Post-normal science calls for a careful and detailed evaluation of the quality of the process informing policy decisions under high levels of uncertainty, rather than evaluating the quality of the advice itself (Funtowicz & Ravetz, 1990, 1993). Compared to the traditional evidence-based policymaking approach (which checks only the quality of the final advice), moving the focus to the quality of the process introduces a notable complexification of the issue (Saltelli & Giampietro, 2017; Turnpenny *et al.*, 2010). Indeed, if we consider the entire process leading to a given decision, relevant factors must include not only the robustness of the knowledge claims used to inform decision-makers but also the endorsement of values, choices of purpose, and strategies adopted for handling uncertainty. As argued by Kønig *et al.* (2017, p. 13): "it should still be clear that the norms and values of the different problem-solving strategies depend on and are developed under different conditions of problem solving". This automatically entails that we cannot expect to find a single "best possible" solution to our problems.



Post-normal science has been primarily applied in the fields of environmental and sustainability sciences, where dilemmas inherently involve high uncertainty and competing stakeholder interests (see, for example, Francis & Goodman, 2010; Krauss *et al.*, 2012; Petersen *et al.*, 2011), and in public health and epidemiology, where medical science intersects with urgent public policy and human behavior—the COVID-19 pandemic being an iconic example (see, for example, Ravetz, 2020; Waltner-Toews *et al.*, 2020; Mongeon *et al.*, 2025). These applications have shown that when decision-making requires the ability to properly integrate rules and values under specific (and sometimes highly exceptional) circumstances, we must guarantee a process capable of endorsing both rules and values in relation to the decisions to be taken.

In this context, it is important to recognize that the process is not so much about reaching an absolute consensus but rather about seeking an agreement that can provide procedural solutions. This is where the insights provided by biosemiotics become essential. In fact, evaluated within the biosemiotic narrative, we can easily understand that the role of controls in the process (how to translate norms, rules, knowledge claims, and sociotechnical imaginaries existing in society into decision-making) is crucial in the field of science for governance. Regarding the overall task of preserving and adapting societal identity, how can we separate passion from reason when society is faced with the need to continuously update the existing set of values and rules that determine its social identity in response to environmental challenges?

There are three distinct families of narratives operating in the semiotic process:

- Justification narratives refer to the identification of societal concerns and a common purpose. They justify *why* action is needed.
- Explanation narratives refer to the "evidence" used to support the validity of the problem structuring, i.e., *how* we can address concerns and achieve the common purpose. This does not necessarily refer only to scientific "evidence"; it may also concern traditional knowledge, religious convictions, and sociotechnical imaginaries. The latter are generally accepted as feasible but may be mere wishful thinking (see Section 4).
- Normative narratives refer to the targets and results to be achieved. They dictate *what* must be done to implement the action toward achieving the chosen goals. This involves institutions, law enforcement, European Commission directives, etc.



In their daily social practices, the perceptions of local groups of interacting agents coalesce into a shared understanding of concerns, leading to the adoption of common narratives (shared beliefs about causality over relevant events) that justify actions. When these shared narratives about perceived threats or opportunities reach a critical mass, the issues become politically relevant. They are then used as inputs for relevant communications on the notional side. Here, scientific inquiry selects the corresponding "proper" (i.e., relevant and reliable) representations, which are then recorded as validated knowledge claims (societal memory) and utilized by the control system.

Wrapping up the recursive relation among the three narratives: (i) the *why* reflects the history of society and defines the final causes that must be addressed; (ii) the *how* refers to the collective knowledge accumulated by society about the present situation and the option space; and (iii) the *what* is determined by the ontologies and narratives used to describe and anticipate the effects of its actions on the tangible side. The *what* includes not only the definition of external action but also decisions about internal system organization (such as institutional settings, tax systems, and social benefits). In this process, individual feelings play a key role within the biosemiotic process by judging the quality of the overall system: they answer whether the efforts required from individual members of society were worth the burden. They address the fundamental question of whether the collective efforts of society's members truly yielded worthwhile results, an

area increasingly studied via multi-level psychodynamic and bioenergy frameworks that map personal well-being directly onto wider macro-semiotic constructs (Goli, 2025).

Thus, the three narratives about *why*, *what*, and *how* affect each other in an impredicative way; therefore, their quality cannot be discussed in isolation. The entanglement between passion (the *why*) and reason (the *how*) is unavoidable and key to the proper functioning of the semiotic process in relation to the selection of effective policies, which must be mediated by the political process (the *what*). Indeed, the quality of scientific input to policymaking is systematically affected by four factors that should be considered simultaneously:

- *(Un)fairness:* This refers to the filtering of an infinitude of individual concerns into a limited set of societal concerns to be addressed. It is critical to decide how to select among the different narratives found in society: who decides, and how do we prioritize the stories populating the sustainability discourse?
- *Hegemonization:* This refers to the step of setting priorities in selecting societal concerns to be addressed and implementing policies regarding those concerns.
- *Hypocognition:* This refers to the step of selecting useful representations for informing policy. It is essential to be aware of possible 'unknown unknowns' or 'unknown knowns' in this selection process. 'Unknown unknowns' or 'unknown knowns' may be neglected or purposefully ignored in the selection of 'valid or relevant knowledge' (hypocognition), while familiar concepts (known knowns) may be over-applied to situations where they do not fit (hypercognition) (Giampietro & Bukkens, 2022).
- *Uncertainty:* This refers to the aggregate effect of the previous three factors on the quality of the entire biosemiotic process. Considering the whole process, uncertainty is unavoidable and represents an essential factor to recognize. Depending on the type of decision required, uncertainty can become extremely relevant.

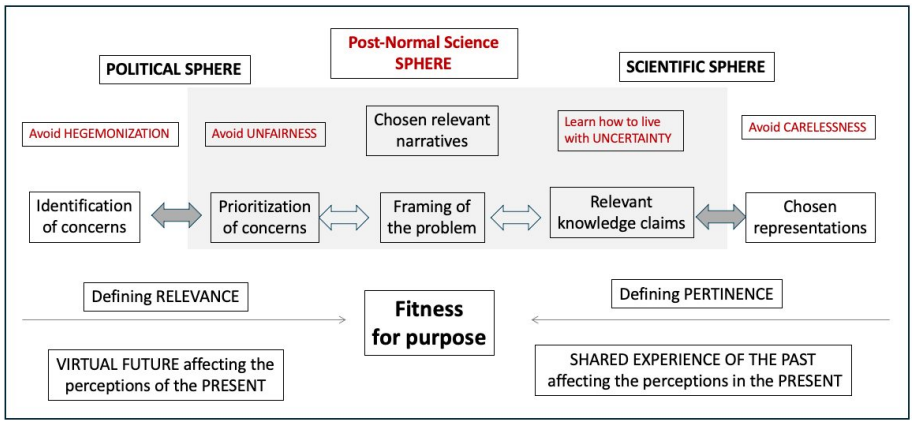


From the section above, it is evident that science occupies a peculiar place in the biosemiotic process. According to Luhmann (1995), and in line with the concept of scientific 'evidence', science is based on the binary principle of true/false. However, within a biosemiotic process, science cannot provide a generalized criterion of truth. Within a biosemiotic process, the quality of a given scientific explanation depends on the usefulness and desirability of the results obtained when applying it. That is, setting aside uncertainty, if we acknowledge that science can only provide explanation narratives, then depending on the purpose of the analysis, science can only be useful or irrelevant. For this reason, we suggest adopting a different quality code for science, moving from the idea of scientific evidence (true/false) to scientific explanation (useful/irrelevant). This is where post-normal science is key.

A conceptual illustration of how post-normal science can be seen as a problem-solving procedure in the biosemiotic process, integrating the scientific and political spheres, is shown in **Figure 1**. The set of impredicative relations illustrated in **Figure 1**

shows that before deciding on a specific scientific problem-framing (moving from left to right), it is necessary to explore relevant concerns in society and to establish priorities over these concerns to articulate the justification narratives that will guide the choice of explanation narratives. At the same time, an analogous process of selection (moving from right to left) must be carried out regarding the pertinence of scientific information—i.e., the choice of narratives and ontologies—and the individuation of knowledge claims providing relevant insights into how to properly frame the selected concerns.

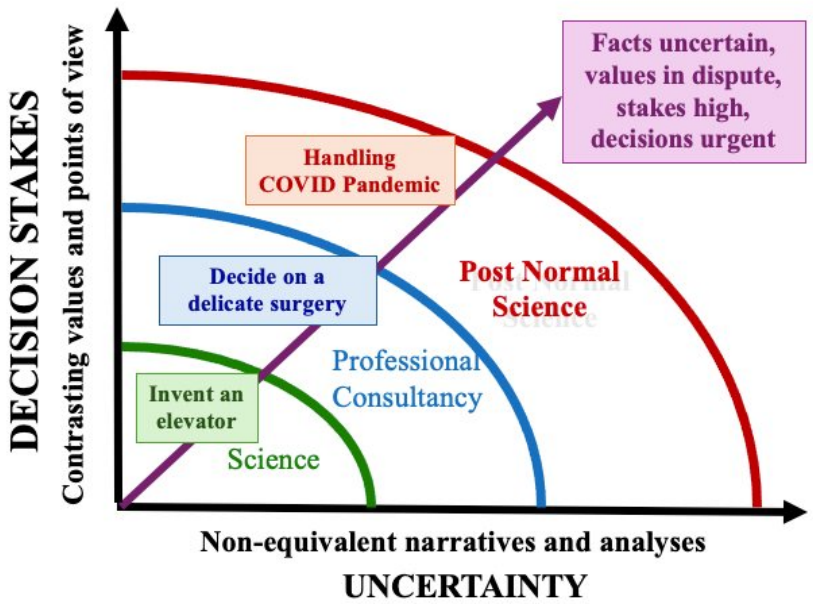
**Figure 1. Post-normal science as a problem-solving procedure in the biosemiotics process**




Source: own elaboration.

The inputs coming from the political sphere must be validated by processes taking place in the notional system (individual feelings, ideologies, concerns), while inputs coming from the scientific sphere reflect the existing set of validated communications recorded in societal memory and institutionalized in scientific inquiry. The two sets of inputs must be integrated within a process of reciprocal entailment; concerns can be defined as wrong by new scientific explanations, while explanations can be classified as irrelevant by new concerns. This dynamic and reciprocal entanglement implies that optimal solutions based solely on the results of scientific inquiry are an illusion. Indeed, one of the major insights of post-normal science is that the quality of scientific information used for governance depends on its fitness for function or purpose (Funtowicz & Ravetz, 1993, 1994, 1997). Hence, the quality check on information generated and used to guide action must encompass all steps of the biosemiotic process.

**Figure 2. Post-normal science described through a biosemiotics lens**




Source: own elaboration (after Funtowicz & Ravetz, 2020).

**Figure 2** shows an alternative version of the iconic graph of post-normal science based on the biosemiotic narrative. The vertical axis represents the pre-analytical choice of justification narratives—that is, *why* action is needed and the related decision stake. The horizontal axis represents explanation narratives (*how* to take action to deal with specific concerns) and the corresponding uncertainty related to the coexistence of a variety of different perceptions and representations of knowledge claims endorsed by society.

The systemic level of ignorance about "the external world" means these representations cannot be completely trusted. Given the complexity of social systems, the mix of perceptions and representations used to model them cannot properly predict the future results of interactions taking place on the tangible side of the socio-ecological system across all dimensions and levels of analysis. Models making climate change predictions are a prime example of this problem; uncertainty is unavoidable.

The diagram of post-normal science shown in **Figure 2** reflects different typologies of problem-solving strategies to decide *what* action should be taken. Three common problem-solving strategies include:

- *Applied science*: This strategy is useful when dealing with validated types of social practices, such as constructing a parking garage. In this case, we have a clear consensus on the definition of concerns to be addressed (the *why*; vertical axis of **Figure 2**) and a clear consensus on relevant perceptions and representations (the *how*) to establish an uncontested problem structuring (the *what*). In this situation, two quality checks are needed: on the rigor of the analysis (application of validated knowledge claims) and on the possibility that the given problem structuring is missing "unknown unknowns" or "unknown knowns" (Giampietro & Bukkens, 2022). Hence, even when relying on validated knowledge, one must always be aware of the possible presence of hypocognition (Lakoff, 2010). In this case, the moral responsibility of the scientist refers to the quality of the disciplinary work delivered. This moral responsibility demands a reflexive appraisal of the limits of applicability of their own domain of expertise in relation to the given problem.
- *Professional consultancy:* This strategy is useful when dealing with a unique instance of social practice, such as performing a newly developed surgery. In this case, relevant concerns coexist and require prioritization before deciding what to do. This involves evaluating different coexisting perceptions and representations of the consequences of the action (for both the surgeon and the patient). In this situation, the moral responsibility of the choice of action must be shared between scientists and those affected by the decision. Quality checks in this problem-solving strategy must consider potential carelessness and hegemonization on the part of the expert (e.g., downplaying risks in the fervor of attempting a new procedure) as well as the hypocognition unavoidably related to new techniques. The choice of consultant matters significantly, as do the characteristics of the patient, and consulting several different experts is highly recommended when adopting this strategy.
- *Post-normal science:* This strategy is useful for addressing new perceptions of concerns (*why*), corresponding required new representations (*how*), and new policies and measures (*what*) to update social practices. Relevant examples include the efforts of the European Commission and national governments to transition to a low-carbon economy, or the handling of the COVID-19 pandemic. As shown in **Figure 2**, these situations invariably involve legitimate, contrasting concerns, interests, and aspirations, diverging opinions about prioritization, and new, untested representations. This makes it impossible to arrive at a robust grand narrative indicating a singular best course of action, presenting a formidable challenge to scientists and policymakers alike (Giampietro & Kovacic, 2019). In the case of urgent decisions, respecting all required quality checks can become an impossible mission. The issue of fairness, though highly relevant, becomes particularly difficult to address properly: how do we reach a "fair" agreement on whose feelings and interests regarding shared purposes, prime concerns, and socio-technical imaginaries should be prioritized over others? This situation represents what Funtowicz and Ravetz (1990, 1994) term the "tragedy of change".

### 3. The process of preserving and adapting societal identity

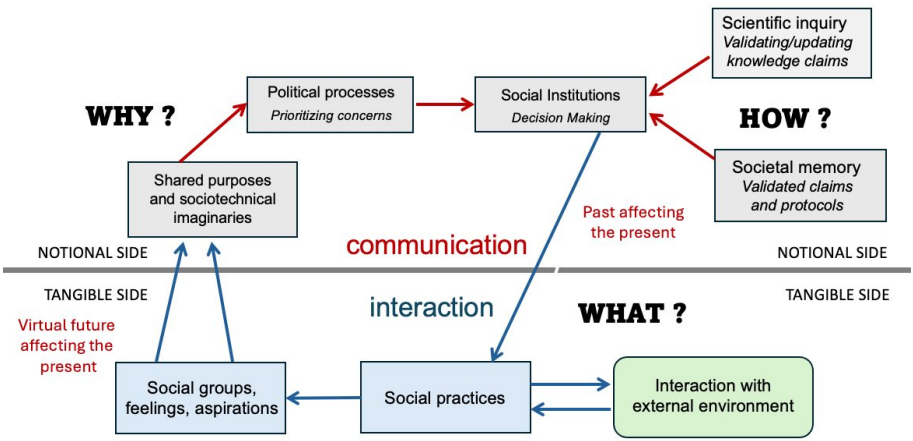
All these views and concepts share the notion that the unique ability of complex adaptive systems (e.g., organisms, ecosystems, societies) to reproduce and adapt their identity is rooted in a process of resonance between a set of meaningful, semiotically robust representations on the notional side and a set of feasible (thermodynamically viable) actions on the tangible side. This process of resonance is the result of balancing two competing needs:

1. Maintaining the fit, at any given moment, between actual expectations (on the notional side) and actual biophysical realizations (on the tangible side).
2. Guaranteeing future adaptation to changes over time in either environmental boundary conditions (changing external conditions) or the social fabric (changing initial conditions).

This balancing act of maintaining the status quo while simultaneously allowing for change depends on establishing and maintaining effective communication among society's members, who share their experiences regarding prior interactions with society and the external environment. This is shown schematically in **Figure 3**. This figure is divided into two parts: the upper part represents events taking place on the notional side of the system, while the bottom part represents events taking place on the tangible side. The two parts must stabilize each other in an impredicative set of relations to generate, preserve, and adapt the following basic elements:



**Figure 3. The biosemiotic process of formation and adaptation of the identity of human society**




Source: own elaboration.

On the notional side, the biosemiotic process must generate:

- A set of shared purposes that justify the commitment of society's members to operate together toward the reproduction and adaptation of an accepted identity. Members of society, through mutual communication, must share the feeling that the chosen identity is desirable and feasible—that it is worth the burden it entails. A given identity must be associated with a sociotechnical imaginary about the future (Jasanoff & Kim, 2015). It is precisely this shared feeling (moral power) that legitimizes institutions and validates the recorded knowledge of society (suggesting updates or even revolutions when deemed necessary). The goals and dreams to be achieved must be shared by the social group rather than by individuals.
- A corpus of validated knowledge claims used to organize and exploit the experience accumulated in interactions with the external world (represented by scientific inquiry and societal memory components). This knowledge is organized into taxonomies of narratives, ontologies, and recorded data used in representing the external world, and it guides action through the definition of institutions, protocols, rules, and controls.

On the tangible side, the biosemiotic process must guarantee the well-being (regarding feelings and emotions) of various social groups, maintain an integrated set of social practices (Schatzki, 1996), and respect the ecological processes required for an admissible environment (boundary conditions). The latter is a crucial but complex constraint, as environmental admissibility does not depend solely on activities carried out inside the social system, but also on the characteristics of embedding ecosystems and the activities of other social systems with which society trades. That is, it depends on the characteristics of remote ecosystems and international trade activities.



Hence, environmental admissibility is not fully under the control of society's self-organizing process. This dependence on external processes entails systemic uncertainty regarding the validity of information stored inside the system. The more a society boosts its autopoietic activity, strengthening its internal identity, the more it increases its impact on the external environment. As proven historically (Tainter, 1988) and evident today, the over-exploitation of embedding and remote environments, alongside dependence on external societies, tends to destabilize and ultimately endanger the societal process of self-organization over the long term.

On the notional side (upper half of **Figure 3**), interpreting the shared representations stored in collective memory is essential for guiding action (right-hand side of **Figure 3**). This interpretation, along with consequent validation or rejection, is needed to fix or improve social practices on the tangible side through modifications to data, models, rules, controls, and institutions. Hence, to stabilize the resonance between the notional and tangible sides, the social system must guarantee:

- *On the notional side:* An effective system of communication capable of preserving and expanding the meanings used to define and update the expected states of society.
- *On the tangible side:* An effective system of tangible controls over the network of biophysical interactions, ensuring that social practices operate within an admissible environment.

In practical terms, it is impossible at any given point in space and time to reach an uncontested agreement in society on a shared set of experiences gained on the tangible side and a shared set of expectations defined on the notional side, let alone perfect congruity between the two. Hence, the mechanism reproducing and adjusting human societal identity is not about reaching an exact correspondence between both sides ("same" and "same"), but rather about seeking an acceptable agreement that can provide procedural solutions (for a more detailed analysis, see Giampietro, 2024).

Robert Rosen (1985) argued that of the two sides of human societal identity, the notional one (shared purposes and sociotechnical imaginaries) is the most critical. Indeed, humans tend to colonize their environment rather than adapt to it; they seek to overcome the biophysical factors that limit the expression of their desired social identity. The primary focus of human society is not centered on harmoniously integrating into the complex ecological network of which it forms a part, but rather on altering that network to suit its own desires and perceived needs (e.g., through intensive agriculture, industrialization, and urbanization). While the changes required to meet current human aspirations are profound and endless, the scope for changing environments in a sustainable way is severely constrained. This is precisely where environmental problems (climate change, soil erosion, pollution, habitat destruction) unavoidably emerge.



As described previously, in the process of self-organization on the tangible side, the "criterion of truth" for information inputs used in the societal control system is represented by the proven ability of society to reproduce and adapt the tangible structural and functional components needed to achieve the desired configuration for its members. Hence, self-organization on the tangible side is about reproducing a given set of expected interactions with the external world, referred to as structural coupling (Maturana & Varela, 1992). The information used to achieve and stabilize structural coupling only addresses the technical and tangible interactions needed to stabilize the metabolic pattern of society; it does not address individual feelings, perceptions, or values. Nonetheless, the justification for reproducing structural coupling (the *why*) refers to the *entire* process of self-organization and autopoiesis, flagging the importance of a generalized acceptance of the perceived desirability of social practices at the individual level.

Preserving coherence over established and expected social roles translates into preserving a "group identity" that is essential for effective communication based on a shared language. In other words, to communicate, humans must share a common purpose (Habermas, 1979). Using this group identity, individual members of society can establish a self-referential process bundling together their shared feelings, allowing the

endorsement of a common purpose via sociotechnical imaginaries (Jasanoff & Kim, 2015). The perception of shared feelings about a common purpose allows the formation of a social fabric that holds members together and enables the integration of social practices across different organizational levels (Schatzki, 1996). This underscores how human self-organization relies on balancing somatic interoception, individual drives, and collective narratives to avoid existential friction (Goli, 2025).

The definition of a common purpose justifies collaborative action (the *why*) and legitimizes the institutions that enforce social decisions (the *how*). Without a robust social fabric, individual members would lose their feeling of belonging, making it impossible to decide how to preserve and adapt integrated social practices. To put it another way, the governance of human society requires the integration of biophysical, technical, economic, and political aspects alongside psychological, emotional, and affective components (Castoriadis, 1997).

When dealing with the notional side of identity, it is essential to answer questions like: Who are we? Why are we doing what we are doing? How do we know that we are "we"? Hence, this process of autopoiesis is about the ability of the system to define the final causes of its functional compartments within the overall process of self-organization. The emotional endorsement of this side of societal identity is essential to secure the commitment of society's members to express collective action. For example, this notional process of autopoiesis plays an important role in the strong and enduring resistance of Ukraine to the Russian invasion.



When individual members of society dislike what they experience, they react by refusing to accept the identity forced on them by unwanted semiotic controls. As a result, they lose their feeling of belonging and eventually leave the group or stop respecting its rules. As described by Tainter (1988), the collapse of complex societies is unavoidable when the iteration between semiotic control and societal metabolism no longer satisfies the hopes and fears of its members at the lower level. In this situation, information stored in institutional memory loses its original meaning for those operating at the lower level because individuals no longer recognize the associated knowledge as useful. This loss of meaning within the control system progressively translates into an inability to process negative feedback loops. This situation has been described by Funtowicz and Ravetz (1994) as the "*ancien régime* syndrome".

As shown by the collapse of the Soviet Union in 1991, a sudden implosion of a system is not necessarily triggered by conflicts over the truth value of structural knowledge claims (such as the credibility of economic plans decided by a central committee). Collapse can also result from a sudden flip in emotional perceptions regarding the underlying purpose of society. For instance, in the Soviet Union, the established social role of the "border guard" stopped making sense to those working at the gates of the Berlin Wall. This loss of meaning of a specific social practice can spread with a domino effect throughout society. For this reason, the survival of large socio-economic ideologies (e.g., communism and capitalism) depends not only on the technical quality of knowledge claims but also on their capacity to convincingly promise a decent quality of life while minimizing emotional stress. It must preserve the social bonding defined in the process of self-referential autopoiesis.

## 4. Information disorder

When the recursive alignment between a society's notional representations and its biophysical interactions breaks down, the resulting socio-ecological friction manifests as a profound epistemic crisis. Within an integrated biosemiotic-PNS perspective, this breakdown can be conceptualized as an information disorder. Rather than a simple glitch in technical transmission, this disorder signals a widening structural rift between recorded, institutionalized memory (the "past-present") and the evolving existential aspirations of individuals confronting changing environmental constraints (the "future-present"). Because modern governance relies heavily on institutionalizing a dominant coupling of justification and explanation narratives to maintain legitimacy, it inherently struggles to process negative environmental feedbacks that disrupt its core identity. This section explores the anatomy of this informational gridlock, examining how governance institutions actively filter out disruptive realities to protect prevailing sociotechnical imaginaries, and mapping how these dynamics distort democratic quality control across distinct typologies of misinformation, disinformation, and malinformation.

### 4.1. Uncomfortable knowledge

As early as 1979, Habermas expressed concern about a systemic legitimation problem in social welfare mass democracies. He argued that modern states, having abandoned prior nationalistic mechanisms of identity formation, tend to base their legitimacy on the idea that all sustainability challenges can be solved via economic progress, thereby keeping structural contradictions and conflicts under control. Today, Habermas's prophecy can be recognized in the European Green Deal, which promises to transform the EU into a modern, resource-efficient, and competitive economy, ensuring zero net emissions of greenhouse gases by 2050, economic growth decoupled from resource use (green growth), and ensuring no person or place is left behind (European Commission, 2021). Facing this tall order, the only operational solution is the reliance on oversimplified and overly optimistic sociotechnical imaginaries, such as the circular bioeconomy and green growth (Giampietro, 2019; Vivien *et al.*, 2019; Giampietro & Funtowicz, 2020; Giampietro & Bukkens, 2022; Giampietro *et al.*, 2025).



In the short term, such imaginaries are effective not only in reducing systemic stress ("yes, we can") but also in transforming complex socio-political issues into mere technical puzzles that can be resolved outside the realm of politics (Funtowicz & Ravetz, 1990; Strassheim & Kettunen, 2014; Winner, 1989; Wynne, 1992). When scientific frameworks stealthily embed these romanticized assumptions or policy-driven "oughts" under the guise of neutral factual reporting, traditional science risks being co-opted into a form of value-imbued advocacy or "normative science" (Lackey, 2025). The confidence of humankind in its ability to fix all problems through a continuous flow of new business models and technical innovations has profound consequences for modern society, driving the systemic selection of policies that prioritize rigid control (e.g., path roadmaps) over flexible, adaptive crisis management.

Rayner (2012) argues that the success of using simplified, optimistic sociotechnical imaginaries in sustainability discourses is not necessarily due to a conspiracy of hidden powers but is an outcome of the sense-making processes employed by institutions. To

make sense of world complexity so they can act, individuals and institutions develop simplified, self-consistent versions of reality. This process requires that knowledge which stands in tension or outright contradiction with these versions must be excluded or expunged; this constitutes "uncomfortable knowledge" (Rayner, 2012).

However, the collective socio-technical imaginary underpinning the European ideal is experiencing a decline in public trust (Benessia *et al.*, 2016; Reinert, 2017). This erosion ultimately threatens the validity of the European Union's social contract, which serves as the foundational guarantee for its stated core values.[1] These comprise achieving sustainable development based on balanced economic growth, price stability, full employment, and environmental protection. Preserving these values depends on a shared belief that existing institutions can guarantee perpetual economic growth alongside social welfare and environmental health. Faced with global polycrisis, growing political disaffection, the collapse of international orders, and resource shortages, society frequently resists a re-discussion of institutional arrangements, locking itself into a stubborn denial of the present predicament. This pushes governing authorities to maintain social cohesion around oversimplified imaginaries to stabilize subsidies and the welfare state. As Gramsci (1992) famously stated: "The crisis consists precisely in the fact that the old is dying and the new cannot be born; in this interregnum a great variety of morbid symptoms appear".

Can this justify a systemic campaign of policies based on implausible sociotechnical imaginaries—such as green growth through a circular economy (Giampietro, 2019) or rapid zero-emission trajectories through technical innovations (Smil, 2024)? Is the systemic elimination of uncomfortable knowledge from the sustainability discourse compromising the democratic process of quality control in policy choices?



### 4.2. Misinformation, disinformation, or malinformation

To answer these questions and examine the information disorder in current sustainability discourses, we draw on the work of Hayward (2024) and Wardle and Derakhshan (2017). Wardle and Derakhshan suggest that the phenomenon of information disorder demands careful reflection on language and a critical appraisal of terms. They categorize these phenomena into three distinct classifications:

- *Misinformation:* False information that is shared but not intentionally circulated to cause harm.
- *Disinformation:* False information that is intentionally circulated to cause harm or manipulate outcomes.
- *Malinformation:* Genuine, factually accurate information that, if shared publicly, can cause contextual harm.

[1] See Article 3 of the Consolidated Treaty on European Union.

Building on this framework, Hayward (2024) suggests that analyzing the impacts of implausible sociotechnical imaginaries and the exclusion of uncomfortable knowledge requires combining three analytical approaches:

1. An epistemic approach to check the robustness of a proposition.
2. A behavioral approach designed to detect deliberate strategies for generating false statements to dominate a narrative or establish discourse hegemony.
3. A security strategy deployed to evaluate risks of harm associated with communicating specific propositions, which inherently involves a wicked assessment of what needs to be protected, why, and how.

It is further helpful to consider the distinction proposed by James Carey (1992) between a transmission view of communication and a ritual view of communication. Drawing on this, Wardle and Derakhshan (2017) observe that rather than viewing communication simply as information transmission, we must recognize its role in representing shared beliefs. It operates as a drama portraying contending forces. A ritual view is directed toward the maintenance of society in time through the representation of shared beliefs (Carey, 1992).

The dynamics illustrated in **Figure 3** show that the equilibrium between shared beliefs (imaginaries) and shared representations (daily social practices) must be continuously updated to accommodate new justification narratives (*why*) and explanation narratives (*how*). This iteration implies that interpreting individual experiences must establish priorities over societal concerns for inclusion in institutional justification narratives. Whichever form this prioritization takes, it results in the predominance of a subset of narratives within official storytelling. Explanation narratives used to guide action, conversely, must provide a simplified, self-consistent version of interactions with the outside world. This deliberate or unreflective blending of empirical evidence with subjective benchmarks (such as characterizing an environmental shift as a “degraded ecosystem” rather than a neutral physical state) severely threatens the social license of the scientific enterprise, explaining why public trust in the impartiality of scientists has steadily declined (Lackey, 2025). Uncomfortable knowledge can prevent the achievement of convergence between these two sides of identity. Thus, the formation and adaptation of societal identity relies on an institutional hegemonizing of the chosen coupling of justification and explanation narratives.



Combining these perspectives, we can elaborate the three categories of information disorder as follows:

- Misinformation refers to explanation narratives that are technically unreliable due to the uncertainty naturally inherent in information transmission. Implausible sociotechnical imaginaries frequently fall into this category.
- Disinformation involves a practice designed to unfairly hegemonize a selected narrative for the benefit of a specific group of social actors. Disinformation is

not about polluting technical knowledge claims but about manipulating beliefs within the democratic process to prioritize specific narratives in decision-making, imposing the aspirations of one group over the rest of society.

- Malinformation represents the most complex concept; depending on the context and perspectives involved, a proposition can be deemed dangerous or useful. This category refers directly to the dilemma posed by uncomfortable knowledge.

When do implausible sociotechnical imaginaries and the avoidance of uncomfortable knowledge (such as biophysical limits to growth or the dependence of Western lifestyles on disproportionate resource appropriation) become genuinely harmful? Hayward (2024, p. 17) argues that this occurs if narratives "undermine confidence in the institutions whose epistemic authority a society relies on for its democratic functioning... A democratic society depends on the trust and goodwill of citizens towards each other and towards the system that regulates their interactions. If that trust is severely eroded, there is a risk of system collapse and social crisis". In these cases, uncomfortable knowledge can be described as "toxic truths" (Basham, 2018).

We thus observe a systemic Yin-Yang tension in society between the need to circulate noble lies (rosy sociotechnical imaginaries) to legitimize existing institutions and strengthen the social fabric, and toxic truths (uncomfortable knowledge) to dismantle obsolete myths and enable adaptation. Both noble lies and toxic truths are potentially dangerous, but in different ways. Noble lies stabilize the status quo during periods of equilibrium; however, during a polycrisis requiring urgent structural modification, they generate the *ancien régime* syndrome, defined by Funtowicz and Ravetz (1994) as a state where ruling elites adopt a strategy of denial, refusing to process signals of danger.



In these situations, toxic truths are indispensable for unleashing radical changes in a status quo that is no longer capable of handling crises, even if this causes direct harm to an institutional regime. It is therefore unwise to indiscriminately reject uncomfortable knowledge or label it as malinformation simply because it challenges sustainability policies, as doing so suppresses useful criticism of potentially implausible models used to justify ineffective political decisions (European Environment Agency, 2024).

The quality of political decisions does not depend on their good intentions, but on the fitness for purpose of the narratives chosen to inform policy. As Hayward (2024, p. 19) notes: "A risk in defending a 'noble lie' on the basis of social values, in practice, is that this could materially amount to defending the values of some against the values – or, indeed, against the interests or needs – of others... In a democracy, the terms of acceptance of that justification, if any, should be in the gift of those affected".

## Conclusion

Acknowledging that humanity should better adapt to the environment rather than ravage it, the sustainability discussion should not center on how to fix the environment to suit our own needs to avoid changes in our identity, but on how to adapt our societal identity

to respect environmental equilibrium. We must learn how to go through what Funtowicz and Ravetz term the "tragedy of change".

The integration of biosemiotics and post-normal science (PNS) fundamentally improves the quality of the sustainability discourse by replacing the illusion of a singular, optimal scientific "truth" with a participatory assessment of "fitness for purpose". While traditional science reduces complex issues to technical puzzles, a combined biosemiotic-PNS approach forces us to evaluate the complete recursive loop of governance: how societal passions (the *why* / justification narratives) dictate scientific framing (the *how* / explanation narratives), which in turn dictate institutional enforcement (the *what* / normative narratives). By acknowledging that these narratives are impredicatively entangled, this integrated framework provides a diagnostic tool to expose how institutions use oversimplified, growth-centric imaginaries to filter out uncomfortable knowledge and create zones of hypocognition. It improves discourse by shifting the focus from generating more data to auditing the quality, fairness, and relevance of the entire communication process under severe uncertainty.

This integration yields crucial insights for the governance of socio-ecological systems, reviving the core challenge established at the outset of this essay. Viable governance requires stabilizing the resonance between semiotic representations on the notional side and thermodynamic constraints on the tangible side. Because human self-organization relies on a shared group identity and emotional endorsement at the lower level, governance cannot rely strictly on top-down technocratic controls. When semiotic controls ignore environmental feedback and force an unwanted metabolic pattern onto citizens, individual meaning is lost, triggering an *ancien régime* syndrome where rules are no longer respected and the social fabric dissolves. Therefore, adaptive socio-ecological governance must transition away from rigid path roadmaps and path dependency. Instead, it must design institutional architectures capable of deliberately balancing the "Yin-Yang" tension between necessary stabilizing myths (noble lies) and the disruptive, adaptive truths (uncomfortable knowledge) needed to survive structural tipping points.



Ultimately, the widespread perception of global polycrisis indicates that our tangible social practices urgently require change. On the notional side, however, society remains incapable of relinquishing growth-centric imaginaries locked in its collective memory; we face the tragedy of change, but we do not know how to go through it. To resolve this impasse and achieve genuine governance of our sustainability metrics, we must use this combined framework to confront the ultimate political question: what are we willing to lose to preserve what we collectively want to sustain?

**Acknowledgement**

We would like to thank the two anonymous reviewers for their useful comments and suggestions. This article was prepared and written without any financial assistance or funding.

**Declaration on the use of AI**

In this article, the Google Scholar and Scopus search engines were used for the review of scientific literature. Google Translator was used to translate the English abstract to Spanish and Portuguese.

**References**

Andrade, Eugenio (2007). A semiotic framework for evolutionary and developmental biology. BioSystems, 90, 389-404. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2006.10.003.

Basham, Lee (2018). Joining the conspiracy. Argumenta, 3(2), 271-290. DOI: https://doi.org/10.23811/55.arg2017.bas.

Benessia, Alice, Saltelli, Andrea, Funtowicz, Silvio, Giampietro, Mario, Guimaraes Pereira, Angela, Ravetz, Jerome, Strand, Roger, van der Sluijs, Jeroen P., Sarewitz, Daniel. (2016). The rightful place of science: Science on the verge. Consortium for Science, Policy, & Outcomes. Retrieved from: https://cspo.org/publication/the-rightful-place-of-science-science-on-the-verge/.

Brier, Søren & Joslyn, Cliff (2013). What does it take to produce interpretation? Informational, Peircean and code-semiotic views on biosemiotics. Biosemiotics, 6(2), 143-159. DOI: https://doi.org/10.1007/s12304-012-9153-5.

Carey, James W. (1992). Communication as Culture: Essays on Media and Society. Routledge.

Castoriadis, Cornelius (1997). The Imaginary Institution of Society: Creativity and Autonomy in the Social-historical World. Polity Press.

European Commission (2021). A European Green Deal. Retrieved from: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

European Environment Agency (2024). Governance in complexity - Sustainability governance under highly uncertain and complex conditions. EEA Report 05/2024. DOI: https://doi.org/10.2800/597121.

Favareau, Donald (2008). The evolutionary history of biosemiotics. In Marcello Barbieri (Ed.), Introduction to Biosemiotics: The New Biological Synthesis (1-67). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/1-4020-4814-9_1.

Favareau, Donald (2015). Why this now? The conceptual and historical rationale behind the development of biosemiotics. Green Letters: Studies in Ecocriticism, 19(3), 227-242. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/14688417.2015.1074088.

Fischer- Kowalski, Marina (1998). Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. Journal of Industrial Ecology, 2(1), 61-78. DOI: https://doi.org/10.1162/jiec.1998.2.1.61.

Fischer-Kowalski, Marina & Hüttler, Walter (1998). Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part II, 1970-1998. Journal of Industrial Ecology, 2(4), 107-136. DOI: https://doi.org/10.1162/jiec.1998.2.4.107.

Francis, Robert A. & Goodman, Michael K. (2010). Post-normal science and the art of nature conservation. Journal for Nature Conservation, 18(2), 89-105. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jnc.2009.04.002.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1990). Post-normal science: a new science for new times. Scientific European, 266, 20-22.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1992). The good, the true and the post-modern. Futures, 24, 963-976.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1993). Science for the post-normal age. Futures, 25(7), 739-755. DOI: https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1994). Emergent complex systems. Futures, 26(6), 568-582. DOI: https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90029-9.



Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1997). The poetry of thermodynamics. Futures, 29(9), 791-810. DOI: https://doi.org/10.1016/S0016-3287(97)00059-1.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2020). Post-Normal Science: How does it resonate with the world of today? Chapter 2. In Vladimír Šucha & Marta Sienkiewicz (Eds.), Science for Policy Handbook, Elsevier (14-18). DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822596-7.00002-4.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1971). The Entropy Law and Economic Process. Harvard University Press. DOI: https://doi.org/10.2307/2231206.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1975). Energy and Economic Myths. Southern Economic Journal, 41(3), 347. DOI: https://doi.org/10.2307/1056148.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1977). Bioeconomics, a new look at the nature of economic activity. In Louis Junker (Ed.), The Political Economy of Food and Energy (105–134). Taylor & Francis.

Giampietro, Mario (1997). The link between resources, technology and standard of living: A theoretical model. In Lee Freese (Ed.), Advances in Human Ecology, Vol. 6 (73-128). JAI Press.

Giampietro, Mario (2019). On the Circular Bioeconomy and Decoupling: Implications for Sustainable Growth. Ecological Economics, 162(May), 143-156. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.001.

Giampietro, Mario (2024). Combining biosemiotics and post-normal science to study the formation and adaptation of the identity of modern society. Futures, 161, 103414. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103414.

Giampietro, Mario & Bukkens, Sandra G. F. (2022). Knowledge claims in European Union energy policies: Unknown knowns and uncomfortable awareness. Energy Research & Social Science, 91, 102739. DOI: https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102739.

Giampietro, Mario & Funtowicz, Silvio O. (2020). From elite folk science to the policy legend of the circular economy. Environmental Science & Policy, 109, 64-72. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.04.012.

Giampietro, Mario & Kovacic, Zora (2019). Facing the tragedy of change in the semiotic process: the role of science. International Journal of Sustainable Development, 22(1/2), 88. DOI: https://doi.org/10.1504/IJSD.2019.104729.

Giampietro, Mario, Bukkens, Sandra G. F. & Pimentel, David (1997). The link between resources, technology and standard of living: Examples and applications. In Lee Freese (Ed.), Advances in Human Ecology, Vol. 6 (129-199). JAI Press.



Giampietro, Mario, Allen, Timothy F. H. & Mayumi, Koyo (2006). The epistemological predicament associated with purposive quantitative analysis. Ecological Complexity, 3(4), 307-327. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.02.005.

Giampietro, Mario, Mayumi, Kozo & Sorman, Alevgül H. (2012). The Metabolic Pattern of Societies: Where Economists Fall Short. Routledge. Retrieved from: https://www.routledge.com/The-Metabolic-Pattern-of-Societies-Where-Economists-Fall-Short/Giampietro-Mayumi-Sorman/p/book/9780415589536.

Giampietro, Mario, Funtowicz, Silvio O. & Bukkens, Sandra G. F. (2025). Thou shalt not take the name of bioeconomy in vain. Sustainability Science, 20(3), 725-739. DOI: https://doi.org/10.1007/s11625-025-01633-7.

Goli, Farzad (2025). Pleasure, power, meaning, and beyond: Towards a biosemiotic model of wellbeing. International Journal of Body, Mind and Culture, 12(1), 7-23. DOI: https://doi.org/10.61838/ijbmc.v12i1.905.

Gramsci, Antonio (1992). Selections from the Prison Notebooks of Antonio Gramsci. International Publishers.

Habermas, Jurgen (1979). Communication and the evolution of society. Beacon Press. Recuperado de: https://www.beacon.org/Communication-and-the-Evolution-of-Society-P213.aspx.

Hall, Charles A. S., Cleveland, Cutler J. & Kaufmann, Robert K. (1986). Energy and resource quality: the ecology of the economic process. John Wiley.

Hayward, Tim (2024). The Problem of Disinformation: A Critical Approach. Social Epistemology, 1-23. DOI: https://doi.org/10.1080/02691728.2024.2346127.

Jaroš, Filip (2025). Agency within and beyond biosemiotics. Review of the book Organismal Agency: Biological Concepts and Their Philosophical Foundations, edited by J. Švorcová. Biosemiotics, 18(1). DOI: https://doi.org/10.1007/s12304-025-09620-2.

Jasanoff, Sheila & Kim, Sang-Hyun (2015). Dreamscapes of Modernity - Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power. Chicago: University of Chicago Press. DOI: https://doi.org/10.7208/chicago/9780226276663.001.0001.

Kønig, Nicolas, Børsen, Tom & Emmeche, Claus (2017). The ethos of post-normal science. Futures, 91, 12-24. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.12.004.

Krauss, Werner, Schäfer, Mike S. & von Storch, Hans (2012). Post-Normal Climate Science. Nature and Culture, 7(2), 121-132. DOI: https://doi.org/10.3167/nc.2012.070201.

Kull, Kalevi & Favareau, Donald (2022). Semiotics in General Biology. Chapter 2. In Jamin Pelkey & Stéphanie Walsh Matthews (Eds.), Bloomsbury Semiotics, Volume 2: Semiotics in the Natural and Technical Sciences. Bloomsbury Publishing.



Kull, Kalevi, Deacon, Terrence, Emmeche, Claus, Hoffmeyer, Jesper & Stjernfelt, Frederik (2009). Theses on Biosemiotics: Prolegomena to a Theoretical Biology. Biological Theory, 4(2), 167-173. Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition Research.

Kull, Kalevi, Emmeche, Claus & Hoffmeyer, Jesper (2011). Why biosemiotics? An introduction to our view on the biology of life itself. In Claus Emmeche & Kalevi Kull (Eds.), Towards a semiotic biology: life is the action of signs (1-21). Imperial College Press.

Lackey, Robert T. (2025). The emergence of religious ecology. Fisheries, vuaf046. DOI: https://doi.org/10.1093/fshmag/vuaf046.

Lakoff, George (2010). Why it matters how we frame the environment. Environmental Communication, 4(1), 70-81. DOI: https://doi.org/10.1080/17524030903529749.

López-Díaz, Amahury Jafet & Gershenson, Carlos (2025). Closing the loop: how semantic closure enables open-ended evolution? Journal of the Royal Society Interface, 22, 20250784. DOI: https://doi.org/10.1098/rsif.2025.0784.

Lotka, Alfred J. (1956). Elements of Mathematical Biology. Dover Publications Inc.

Luhmann, Niklas (1986). The Autopoiesis of Social Systems. In Felix Geyer and Joannes van der Zouwen (Eds.): Sociocybernetic Paradoxes, 172-192. London: Sage.

Luhmann, Niklas (1990). Political Theory in the Welfare State. Berlin: de Gruyter. Retrieved from: https://www.degruyterbrill.com/document/isbn/9783110119329/html?srsltid=AU7gw4UX6f_4ZzUZ3OtW93Ift6dGhlz8_0fryLy2PFtzS9RgLlq5vQw9.

Luhmann, Niklas (1995). Social Systems. Stanford: Stanford University Press. Retrieved from: https://www.sup.org/books/title/?id=2225.

Luhmann, Niklas (1996). The Reality of Mass Media. Stanford: Stanford University Press.

Luhmann Niklas (2009). Self-Organization and Autopoiesis. In Bruce Clarke & Mark B. N. Hansen (Eds.), Emergence and Embodiment New Essays on Second-Order Systems Theory (143-156). Duke University Press. Retrieved from: https://www.dukeupress.edu/emergence-and-embodiment.

Margalef, Ramón (1968). Perspectives in ecological theory. Chicago: University of Chicago Press.

Maturana, Humberto R. & Varela, Francisco J. (1992). The tree of knowledge: the biological roots of human understanding. Shambhala.



Mongeon, Amanda, Deacon, Leith, Mulligan, Kate & Telfah, Rana (2025). Post-Normal Science, Post-COVID: Multi-Method Approaches to Actionable Research. International Journal of Qualitative Methods, 24. DOI: https://doi.org/10.1177/16094069251374612.

Nielsen, Søren Nors (2000). Thermodynamics of an ecosystem interpreted as a hierarchy of embedded systems. Ecological Modelling, 135(2), 279-289. DOI: https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00379-3.

Nielsen, Søren Nors (2007). Towards an ecosystem semiotics: Some basic aspects for a new research programme. Ecological Complexity, 4(3), 93-101. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.04.001.

Nielsen, Søren Nors (2016). Second order cybernetics and semiotics in ecological systems—Where complexity really begins. Ecological Modelling, 319, 119-129. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.08.006.

Nielsen, Søren Nors & Müller, Felix (2000). Emergent properties of ecosystems. In Sven Erik Jørgensen & Felix Müller (Eds.), Handbook of Ecosystem Theories and Management. CRC Press.

Nielsen, Søren Nors & Ulanowicz, Robert E. (2011). Ontic openness: An absolute necessity for all developmental processes. Ecological Modelling, 222(16), 2908-2912. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.05.012.

O Nualláin, Sean (2014). Symbolic and cognitive theory in biology. Cosmos and History: The Journal of Natural and Social Philosophy, 10(1), 183-210.

Odum, Howard T. (1971). Environment, Power, and Society. Wiley Interscience.

Ostwald, Wilhelm (1907). The modern theory of energetics. The Monist, 17(4), 481-515.

Ostwald, Wilhelm (1911). Efficiency. The Independent, 71, 867-871.

Peirce, Charles S. (1994). The Collected Papers of Charles Sanders Peirce. Cambridge: Harvard University Press. Retrieved from: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5165117/mod_resource/content/0/TheCollectedPapersofCharlesSandersPeirce%282904s%29.pdf.

Petersen, Arthur C., Cath, Albert, Hage, Maria, Kunseler, Eva & van der Sluijs, Jeroen P. (2011). Post-Normal Science in Practice at the Netherlands Environmental Assessment Agency. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 362-388. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385797.

Prigogine, Ilya & Stengers, Isabelle (1984). Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature. Bantam New Age Books.

Prigogine, Ilya (1980). From Being to Becoming: Time and complexity in the physical sciences. W. H. Freeman and Co.



Queiroz, João, Emmeche, Claus, Kull, Kalevi & El-Hani, Charbel (2011). The Biosemiotic Approach. In George Terzis & Robert Arp (Eds.), Biology: Theoretical Bases and Applied Models Information and Living Systems - philosophical and scientific perspectives (91-130). The MIT Press.

Ravetz, Jerome R. (2020). Science for a proper recovery: Post-Normal, not New Normal. Issues in Science and Technology. Retrieved from: https://issues.org/post-normal-science-for-pandemic-recovery/.

Rayner, Steve (2012). Uncomfortable knowledge: The social construction of ignorance in science and environmental policy discourses. Economy and Society, 41(1), 107-125. DOI: https://doi.org/10.1080/03085147.2011.637335.

Reinert, Erik S. (2017). Or, how the present EU strategy has moved away from the post-WWII sociotechnical imaginary. The Other Canon Foundation. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics, 73.

Robuschi, Camilla (2020). History of Biosemiotics. Chichester: John Wiley & Sons. DOI: https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0027987.

Rosen, Robert (1985). Anticipatory systems: philosophical, mathematical, and methodological foundations. In IFSR international series on systems science and engineering, v. 1. Pergamon Press. DOI: https://doi.org/10.1016/C2009-0-07769-1.

Saltelli, Andrea & Giampietro, Mario (2017). What is wrong with evidence-based policy, and how can it be improved? Futures, 91, 62–71. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.012.

Schatzki, Theodore R. (1996). Social Practices: A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social. Cambridge University Press.

Simon, Herbert A. (1962). The architecture of complexity. Proceedings of the American Philosophical Society, 106(6), 467-482. Retrieved from: https://faculty.sites.iastate.edu/tesfatsi/archive/tesfatsi/ArchitectureOfComplexity.HSimon1962.pdf.

Simon, Herbert A. (1996). The Sciences of the Artificial (Third). The MIT Press. Retrieved from: https://mitpress.mit.edu/9780262691918/the-sciences-of-the-artificial/.

Smil, Vaclav (2024). Halfway Between Kyoto and 2050: Zero Carbon Is a Highly Unlikely Outcome. Retrieved from: https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/halfway-between-kyoto-and-2050.pdf.

Strassheim, Holger & Kettunen, Pekka (2014). When does evidence-based policy turn into policy-based evidence? Configurations, contexts and mechanisms. Evidence & Policy: A Journal of Research, Debate and Practice, 10(2), 259–277. DOI: https://doi.org/10.1332/174426514X13990433991320.

Švorcová, Jana (2024). Organismal Agency. Biological Concepts and Their Philosophical Foundations. Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-53626-7.

Tainter, Joseph A. (1988). The Collapse of Complex Societies. Cambridge University Press.

Turnpenny, John, Jones, Mavis & Lorenzoni, Irene (2011). Where Now for Post-Normal Science? A Critical Review of its Development, Definitions, and Uses. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 287-306. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385789.

Vehkavaara, Tommi & Sharov, Alexei (2017). Constructive Aspects of Biosemiotics. Biosemiotics, 10, 145-156. DOI: https://doi.org/10.1007/s12304-017-9304-9.

Vivien, Franck-Dominique, Nieddu, Martino, Befort, Nicolas, Debref, Romain & Giampietro, Mario (2019). The Hijacking of the Bioeconomy. Ecological Economics, 159, 189-197. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.027.

Waltner-Toews, David, Biggeri, Annibale, De Marchi, Bruna, Funtowicz, Silvio, Giampietro, Mario, O'Connor, Martin, Ravetz, Jerome R., Saltelli, Andrea & van der Sluijs, Jeroen P. (2020). Pandemie post-normali. Perché CoViD-19 richiede un nuovo approccio alla scienza. Recenti Progressi in Medicina, 111(4). DOI: https://doi.org/10.1701/3347.33181.

Wardle, Claire & Derakhshan, Hossein (2017). Information disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making. Retrieved from: https://edoc.coe.int/en/media/7495-information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-research-and-policy-making.html.

Winner, Langdon (1989). The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology. Chicago: University of Chicago Press.

Wynne, Brian (1992). Uncertainty and environmental learning, Reconceiving science and policy in the preventive paradigm. Global Environmental Change, 2(2), 111–127. https://doi.org/10.1016/0959-3780(92)90017-2

Zhou, Liqian (2023). More constraints, more freedom: Revisit semiotic scaffolding, semiotic freedom, and semiotic emergence. Biosemiotics, 16(3), 395–413. DOI: https://doi.org/10.1007/s12304-023-09548-5.

White, Leslie A. (1943). Energy and the evolution of culture. American Anthropologist, 45(3), 335-356. DOI: https://doi.org/10.1525/aa.1943.45.3.02a00010.



Zipf, George K. (1941). National Unity and Disunity: The Nation as a Bio-social Organism. Bloomington: Principia Press.

10.35362/issn.1850-0013-1188

# *Post-Normal Modelling and the Epistemology of Ignorance* *

## Modelización posnormal y epistemología de la ignorancia

## Modelização pós-normal e epistemologia da ignorância

**Alberto Fragio Gistau and Óscar Carpintero** **

*In this article, we examine the role of the epistemology of ignorance in Post-Normal Science (PNS) modelling. First, we distinguish between conventional and post-normal models in terms of their treatment of idealization, knowledge, and ignorance. We then review major contributions to the epistemology of ignorance within the PNS tradition, focusing on the work of Jerome Ravetz, Steve Rayner, George Lakoff, Silvio Funtowicz, and Mario Giampietro. Next, we compare these perspectives with the views of Funtowicz, Giampietro, Andrea Saltelli, and Kozo Mayumi, drawing on a questionnaire that explores the emergence of a new PNS modelling style, the role of ignorance, the challenge of relativism in model building, and critiques of Integrated Assessment Models (IAMs). Finally, we address common criticisms of PNS and conclude that the epistemology of ignorance provides valuable analytical tools for the de-idealization of scientific models. It should therefore be recognized as a central component of PNS modelling, as it helps maintain critical openness to alternative framings while preventing distortions and oversimplifications.*

***Keywords:*** *post-normal science; modelling; de-idealization; ignorance; framing; hypocognition*



En este artículo examinamos la función desempeñada por la epistemología de la ignorancia en la modelización posnormal. En primer lugar, distinguimos entre modelos convencionales y posnormales en relación con su tratamiento de la idealización, el conocimiento y la ignorancia. A continuación, revisamos las principales contribuciones a la epistemología de la ignorancia dentro de la tradición de la ciencia posnormal, centrándonos en los trabajos de Jerome Ravetz, Steve Rayner, George Lakoff, Silvio

* Received: 13/03/2026. Reviewed: 13/04/2026. Approved: 22/06/2026.
** *Alberto Fragio Gistau:* professor in the Department of Philosophy at the University of Oviedo, Faculty of Humanities, Spain. Email: fragioalberto@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3229-5977. *Óscar Carpintero:* full professor in the Department of Applied Economics at the University of Valladolid, Faculty of Economics and Business, Spain. Email: carpin@uva.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9142-8931.

Funtowicz y Mario Giampietro. Asimismo, contrastamos estas perspectivas con las opiniones de Funtowicz, Giampietro, Andrea Saltelli y Kozo Mayumi mediante un cuestionario cualitativo sobre la emergencia de un nuevo estilo de modelización posnormal, la ignorancia, el desafío del relativismo en la construcción de modelos y las críticas a los modelos de evaluación integrada. Finalmente, abordamos algunas críticas comunes a la ciencia posnormal y concluimos que la epistemología de la ignorancia proporciona herramientas analíticas valiosas para la desidealización de los modelos científicos. Por ello, debería ser reconocida como un componente central de la modelización posnormal, ya que favorece una apertura crítica hacia marcos alternativos de interpretación, al tiempo que contribuye a evitar distorsiones y simplificaciones excesivas.

**Palabras clave:** ciencia posnormal; modelización; desidealización; ignorancia; marcos cognitivos; hipocognición

Neste artigo, examinamos o papel desempenhado pela epistemologia da ignorância na modelização pós-normal. Em primeiro lugar, distinguimos os modelos convencionais dos pós-normais em termos do seu tratamento da idealização, do conhecimento e da ignorância. Em seguida, revisamos as principais contribuições para a epistemologia da ignorância no âmbito da tradição da ciência pós-normal, com foco nos trabalhos de Jerome Ravetz, Steve Rayner, George Lakoff, Silvio Funtowicz e Mario Giampietro. Posteriormente, comparamos essas perspectivas com as posições de Funtowicz, Giampietro, Andrea Saltelli e Kozo Mayumi, com base num questionário qualitativo que explora o surgimento de um novo estilo de modelização pós-normal, o papel da ignorância, o desafio do relativismo na construção de modelos e as críticas aos modelos integrados de avaliação. Por fim, abordamos algumas críticas recorrentes à ciência pós-normal e concluímos que a epistemologia da ignorância fornece ferramentas analíticas valiosas para a desidealização dos modelos científicos. Por conseguinte, ela deve ser reconhecida como um componente central da modelização pós-normal, uma vez que favorece uma abertura crítica a quadros alternativos de interpretação, ao mesmo tempo que contribui para evitar distorções e simplificações excessivas.



**Palavras-chave:** ciência pós-normal; modelização; desidealização; ignorância; enquadramentos cognitivos; hipocognição

## Introduction

Post-normal science (PNS) emerged to address the challenge of providing reliable scientific advice under conditions characterized by uncertainty, contested values, high stakes, and urgent decision-making. In domains such as environmental sustainability, technological risk management, public health, and climate change, conventional scientific methods often fall short, as they may be unable to deliver definitive certainties or purely technical solutions. In this context, extended peer communities are regarded as a key mechanism for ensuring the quality of scientific advice. PNS advocates the inclusion of all stakeholders with a direct or indirect interest in the problem, including citizens, social organizations, workers, users, and local authorities. This broader participation not only acknowledges the diversity of experiences and forms of knowledge but also enables the integration of values, concerns, and perceptions that are inevitably involved in addressing complex problems. The presence of irreducible uncertainties, ethical disagreements, and limited control over potential outcomes further underscores the need to recognize multiple legitimate perspectives. In this way, PNS reframes the role of scientific knowledge: it is not merely about producing objective truths but about supporting informed and socially responsive decision-making. By embracing complexity, transdisciplinarity, and participatory approaches, it offers a framework for science that is both epistemologically robust and socially relevant.

Since the pioneering contributions of Funtowicz and Ravetz, the PNS approach has been further developed and extended to areas such as citizen science (Irwin, 1995), sustainability transitions (Loorbach, 2014; Loorbach & Rotmans, 2010), degrowth (D'Alisa, Demaria, & Kallis, 2014), and epidemiology (Waltner-Toews *et al*., 2020), among other fields (Funtowicz & Ravetz, 2025; Kovacic & Biggeri, 2023). Moreover, the challenges of providing scientific advice for policymaking have prompted a distinctive epistemological reflection on scientific modelling (Saltelli & Funtowicz, 2014; Saltelli *et al*., 2020).



In a previous article (Fragio & Carpintero, 2024), we addressed the specific topic of PNS modelling. We focused on several leading Post-normal scholars, including Silvio Funtowicz, Mario Giampietro, Andrea Saltelli and Kozo Mayumi, who respond here to a questionnaire. In our view, PNS modelling has not only contributed to the general epistemology of models, but has also introduced several strategies to improve the quality of modelling in sustainability science and ecological economics. We presented criticism directed in particular at conventional ecological-economic modelling. In this context, "Quantitative Storytelling" (QST) (Giampietro & Bukkens, 2022; Saltelli & Giampietro, 2017) was considered a step forward in the epistemology of PNS modelling, as a tool to overcome common blunders in the use of conventional models to inform policy in the field of sustainability science.

In this article, we focus on an important area of development within PNS modelling, namely the epistemology of ignorance. We argue that the epistemology of ignorance is a central feature of PNS modelling and should be regarded as a key factor in the de-idealization of scientific models. Section 1 outlines the distinction between conventional models and post-normal models with regard to the role of idealization, knowledge and

ignorance. In section 2, we focus on contributions to the epistemology of ignorance that have attracted attention among post-normal scholars. In particular, we review the work of Jerome Ravetz, Steve Rayner, George Lakoff, Silvio Funtowicz and Mario Giampietro on this topic. In section 3, we compare the results of our survey on epistemology of ignorance and PNS modelling with the views of Funtowicz, Giampietro, Saltelli, and Mayumi. They responded to a questionnaire on the emergence of a new PNS modelling style, the epistemology of ignorance, the challenge of relativism in model building, and criticism of Integrated Assessment Models (IAM). In section 4, we address common criticisms of PNS and conclude that epistemology of ignorance offers a set of analytical tools for the de-idealization of scientific models and should be considered a prominent feature of PNS modelling.

## 1. Normal and post-normal models

Scientific models are generally understood as stylized representations of a phenomenon, typically called a target system (Frigg, 2022; Frigg & Hartmann, 2025). Illustrative examples include Bohr's atomic model, the double-helix model of DNA, and the Phillips-Newlyn hydraulic model of a macroeconomy. Models involve idealization, i.e., the deliberate simplification of the target system in order to enhance understanding. Common cases of idealization include point masses, ideal gases, rational agents, and simplified populations. Idealization is often distinguished into Aristotelian idealization, which omits certain properties of the target system, and Galilean idealization, which deliberately distorts or deforms features to make the system analytically or computationally tractable. In practice, both types frequently coexist: models typically both exclude and distort aspects of reality, sometimes resulting in caricature or toy models (Batterman & Rice, 2014; Frigg & Hartmann, 2025; Gibbard & Varian, 1978). Related notions, such as minimal models, refer to highly simplified representations that retain only key causal factors (Weisberg, 2007, p. 642-643). Idealization is also often understood as a preliminary step, with the expectation that models can later be de-idealized to improve accuracy and representational adequacy.



Building on the pioneering work of Silvio Funtowicz and Jerome Ravetz, a distinctive approach to scientific modelling has emerged that has proven especially influential in the development of ecological-economic models (Fragio & Carpintero, 2024). As already mentioned, at the core of PNS lies the problem of scientific advice in policy-making —what Funtowicz and Ravetz (1990) famously described as "science for policy," namely, the challenges that arise when scientific knowledge is mobilized to inform public decisions (Funtowicz & Ravetz, 1993, p. 740). PNS originated from the practical need to ensure the quality and reliability of scientific advice under conditions in which conventional scientific procedures are insufficient. Such "post-normal conditions" arise when facts are uncertain, values are contested, stakes are high, and decisions are urgent. Under these circumstances, policies informed by scientific expertise may generate profound and far-reaching consequences, often accompanied by significant unintended effects. Typical examples include the civilian and military uses of nuclear energy, the widespread application of synthetic pesticides, and the challenge of managing pandemics.

The problem of science for policy has stimulated a distinctive epistemological debate concerning the nature and role of scientific models (Saltelli & Funtowicz, 2014; Saltelli *et al*., 2020). When science operates under post-normal conditions, modelling cannot rely on reductionist assumptions. Practical problems can no longer be decomposed into isolated technical questions; instead, a complexity-based approach must be adopted. This gives rise to the need for a new style of modelling, namely, PNS modelling, characterized by a high degree of uncertainty, and in some cases even by sheer ignorance (Fragio & Carpintero, 2024; Funtowicz & Strand, 2007, pp. 263-278). The difference between conventional modelling and PNS modelling lies not only in the fact that the former is usually confined to a specific disciplinary domain, while the latter is geared toward addressing pressing practical problems with broad social implications, but also in their epistemological focus: conventional modelling emphasizes what is known, or thought to be known, whereas PNS modelling places emphasis on what is unknown, uncertain, or fundamentally unknowable. When uncertainty cannot be eliminated from modelling, the quality of scientific information and policy advice depends precisely on how well that uncertainty is managed (Funtowicz & Ravetz, 1993, pp. 735-755).

This does not imply that conventional modelling is inherently flawed. Rather, it suggests that, under post-normal conditions, modelling practices must be adapted to the epistemological assumptions of PNS. These assumptions involve reconsidering a series of traditional dichotomies, including those separating facts from values, knowledge from ignorance, and experts from lay citizens (Funtowicz & Ravetz, 1993). The guiding principle of this alternative modelling paradigm is captured in the well-known slogan “quality rather than truth” (Funtowicz & Ravetz, 1994b, pp. 204-205). This formulation signals a shift away from the pursuit of certainty toward an emphasis on the robustness, relevance, and transparency of the information underpinning scientific advice. Yet PNS modelling remains grounded in a normative vision of how models should be developed, emphasizing the importance of critically engaging with alternative framings and creating space for disagreement, so that perspectives that might otherwise be marginalized or excluded are brought into the discussion. Models should explicitly identify their assumptions, avoid unnecessary complexity, acknowledge uncertainties, resist misuse for rhetorical or political purposes, and remain transparent and replicable, allowing scrutiny by other researchers and stakeholders to ensure both reliability and credibility (Fragio & Carpintero, 2024; Saltelli *et al*., 2020).



In this regard, our main argument is that PNS modelling should be guided by a strategy of de-idealizing models through the critical examination of ignorance, a feature that is central to the post-normal approach. This argument builds on theoretical contributions developed by scholars within the PNS tradition, which provide the foundations for conceptualizing model de-idealization in terms of an epistemology of ignorance. From this perspective, PNS modelling can be understood as being driven by a critique of ignorance that enables the de-idealisation of scientific models. In what follows, we substantiate this claim by examining the respective roles of uncertainty and ignorance within PNS.

## 2. Post-normal science and epistemology of ignorance

PNS originally incorporated an epistemology of uncertainty for ensuring quality science and scientific advice (Funtowicz & Ravetz, 1990; Walker *et al*., 2003). In this context, uncertainty is not only understood as a lack of data or the variability of results, but is defined by the complex interplay between uncertain facts, conflicting values, and urgent decisions. It is not just a matter of knowing that something is uncertain, but of understanding how that uncertainty affects decisions and the way knowledge is valued. That is why Funtowicz and Ravetz (1990) created NUSAP, a notation system for managing and communicating uncertainty in scientific information, which was subsequently refined and extended by van der Sluijs through his long-standing collaboration with the Netherlands Environmental Agency (van der Sluijs *et al*., 2005; van der Sluijs, 2017).

Closely related to this tradition is the practice of sensitivity auditing. It involves a critical scrutiny of the assumptions, values, and framing of the model itself (Saltelli & Funtowicz, 2014; Vannucci *et al*., 2025). In this sense, sensitivity auditing may be considered an extension of sensitivity analysis, which tests the robustness of conclusions by varying input parameters and observing variations in outputs to determine how sensitive the model is to different scenarios. Sensitivity auditing for assessing uncertainty has been included in authoritative sources such as the Science Advice for Policy by European Academies (SAPEA) report (2019) and the European Commission's Better Regulation Toolbox (European Commission, 2023).



Building on these foundations, we consider the epistemology of ignorance to be a step beyond the epistemology of uncertainty. However, it should be noted that the difference between uncertainty and ignorance still remains a highly debatable topic (Birkenholtz & Simon, 2022). Based on Frank Knight's famous work (1921), uncertainty is usually understood as a situation where there may be confidence in the range of possible outcomes, but the available information does not provide a definitive basis for deriving probabilities. In contrast, ignorance implies that neither probabilities nor outcomes can be fully characterised (Dovers & Handmer, 1995; Stirling 2010; Stirling *et al*., 1999). That is to say, in a state of ignorance we do not know what we do not know (Scoones & Stirling, 2020; Stirling, 2017, p. 272). Rather than focusing on uncertainty within PNS, this paper highlights how recent insights into ignorance are opening up new directions for what we call PNS modelling.

On the other hand, the scholarly literature on ignorance has grown significantly in recent years (Fernández, 2019 & 2015; Gross & McGoey, 2015; Oreskes, 2024; Verburgt, 2024; Verburgt & Burke, 2021; Wehling, 2021). In particular, the history of knowledge and ignorance has been explored by various authors who have contributed to the development of the field. For instance, Peter Burke (2015) delves into the evolution of knowledge throughout cultural history. Similarly, Alain Corbin (2021) focuses on the history of ignorance. Other important contributions to ignorance studies include Shannon Sullivan and Nancy Tuana (2007), who examine the social implications of ignorance, and Robert N. Proctor and Londa Schiebinger (2008), who developed agnotology, namely, the study of the making and unmaking of ignorance. With regard

to scientific ignorance, different approaches analyze the intertwining of scientific knowledge and ignorance. The protosociology of science, for example, examines how scientific thinking directs attention to certain objects while ignoring others, a bias studied by Ludwik Fleck (1979). The sociology of scientific knowledge, in turn, stresses the importance of social and cultural factors in the construction of ignorance, as in the approach developed by David Bloor (1976). Another relevant aspect is the concept of "undone science", proposed by Scott Frickel *et al*. (2010), which looks at the intersection of social studies of science and social movement studies. Finally, the cultures of non-knowledge approach examines how knowledge and ignorance are co-produced within scientific cultures (Wehling, 2015; Wehling & Böschen, 2015).

Within this broad tradition of scholarship on scientific ignorance, we will focus only on the contributions of Ravetz, Rayner, Lakoff, Funtowicz, and Giampietro, since they have attracted the greatest attention among ecological-economic modellers, particularly among those influenced by PNS (**Table 1**).

**Table 1. Epistemology of ignorance**

| Concept | Summary | References |
|---|---|---|
| Usable Ignorance | To place ignorance at the service of improving policy interventions inspired by scientific knowledge. | Ravetz (1986) |
| Social Construction of Ignorance | A social or institutional preference that leads to the ignoring of certain facts. | Ravetz (1986), Rayner (1986) |
| Uncomfortable Knowledge | Disruptive knowledge (i.e., "unknown knowns") is kept at bay because of its potential to expose latent dissent and the precariousness of an existing agreement. | Rayner (2012) |
| Hypocognition | When the cognitive frames required to fully understand a given problem are not available. | Lakoff (2004, 2010) |
| Hegemonic Storytelling | The predominance of a particular narrative that overshadows other legitimate and meaningful perspectives. | Funtowicz and Ravetz (1994a, 1994b), Giampietro (2018b, 2019, 2024) |

Source: own elaboration.



### 2.1. Usable ignorance and social construction of ignorance

In his famous 1986 contribution, Jerome Ravetz addresses the close link between ignorance and scientific knowledge when it comes to environmental issues (Wehling,

2021). He suggests defining "usable knowledge" as that type of scientific knowledge applied to policy-making for the solution of a specific technical issue. However, environmental sciences —or "biosphere sciences", as he calls them— typically produce "scientific ignorance". On this basis, he advocates an amendment to the traditional understanding of science as a progressive enterprise of unlimited accumulation of knowledge, and suggests the importance of moving towards "usable ignorance", which would serve the purposes of self-criticism and control applied to science and the policies it informs. Oftentimes, environmental problems involve "low prestige and immature fields, requiring data bases that simply do not exist, being required to produce answers in a hurry, they are not the sort of inquiry where success of any sort can be reasonably expected" (Ravetz, 1986, p. 422). Accordingly, scientists should not only acknowledge their momentary ignorance, but also recognise that it is possible that they will never get past it, at least not in time to make the right decision.

From the point of view of environmental concerns, such as acid rain or the treatment of nuclear waste, the traditional view of science as an epistemologically progressive enterprise is unsuitable for the new task of environmental risk governance. Even worse, the old ideal of an authoritative science which is certain of its recommendations turns into a mechanism of "the social construction of ignorance". Science itself, Ravetz argues, has encountered unsolvable problems, and while knowledge increases exponentially, our ignorance increases even more rapidly, particularly when ignorance has been generated by science itself, that is, scientific ignorance. Within this framework, usable ignorance comes to the fore, for example, in the monitoring of environmental risks, where a kind of permeable border is designed to detect the first signs of incipient unknown processes. When it comes to environmental assessment, ignorance can become severe, and whenever it is recognized as such, "then no amount of sophisticated calculation with uncertainties in a decision algorithm can be adequate for a decision. Nonquantifiable, perhaps nonspecifiable, considerations of prudence must be included in any argument" (Ravetz, 1986, p. 429), to ensure that the precautionary principle is applied both theoretically and practically (Tickner & Riechmann, 2002). Therefore, it is necessary, in his opinion, to invent "a new scientific style to respond to the new scientific problems of the biosphere, simultaneously with the special researches that are at its basis" (Ravetz, 1986, p. 430). This new scientific style should be based on the awareness of our own ignorance, because only then will we avoid incurring disastrous errors arising from imperfect knowledge or supposedly effective technique.[1]



In his commentary on Ravetz's text, Steve Rayner (1986) lingers on the social construction of ignorance, and clearly anticipates what would later be termed "agnotology" (Proctor & Schiebinger, 2008), that is, when deliberately or unconsciously it is chosen not to know; when a social preference dictates the ignoring of certain facts. While Ravetz's purpose is to place ignorance at the service of improving intervention

[1] It is worth mentioning that Ravetz also coined the expression "science-based ignorance" and referred to "man-made ignorance", namely, when anthropic activities alter natural cycles and systems in an unknown and dangerous way. For further developments, see Ravetz (2015a, 2015b) and Wehling (2021).

policies inspired by scientific knowledge, Rayner goes one step further and argues that we need to recognize a "structural amnesia in science". He also points out that "explicit recognition that some kinds of ignorance are socially constructed may facilitate the construction of truly interdisciplinary approaches to science for policy" (Rayner, 1986, p. 434).

### 2.2. Uncomfortable knowledge

Steve Rayner (2012) takes up the issue of the social construction of ignorance. He argues that this process entails the systematic omission of "uncomfortable knowledge". In his opinion, "sense-making is possible only through processes of exclusion. Storytelling is possible only because of the mass of detail that we leave out" (Rayner, 2012, p. 111). In order to develop coherent understandings of the world and act within it, both individuals and institutions need to reduce its complexity: "The process of doing so means that much of what is known about the world needs to be excluded from those versions, and in particular that knowledge which is in tension or outright contradiction with those versions must be expunged. This is 'uncomfortable knowledge'" (Rayner, 2012, p. 107). To illustrate this argument, Rayner refers to Donald Rumsfeld's famous and highly satirized statement, in which the former U.S. Secretary of Defense distinguishes among "known knowns" (what we know we know), "known unknowns" (what we know we don't know), and "unknown unknowns" (what we don't know we don't know) (Donald Rumsfeld, cited in Rayner, 2012, pp. 107-108; Ravetz, 2015b). To this taxonomy, Rayner adds "what is possibly the most intriguing combination": "what we don't know we know" or "unknown knowns".



In this interplay between knowledge and ignorance, Rayner identifies "uncomfortable knowledge" as "unknown knowns". According to him, institutions actively exclude uncomfortable knowledge either because it challenges their purposes or because it threatens their stability. As he explains, "my interest is therefore in how information is kept out rather than kept in and my approach is to treat ignorance as a necessary social achievement rather than as a simple background failure to acquire, store and retrieve knowledge" (Rayner, 2012, p. 108). He also refers to this mechanism as "institutionalized forgetfulness".

Ultimately, uncomfortable knowledge can be seen as a manifestation of a persistent problem that remains inadequately resolved. We thus arrive at what might be termed, for mnemonic purposes, the "Rayner equation": "wicked problems" + "clumsy solutions" = "uncomfortable knowledge" ($P_w+S_c=K_u$). In this formulation, uncomfortable knowledge emerges as the by-product of attempts to address wicked problems through inherently imperfect or "clumsy" institutional arrangements.

Wicked problems are characterized by their complexity and resistance to definitive solutions. Their very definition often varies depending on the range of solutions under consideration, and they may ultimately prove unsolvable. Moreover, their causal mechanisms are frequently difficult to identify, and they often appear as symptoms of

broader or interconnected problems.[2] Rayner cites climate change and water resource management as examples of wicked problems.

Clumsy solutions are characterized by a superficial or artificial convergence among stakeholders. Rather than resting on robust ethical and epistemological foundations, they rely on forms of consensus that accommodate competing interests without adequately addressing their underlying assumptions. As inherently pluralistic arrangements, clumsy solutions do not seek to optimize outcomes; instead, they aim to secure a level of satisfaction among the parties involved while leaving their ultimate motivations largely unquestioned. Rayner cites the implicit consensus surrounding U.S. nuclear energy policy in the 1980s as a paradigmatic example of a clumsy solution.

"Uncomfortable knowledge" can thus be understood as a form of disruptive knowledge held by one or more of the actors involved, with the potential to expose the latent disagreements and fragility underlying a given arrangement. It is, in other words, knowledge capable of revealing both the divergence among competing interpretations and the weakness of institutional arrangements. In this context, Rayner identifies four implicit strategies —arranged in increasing order of sophistication— through which institutions seek to keep uncomfortable knowledge at bay: 1) denial ("there is no problem"); 2) dismissal ("it is only a minor problem"); 3) diversion/decoy ("we are working on it"); and 4) displacement ("the model we are developing will solve the problem").[3]



In short, Rayner recommends implementing compensatory strategies that prevent the systematic exclusion of uncomfortable knowledge in the representation of insidious problems, since key information for addressing them more effectively may be contained within "unknown knowns".

### 2.3. Framing, hypocognition, and hegemonic storytelling

The last contribution to the epistemology of ignorance applied to environmental issues that we would like to consider is a brief article by George Lakoff entitled "Why It Matters How We Frame the Environment" (2010), in which the American linguist introduces the concepts of "framing" and "hypocognition". Building on his earlier work, *Don't Think of an Elephant: Know Your Values and Frame the Debate* (2004), Lakoff argues that facts only acquire meaning when they are embedded within a "frame" system; otherwise they remain cognitively inaccessible or unrecognized. At the same time, effective communication of facts requires the activation of appropriate cognitive frames (Lakoff,

[2] García and You (2016) point out that insidious problems cannot be adequately modeled, since "detailed process systems models for it do not yet exist at a level satisfactory for important decisions" (cited in Giampietro, 2018a, p. 8).

[3] It should be noted that Rayner presents a case of ecosystem modelling as an example of "displacement". In particular, he refers to a eutrophication problem in the Chesapeake Bay, attributed to industrial activity, agricultural runoff, and coastal urban expansion.

2010, p. 73).[4] Thus, for example, in order to understand a complex phenomenon such as global warming, individuals must possess a sufficiently sophisticated network of frames, without which the full scope and meaning of the problem cannot be adequately grasped. The process of constructing the cognitive frameworks that enable the comprehension of a given fact is what Lakoff calls "framing". As he explains, "words themselves are not frames. But under the right conditions, words can be chosen to activate desired frames. This is what effective communicators do. In order to communicate a complex fact or a complex truth, one must choose one's words carefully to activate the right frames so that the truth can be understood. If the hearer has no such frames, then you have to choose your words carefully to build up those frames" (Lakoff, 2010, p. 73).

When the frames required to fully understand a given problem are not available, "hypocognition" occurs. Lakoff has described this as the "tragedy of the absence of frames", a phenomenon he identifies as particularly prevalent in politics, but also in economics and environmental issues. As he notes, "we are suffering from massive hypocognition in the case of the environment" (Lakoff, 2010, p. 76). The absence of the key frames needed to understand ecological problems has thus been termed "environmental hypocognition". As Lakoff explains, the environment is not confined to environmental issues alone, but is closely interconnected with domains such as economics, energy, food, health, trade, and security. Within these overlapping areas, citizens, leaders, policymakers, and journalists often lack the frames necessary to capture the complexity of the situation. Consequently, he argues that any form of activism should recognize the need to construct and disseminate such frames within the public sphere. These insights also point to the value of cross-disciplinary approaches for improving frame analysis beyond the limits of any single discipline.



Complementary to the notions of "framing" and "hypocognition", Mario Giampietro (2019) introduces the concept of "hegemonization of storytelling" to describe the predominance of a given system of frames, particularly widely disseminated normative narratives. Building on earlier work by Funtowicz and Ravetz (1993, 1994a), Giampietro associates this hegemonization with the "'*ancient régime*' syndrome", whereby communities become "frozen" in their prevailing convictions. As he explains, "an excessive hegemonization of storytelling in a society can generate a situation of 'ancient régime' syndrome defined as 'a state of affairs in which the ruling elites become unable to cope with stressors and adopt instead a strategy of denial, refusing to process either internal or external signals, including those of danger'" (Giampietro, 2019, p. 17; after Funtowicz and Ravetz, 1994a, p. 576; Nickerson, 1998). This dynamic can be observed, for instance, in hegemonic narratives surrounding industrial agriculture and sustainability discourse (Giampietro, 2018b, 2019, 2024).

In this line of thought, it is also worth noting that Giampietro, Allen, and Mayumi have emphasized the relevance of ignorance and hegemonization in the framing of models (Giampietro, Allen & Mayumi, 2006). When modelling complex adaptive systems, the

[4] For a discussion of framing and communication, see Fragio (2022, chap. 2).

observer's perspective must be incorporated in some way into the modelling itself, insofar as it shapes the choice of the scale at which observations are conducted. Thus, for example, within a food system, an agronomist may focus on yields per hectare and input-use efficiency, whereas a socio-metabolic approach would instead examine flows of energy, labor time, and the requirements of social reproduction.

Mayumi and Giampietro (2006) argue that complex phenomena involve multiple levels and scales of observation, which in turn entails recognition of non-equivalent descriptive domains and non-reducible models. This challenges reductionist approaches that assume reality can be modelled in a unitary fashion through the integration of distinct scales and domains. On the contrary, they maintain that a simultaneous, fully integrated, and comprehensive representation of all interactions within a complex system is not feasible. This raises the problem of relativism in model building: by privileging specific variables, scales, and causal relations, every model necessarily excludes other dimensions of reality that may be equally relevant for understanding system behavior, depending on the observer's interests and perspective. In this sense, ignorance is not merely a lack of information, but also an inherent outcome of model framing. Furthermore, hegemonic narratives may arise when a particular descriptive domain is presented as the only legitimate foundation for decision-making, thereby obscuring alternative interpretations of the system as well as the forms of ignorance embedded in the model itself. Consequently, one of the central epistemological challenges of PNS modelling is the use of non-equivalent descriptive domains. This is substantiated in Quantitative Storytelling (QST), an approach that evaluates models by quantitatively exploring multiple competing narratives and assessing their plausibility and internal consistency, rather than seeking a single optimal explanation or policy prescription (Fragio & Carpintero, 2024; Giampietro & Bukkens 2022; Saltelli & Di Fiore, 2023; Saltelli & Giampietro, 2017). In essence, QST aims to enhance both the robustness and the epistemic quality of quantitative analysis of complex systems.



## 3. Questionnaire

Beyond the foregoing analysis, it is useful to compare the findings of our survey on the epistemology of ignorance with the views of several leading scholars in PNS, namely Silvio Funtowicz, Mario Giampietro, Andrea Saltelli, and Kozo Mayumi. These authors responded to a questionnaire addressing the emergence of a new PNS modelling style, the epistemology of ignorance, the challenge of relativism in model building, and criticism of integrated assessment models (IAM). **Table 2** summarizes their responses. Moreover, their answers contribute to clarifying and deepening the issues discussed above.

**Table 2. Summary of the questionnaire**

| Question | Funtowicz | Giampietro | Saltelli | Mayumi |
|---|---|---|---|---|
| 1) Does Post-normal science involve its own modelling style? | Yes | Yes | Yes | No |
| 2) If so, what are the main features of post-normal modelling? | The focus on quality through the extended community of peers. | A relational analysis to check impossibilities using different numbers within different representations of a given issue while keeping coherence among them. | Post-normal modelling proceeds "via negativa" by identifying bad practices. | - |
| 3) Is epistemology of ignorance a factor of de-idealization of models? | - | Acknowledging the unavoidable presence of ignorance in any representation is essential because it forces to acknowledge the relevance of the moral responsibility of the scientist. | Any epistemology that ignores ignorance is an intellectual fraud. | - |
| 4) Does relativism constitute a problem for model building? | Ambiguity and relativism should not be confused. Ambiguity is the characteristic that defines complexity. The multiplicity of perspectives is not relativism but complexity. It is part of the uncertainty and indeterminacy of the system. | Absolutely, no. What is a problem for modelling is ignoring that everything is relative. Complexity simply requires accepting that we are modelling "names" and not real entities. | Relativism — in the sense to consider a plurality of epistemic and normative positions— becomes a hindrance if one wants to take advantage of the epistemic authority that descends from building a large model. | - |
| 5) Integrated assessment modelling (IAM) involves epistemological flaws? If so, what are they? | - | The integrated assessment provided by IAM is a legacy of the intoxication of the economic narratives framing the discussions over sustainability. | The appetite of experts for fantastic numbers and ludicrous precision has not gone away. | - |

Source: Funtowicz, Giampietro, Saltelli & Mayumi (email communications).

Silvio Funtowicz agrees that PNS entails a distinctive style of modelling. According to him,

> "[...] its main feature is the focus on quality through the extended community of peers. The model must be fit for purpose, resulting from a social, political, and institutional process. In this sense, the model is considered a hypothesis to be tested in a participatory process with the extended community of peers that defines the problem, the appropriate knowledge, the role of the research, and evaluates its quality. The community is part of the research process and its eventual resolution. It is the arena where conflicts of values, interests and power differentials are expressed".

According to Mario Giampietro,

> "PNS introduces an epistemological revolution in the way we should do science. Getting out of the Cartesian dream of prediction and control, in which the analyst was supposed to be outside the observed phenomena (so the scientist could pick up a descriptive domain based on the use of only one dimension and level of analysis), in PNS is acknowledged the fact that we are inside what we are observing. This entails that we cannot assume a given (uncontested) definition of what is the system that we are observing. We can only represent 'specific perceptions' of the external world, BUT not the world itself. This is an old distinction coming from Oriental religions between 'the NAMED' –what we are representing using symbols– and 'the TAO' –the external world that we cannot know in all its possible aspects (dimensions and scales of analysis)–".



As Box and Draper (1987) famously observed, "all models are wrong, but some are useful". For Mario Giampietro,

> "[...] the usefulness of models depends on the relevance and pertinence of the preanalytical choice needed to make any formal representation: (i) what the system of interest 'is' and 'does' in the representation; and (ii) a hypothesized causal relation among events, which is supposed to explain observed changes. Narratives are devices for constructing mutual understanding between the storyteller and the listener. All those accepting a given narrative and using a given model must agree on: (i) the relevance of the selected narrative for their common good; and (ii) the efficacy of the analytical representation of events and causality associated with the given narrative. The problem with complexity is that there are always multiple non-equivalent legitimate narratives that can be applied to a given situation determining the coexistence of legitimate

but contrasting perceptions about purposes and concerns. In this situation, the use of numbers generated within a single model based on just one of the possible pre-analytical choices of scale and dimension is dangerous. An alternative to this impasse is represented by relational analysis calculating different numbers generated within non-equivalent representations (models, narratives). Relational analysis can study the existence of impredicative relations when observing complex phenomenon that can/must be observed across different scales and dimensions of analysis – i.e., chicken-egg paradoxes. Relational analysis allows us to do a robust integration of relevant information referring to non-equivalent narratives about a given event when considering different concerns and time scales. The logic of relational analysis is different from the logic of conventional quantitative models.

For example, let's assume that we have 1,000 people (X) eating 500 kg of grain per capita per year (Y), and we want to know the quantity of grain to be supplied per year (Z) to support their diet. Within this narrative the answer can be obtained using a simple equation:

X x Y = Z → 1,000 people x 500 kg p.c./year = 500,000 kg/year of grain.

However, if we change the narrative, we can imagine having 1,000 people and an external constraint (a given amount of land in production) limiting the available supply to only 300,000 kg of grain/year. Again, we can use a simple equation Z/X = Y to study the consequences of the forced relations over numbers, within this new narrative: 300,000 kg/year / 1,000 people = 300 kg grain p.c./year. In this second narrative, each individual has available only 300 kg of grain per year. Assuming the constraint considered in the second narrative, either the 1,000 people will have to reduce their consumption of grain to 300 kg of grain/year (e.g. by becoming vegetarians) or they will have to migrate (400 people will have to move to another area) or they have to introduce new techniques to grain production improving the yields.



Obviously, in relation to food security we can add other the narratives related to other relevant aspects to be considered in a quantitative analysis:

1. the nutritional quality of the diet - using quantities expressed in kcal/day looking at the mix of nutrients, rather than in kg of food products;

2. the implication of the type of diet – i.e., a vegetarian diet or with different levels of meat;

3. the mix of crops cultivated in the agricultural sector – i.e., kg of food commodities such as pork, beef, poultry (including the feed), potatoes, corn;

4. the mix of techniques of agricultural production – i.e., quantities of agricultural inputs such as kg of fertilizers, kg of pesticides, hours of work, cubic meters of irrigation, etc. analyzing patterns in the mix of production inputs;

> 5. the availability of natural resources – cubic meters of water abstracted from the aquifer, hectares of available land, etc.
>
> 6. the dependence on import – lack of food sovereignty.
>
> All these different metrics can be integrated into an overall grammar guaranteeing congruence over the accounting across the different lenses of analysis. In this way, we can identify stories that are plausible when events are observed within a given lens, but that are implausible in relation to at least one of the representations associated with the use of different lenses. Quantitative Story-Telling, in sum, does not make predictions, but it checks impossibilities".

For his part, Andrea Saltelli emphasizes that "PNS is rarely openly prescriptive. It rather proceeds 'via negativa', by identifying bad practices such as determinism, economicism, solutionism, reductionism, excess precision, or displacement (Rayner, 2012). PNS is indeed about 'defogging the mathematics of uncertainty' (Funtowicz & Ravetz, 1990)." Regarding the defining features of PNS modelling, "one can mention the emphasis on participation and the extended peer community, where models become a learning instrument or a metaphor (Ravetz, 2003). The 'Manifesto' (Saltelli *et al*., 2020) can be said to be inspired by PNS, but without pretention to become a doxa, in the sense of 'these and only these are the rules to follow'".

Kozo Mayumi does not think that the post-normal approach "suggests any form of modelling". If one keeps in mind the modelling relation proposed by Robert Rosen (1985), what really matters is the process rather than the specific instance of the model. In this respect, Giampietro recalls Leslie White's distinction between "science" and "sciencing" (White, 1938). "When explained in this way, the predicament is how to guarantee quality to the process used to generate families of non-equivalent models dealing with the same sustainability issue". In this sense, Giampietro points out that the



> "difference between models and PNS modelling should be clearly stated. PNS modelling means checking the robustness and relevance of the different narratives underlying the generation of non-equivalent models. [...] Given a perception of a natural system in the external world, in order to generate a formal representation of it with a formal system of inference we have to: (i) encode our choice of relevant attributes into proxy variables; and then after having used the model (ii) decode the results into predictions about what will happen in our original perceptions that will result useful to guide action. This means that our choice of coding and decoding is not related to 'the perception' nor to 'the representation', but rather to the identity of the analyst and to the reasons why the model is generated and used. So, it is the generation and the use of the model that has to be contextualized to check its quality. It is the narrative (our choice of encoding and decoding for explaining causality in the anticipatory system) that defines the usefulness of the model. Consequently, PNS modelling is about the selection of: (i) narratives, (ii) proxy variables, and (iii) the identification of causal relations to be described by an inferential system". Giampietro concludes "it is this process that matters, not the model. When coming to Quantitative

> Story-Telling ('via negativa') the only possible solution for dealing with the unavoidable epistemological challenge of complexity is to try to combine as many relevant selections as possible in the process".

For Giampietro, "acknowledging the unavoidable presence of ignorance in any representation is essential because it forces to acknowledge the relevance of the moral responsibility of the scientist. We cannot define what is 'the best course of action' and this entails that we have (as scientists) to help the society to make informed decisions by explaining the weakness and strength of different narratives". As a result, modellers should not seek to prescribe solutions or "tell society what to do".

Andrea Saltelli notes that the "so-called epistemology of ignorance has a long tradition, and it was already practiced by philosophers from Socrates to Nicholas of Cusa". Following Ravetz (2015a), he states that "any epistemology that ignores ignorance is an intellectual fraud".

With regard to the relationship between relativism and model building, Silvio Funtowicz argues that ambiguity and relativism are often conflated. In his view, "ambiguity is the characteristic that defines complexity. The multiplicity of perspectives is not relativism but complexity. It is part of the uncertainty and indeterminacy of the system".

For Mario Giampietro, relativism does not pose a problem for model building. Quite the contrary, "what is a problem for modelling is ignoring that everything is relative, since we are representing our perceptions gathered in the external world and not the external world. Complexity simply requires accepting that we are modelling 'names' and not real entities in the TAO". Giampietro further argues that "probably 'real entities' in the TAO do not exist, and we can only observe the 'external referent' of the names we use in our language. This is the revolution of complexity against reductionism".



Andrea Saltelli considers that relativism becomes problematic depending on the purposes and positioning of those constructing models:

> "If one wants to take advantage of the political economy of modelling (Saltelli & Di Fiore, 2023) and exploit the epistemic authority that descends from building a large, very detailed 'map of the kingdom' (Borges, 1946) then relativism –in the sense to consider a plurality of epistemic and normative positions– becomes a hindrance. If one wants to be responsible, it does not" (Puy *et al*., 2022).

About the epistemological flaws of IAM modelling, Mario Giampietro finds that

> "the integrated assessment provided by IAM is a legacy of the intoxication of the economic narratives framing the discussions over sustainability. If you have prices, then the economy is operating in a situation of moderate scarcity and there are no problems of

> sustainability. If there is absolute scarcity, then you no longer have prices". In this way, "the idea of studying problems of sustainability using narratives that assume by default that we cannot have sustainability problems is bizarre".

This critique is closely related to what he describes as "the mantra that technical innovations and business models will always save us as the 7th cavalry in the old fashion Western movies".

Andrea Saltelli recalls Funtowicz and Ravetz critique of Nordhaus' model on the economics of the greenhouse effect (Funtowicz & Ravetz, 1994). He notes that "reading this old article against Scoones and Stirling (2020) one deduces that the appetite of experts for fantastic numbers has not gone away. The ludicrous precision of the cost of carbon averaged until 2300 is a sufficient example (Coy, 2021)".

Having presented the questionnaire results, we now turn to a discussion that seeks to clarify the relationships between science, PNS, PNS modelling, and the epistemology of ignorance.

## 4. Discussion

First, it should be noted that, although there are normal and post-normal conditions under which science and its modelling can operate, scientific knowledge obtained under normal conditions is not invalidated by post-normal conditions. Post-normal reflection and modelling are certainly necessary when addressing global practical problems with significant social implications, which require the organization of scientific knowledge in a transdisciplinary manner. The sociopolitical nature of such problems, their resolution —shaped by various agents, each with different preferences, interests, or priorities—, and the uncertainty and lack of information regarding the consequences of the solutions that might be proposed, motivates the reflection on how scientific knowledge can contribute to the decision-making process in conditions other than "normal". This requires the development of participatory processes in which affected populations, non-experts, and others take part in the development of solutions, and present their arguments and reasons in the best possible way. When evaluating some of the "strengths and weaknesses" of proposed alternatives, scientific knowledge is perhaps one of the best ways to compare them with other arguments that are less valid, based on incorrect or spurious reasoning. There are, however, some limitations to this approach in a post-normal context. We need complementary criteria for determining the quality of different arguments and justifications in order to assist in decision-making and democratic deliberation. In this sense, the extended peer community proposal helps overcome some of these knowledge limitations for making decisions in a post-normal context and in the face of urgent problems.

Joan Martínez-Alier has expressed himself in a similar way in a prologue to a book by Funtowicz and Ravetz: "Laboratory science, which is normal science in Kuhn's sense, remains important. There is no need to change the scientific paradigm, nor is there

any need to renounce Western rationality. Newton, Galileo, or Descartes are not to be attacked in the name of the unknown or of a diffuse religious belief. Quite the contrary, the laboratory aims to determine genetic distances between agricultural varieties, or to verify hypotheses in radiation physics. In contrast, normal applied science cannot be used to evaluate the value of conserving biodiversity or to make decisions regarding the use of nuclear power. Professional consultants, such as nuclear engineers or agronomists, are not helpful either in this regard. The issues are too urgent and the uncertainty is too great. As a result, we are entering the field of PNS, a field where the number of evaluators has been expanded" (Martínez Alier, 2000, p. 13). We should emphasize that this process is not just about democratizing decision-making on important issues, but also about improving the scientific understanding of these issues. According to Funtowicz and Ravetz (1993, p. 753): "The extension of the peer community is then not merely an ethical or political act; it can positively enrich the processes of scientific investigation. Knowledge of local conditions may determine which data are strong and relevant, and can also help to define policy problems".

Despite the fact that the consequences of many proposed solutions may be uncertain and unknown, there is also some scientific certainty about how the world works (i.e., about nature's physical and biological laws), which limits our possibilities no matter what our perceptions are.[5] Since sociopolitical problems have multiple dimensions (social, environmental, economic), there are no optimal technical-scientific solutions, but rather the outcome of community deliberation and participation. Mario Giampietro emphasized this above, when he underlined "the moral responsibility of the scientist". We believe that scientists are expected to contribute their knowledge to collective discussions with other stakeholder groups (extended peer communities), making PNS not just "science *for* the people", but "science *with* the people".



In contrast to some beliefs, we suggest that the dichotomy between facts and values does not disappear in PNS, but rather is *reconsidered*. We maintain that the distinction between facts and values remains valid in PNS, although not in the same sense as in normal science. In the case of nuclear energy or transgenic crops, for instance, uncertainty and lack of quality information make it difficult to accurately predict the future consequences (facts) of the use of these technologies. However, when decisions must be made under such conditions, values play a central role in guiding action (for example, based on the precautionary principle). Thus, the fact-value distinction remains valid and does not vanish, but its role in a post-normal context changes. Funtowicz and Ravetz themselves acknowledge it: "PNS has the paradoxical feature that in its problem-solving activity the traditional domination of 'hard facts' over 'soft values' has been inverted" (Funtowicz & Ravetz, 1993, p. 750).

With respect to the role of the epistemology of ignorance in PNS modelling, this article has examined several categories that are central to a de-idealisation of scientific models

[5] Note that Giampietro reminds that Quantitative Storytelling does not make predictions, but it checks impossibilities.

through a critical analysis of ignorance: “usable ignorance”, the “social construction of ignorance”, “uncomfortable knowledge”, “hypocognition”, and “hegemonic storytelling”. We argue that a distinctive feature of PNS modelling should be the use of the critical analysis of ignorance to enhance the quality and reflexivity of scientific models, given that representations of the target system are inevitably stylized, partial, and approximate.

From this perspective, models participate in the social construction of ignorance insofar as they provide interpretative frameworks through which reality is perceived and understood, while simultaneously privileging certain representations over other possible and equally legitimate alternatives. Furthermore, the exclusion, marginalisation, or suppression of sources of uncomfortable knowledge within modelling practices tends to narrow the range of conceivable solutions, thereby fostering hypocognition and potentially amplifying systemic risks. In this sense, models may also function as instruments for concealing uncomfortable knowledge, reinforcing dominant narratives while obscuring alternative perspectives and sources of uncertainty.

One way to prevent unwelcome surprises is to make explicit and publicly available both what is known and what remains unknown within a model. In this regard, models often travel from one context to another, without sufficient consideration of the circumstances under which they were originally developed. As a result, it is frequently overlooked that assumptions that are reasonable and well-justified in one setting may become inappropriate or even meaningless in another. For this reason, both the explicit and implicit assumptions underlying a model must be carefully identified and scrutinised. These include, among other factors, the scale at which observations were made, the descriptive domain of the data, the parameter values required for the model to function, and the aspects that were deemed irrelevant or excluded from consideration. A model should address the appropriate problem by employing suitable narratives and cognitive frameworks, while remaining attentive to legitimate and meaningful perspectives that may otherwise be overlooked. Because modelers inevitably embed their own interests, biases, methodological preferences, and disciplinary commitments into the models, the epistemology of ignorance should constitute an integral component of the PNS modelling. Incorporating a critical analysis of ignorance helps preserve openness to alternative framings and interpretations, thereby reducing the risk of distortions, exclusions, and oversimplifications associated with dominant or hegemonic narratives.



## Conclusions

PNS was proposed to address the challenges that arise when science is applied to policy-making, namely in situations in which facts are uncertain, values are contested, stakes are high, and decisions are urgent. Under these post-normal conditions, traditional reductionist models exhibit significant limitations. Instead, PNS requires forms of modelling capable of incorporating high levels of uncertainty, complexity, and, in some cases, irreducible ignorance. Whereas conventional modelling is primarily grounded in what is known, PNS modelling directs attention to what is poorly understood, uncertain, or fundamentally unknowable.

This perspective challenges traditional distinctions between facts and values, knowledge and ignorance, and experts and the public. Within this framework, we have argued that both scientific models and scientific ignorance are central analytical concerns in PNS. Accordingly, this article has reviewed recent developments in the epistemology of ignorance and explored their relevance for PNS modelling. In particular, we have examined concepts such as “usable ignorance”, the “social construction of ignorance”, “uncomfortable knowledge”, “hypocognition” and “hegemonic story-telling”. Together, these concepts highlight how a critical engagement with ignorance can contribute to improving modelling practices and informing policy interventions based on scientific knowledge.

Furthermore, epistemology of ignorance draws attention to social and institutional dynamics that encourage the neglect of certain facts or the marginalisation of well-established knowledge because of its potential to expose latent conflicts, challenge prevailing assumptions, or reveal the fragility of existing agreements. At the same time, it illuminates how dominant cognitive frames can obscure alternative representations of a problem and privilege particular perspectives over others, including those held by legitimate stakeholders.

These insights contribute to enhancing the quality of modelling practices and should be regarded as an important driver of the de-idealization of scientific models, a dimension that is often underappreciated in conventional accounts of modelling. More broadly, they provide new narratives and analytical tools for advancing both PNS and the epistemology of scientific models. Drawing on our survey and the responses to the questionnaire, we conclude that the epistemology of ignorance should constitute a defining feature of PNS modelling and a key mechanism for promoting the de-idealization of scientific models.



## Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

## Declaration on the use of AI

During the preparation of this article, ChatGPT was occasionally used as a support tool for proofreading and reviewing the style of the English language. It was not used to generate the content or develop the arguments of the article.

**Acknowledgements**

This article has been possible thanks to the research project PID2022-141667NB-I00 funded by the Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Spain). We are grateful to the reviewers for their careful evaluation of our manuscript and for their insightful comments and constructive feedback, which have significantly improved this work.

**Bibliography**

Batterman, Robert W. & Rice, Collin C. (2014). Minimal Model Explanations. Philosophy of Science, 81(3), 349-376.

Birkenholtz, Trevor & Gregory, Simon (2022). Introduction to themed issue: Ignorance and uncertainty in environmental decision-making. Geoforum, 132, 154-161.

Bloor, David (1976). Knowledge and Social Imagery. Chicago: University of Chicago Press.

Borges, Jorge Luis (1960). Del rigor en la ciencia (On Exactitude in Science). El hacedor. Buenos Aires: Emecé Editores. Retrieved from: https://ciudadseva.com/texto/del-rigor-en-la-ciencia/.



Box, George E. & Draper, Norman R. (1987). Empirical model-building and response surfaces. New York: John Wiley & Sons.

Burke, Peter (2015). What is the History of Knowledge? Cambridge: Polity Press.

Corbin, Alain (2021). Terra Incognita: A History of Ignorance in the 18th and 19th Centuries. Cambridge: Polity Press.

Coy, Peter (2021). The Most Important Number You've Never Heard Of. The New York Times, September 17. Retrieved from: https://www.nytimes.com/2021/09/17/opinion/greenhouse-gas-cost.html.

Giacomo D'Alisa, Giacomo, Demaria, Federico & Kallis, Giorgos (2014). Degrowth: A vocabulary for a new era. New York & London: Routledge.

Dovers, Stephen R. & Handmer, John W. (1995). Ignorance, the precautionary principle, and sustainability. Ambio, 24(2), 92-97.

European Commission (2023). Better regulation: guidelines and toolbox. Retrieved from: https://commission.europa.eu/law/law-making-process/better-regulation/better-regulation-guidelines-and-toolbox_en.

Fernández Pinto, Manuela (2015). Tensions in Agnotology: Normativity in the Studies of Commercially Driven Ignorance. Social Studies of Science, 45(2), 294-315.

Fernández Pinto, Manuela (2019). Scientific Ignorance: Probing the Limits of Scientific Research and Knowledge Production. Theoria. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science, 34(2), 195-211.

Fleck, Ludwik (1979). Genesis and Development of a Scientific Fact. Chicago: University of Chicago Press.

Fragio, Alberto (2022). Historical Epistemology of Ecological Economics: Essays on the Styles of Economic Reasoning. Cham: Springer Nature.

Fragio, Alberto & Carpintero, Óscar (2024). Post-normal modelling in ecological economics: An emergent approach. Futures, 158, 1-10.

Frickel, Scott, Gibbon, Sahra, Howard, Jeff, Kempner, Joanna, Ottinger, Gwen & Hess, David (2010). Undone Science: Charting Social Movement and Civil Society Challenges to Research Agenda Setting. Science, Technology, and Human Values, 35(4), 444–73. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243909345836.

Frigg, Roman (2022). Models and Theories. A Philosophical Inquiry. London and New York: Routledge.

Frigg, Roman & Hartmann, Stephan (2025) Models in Science [2006]. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Stanford: Stanford University. Retrieved from: https://plato.stanford.edu/entries/models-science/.



Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1990). Uncertainty and Quality in Science for Policy. Dordrecht: Kluwer.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1991). A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues. In Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. New York: Columbia University Press.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1992). Three Types of Risk Assessment and the Emergence of Post-Normal Science. In Sheldon Krimsky and Dominic Golding (Eds.), Social Theories of Risk, Westport (251-273). Oxford: Greenwood.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1993). Science for the Post-Normal Age. Futures, 31(7), 735-755.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1994a). Emergent Complex Systems. Futures, 26(6), 568-582.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1994b). The Worth of a Songbird: Ecological Economics as a Post-Normal Science. Ecological Economics, 10, 197-207.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2000). La ciencia posnormal. Ciencia con la gente [1993]. Barcelona: Icaria.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2025). Knowledge, power, and participation in the post-normal age. Ecological Economics, 237, 1-12.

Funtowicz, Silvio O. & Strand, Roger (2007). Models of Science and Policy. In T. Traavik & L.C. Lim (Eds.), Biosafety First: Holistic Approaches to Risk and Uncertainty in Genetic Engineering and Genetically Modified Organisms (263-278). Trondheim: Tapir Academic Press.

García, Daniel J. & You, Fengqi (2016). The Water-Energy-Food Nexus and Process System Engineering: A New Focus. Computers & Chemical Engineering, 91, 49-67.

Giampietro, Mario (2018a). Perception and Representation of the Resource Nexus at the Interface between Society and the Natural Environment. Sustainability, 10, 2545, 1-17.

Giampietro, Mario (2018b). Anticipation in Agriculture. In R. Poli (Ed.), Handbook of Anticipation (1-35). Cham: Springer.

Giampietro, Mario (2019). The Quality of Scientific Advice for Policy: Insights from Complexity. Report produced in the context of the Horizon2020 project MAGIC, Grant Agreement No. 689669.

Giampietro, Mario (2024). Combining biosemiotics and post-normal science to study the formation and adaptation of the identity of modern society. Futures, 161, 103414. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103414.



Giampietro, Mario *et al.* (2021). Report on the Experience of Applications of the Nexus Structuring Space in Quantitative Story-Telling. Report on the Experience of Applications of the Nexus Structuring Space in Quantitative Storytelling, MAGIC (H2020–GA 689669) Project Deliverable 4.4, Revision (version 2.0).

Giampietro, Mario & Bukkens, Sandra G. F. (2022). Knowledge claims in European Union energy policies: Unknown knowns and uncomfortable awareness. Energy Research & Social Science, 91, 102739. DOI: https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102739.

Gibbard, Allan & Varian, Hal R. (1978). Economic Models. The Journal of Philosophy, 75(11), 664-677.

Gross, Matthias & Linsey McGoey (2015). Routledge International Handbook of Ignorance Studies. London: Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315867762.

Irwin, Alan (1995). Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development. London: Routledge.

Knight, Frank H. (1921). Risk, Uncertainty and Profit. Boston: Houghton Mifflin. Retrieved from: https://fraser.stlouisfed.org/files/docs/publications/books/risk/riskuncertaintyprofit.pdf.

Kovacic, Zora & Biggeri, Annibale (2023). Post-normal science 30 years on. Editorial introduction: Ongoing conversations about knowledge, science practices, integrity and quality through post-normal lenses. Futures, 151, 1-4.

Lakoff, George (2004). Don't Think of an Elephant: Know Your Values and Frame the Debate. Chelsea: Green Publishing.

Lakoff, George (2010). Why it Matters How We Frame the Environment. Environmental Communication: A Journal of Nature and Culture, 4(1), 70-81.

Loorbach, Derk (2014). To transition! Governance panarchy in the new transformation. Rotterdam: Erasmus University.

Loorbach, Derk & Rotmans, Jan (2010). The practice of transition management: Examples and lessons from four distinct cases. Futures, 42(3), 237–246. DOI: https://doi.org/ 10.1016/j.futures.2009.11.009.

Martínez-Alier, Joan (2000). Prólogo a la edición española. In Silvio Funtowicz & Jerome R. Ravetz, La ciencia posnormal. Ciencia con la gente (11-16). Barcelona: Icaria.

Martínez-Alier, Joan (2002). The Environmentalism of the Poor. A Study of Ecological Conflicts and Valuation. Cheltenham: Edward Elgar.

Mayumi, Kozo & Giampietro, Mario (2006). The Epistemological Challenge of Self-Modifying Systems: Governance and Sustainability in the Post-Normal Science Era. Ecological Economics, 57, 382-399.



Mayumi, Kozo & Renner, Ansel (2022). Misapplication of Conventional Economic Analysis to Climate Change From the Post-normal Science Perspective: The 'Social Cost of Carbon' Myth. Frontiers in Climate, 4, 1-14.

Nickerson, Raymond S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. Review of General Psychology, 2(2). DOI: https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175.

Oreskes, Naomi (2024). Agnotology in History of Science. In Lukas M. Verburgt (Ed.), Debating Contemporary Approaches to the History of Science (313-344). London: Bloomsbury.

Proctor, Robert N. & Schiebinger, Londa (Eds.). (2008). Agnotology. The Making and Unmaking of Ignorance. Stanford: Stanford University Press.

Puy, Arnald, Beneventano, Pierfrancesco, Levin, Simon A., Lo Piano, Samuele, Portaluri, Tommaso & Saltelli, Andrea (2022). Models with Higher Effective Dimensions Tend to Produce More Uncertain Estimates. Science Advances, 8, 1-10.

Ravetz, Jerome R. (1986). Usable Knowledge, Usable Ignorance, Incomplete Science with Policy Implications. In William C. Clark & Robert E. Munn (Eds.), Sustainable Development of the Biosphere (415-432). New York: IIASA/Cambridge University Press.

Ravetz, Jerome R. (2003). Models as Metaphors. In Bernd Kasemir, Jill Jäger, Carlo C. Jaeger & Matthew T. Gardner (Eds.), Public Participation in Sustainability Science: A Handbook (62-78). Cambridge: Cambridge University Press.

Ravetz, Jerome R. (2015a). Preface: Descartes and the Rediscovery of Ignorance. In Ângela Guimarães Pereira & Silvio O. Funtowicz (Eds.), Science, Philosophy and Sustainability, the End of the Cartesian Dream (XV–XVIII). London: Routledge.

Ravetz, Jerome R. (2015b). From Descartes to Rumsfeld: The Rise and Decline of Ignorance-of-Ignorance. In Matthias Gross & Linsey McGoey (Eds.), Routledge International Handbook of Ignorance Studies. London: Routledge.

Rayner, Steve (1986). Commentary on J. R. Ravetz,'Usable Knowledge, Usable Ignorance: Incomplete Science with Policy Implications. In William C. Clark & Robert E. Munn (Eds.), Sustainable development of the biosphere (432-434). New York: IIASA/ Cambridge University Press.

Rayner, Steve (2006). Wicked Problems: Clumsy Solutions, Diagnoses and Prescriptions for Environmental Ills. Jack Beale Memorial Lecture on Global Environment. Sydney: University of New South Wales.



Rayner, Steve (2012). Uncomfortable Knowledge: The Social Construction of Ignorance in Science and Environmental Policy Discourses. Economy and Society, 41(1), 107-125.

Renner, Ansel & Giampietro, Mario (2020). Socio-Technical Discourses of European Electricity Decarbonization: Contesting Narrative Credibility and Legitimacy with Quantitative Story-Telling. Energy Research & Social Science, 59, 1-14.

Rosen, Robert (1985). Anticipatory Systems: Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations. New York: Pergamon Press.

Saltelli, Andrea *et al.* (2020). Five Ways to Ensure that Models Serve Society: A Manifesto. Nature, 582: 482-484.

Saltelli, Andrea & Di Fiore, Monica (2023). The Politics of Modelling. Numbers between Science and Policy. Oxford: Oxford University Press.

Saltelli, Andrea & Funtowicz, Silvio O. (2014). When All Models Are Wrong. Issues in Science and Technology, 30(2), 79-85.

Saltelli, Andrea & Giampietro, Mario (2017). What is Wrong with Evidence Based Policy, and How Can It Be Improved? Futures, 91, 62-71.

Saltelli, Andrea, Kuc-Czarnecka, Marta, Lo Piano, Samuele, Lőrincz, Máté János, Olczyk, Magdalena, Puy, Arnald, Reinert, Erik, Smith, Stefán Thor & van der Sluijs, Jeroen P. (2023). Impact assessment culture in the European Union. Time for something new? Environmental Science & Policy, 142, 99–111. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.02.005.

SAPEA (2019). Making sense of science for policy under conditions of complexity and uncertainty. Berlin: Science Advice for Policy by European Academies. DOI: https://doi.org/10.26356/MASOS.

Scoones, Ian & Stirling, Andy (2020). The Politics of Uncertainty. Abingdon & New York: Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781003023845.

Stirling, Andy (2010). Keep it complex. Nature, 468, 1029-1031.

Stirling, Andy (2017). Precautionary Appraisal as a Response to Risk, Uncertainty, Ambiguity and Ignorance. In Clive L. Spash (Ed.), The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society (267-277). London: Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315679747.

Stirling, Andy, Renn, Ortwin, Klinke, Andreas, Rip, Arie & Salo, Ahti (1999). On Science and Precaution in the Management of Technological Risk and Management of Uncertainty. Report ESTO/SPRU, Sussex.



Strand, Roger (2017). Post-Normal Science. In Clive L. Spash (Ed.), The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society (288-297). London: Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315679747.

Sullivan, Shannon & Tuana, Nancy (2007). Race and Epistemologies of Ignorance. New York: State University of New York Press.

Tickner, Joel & Riechmann, Jorge (2002). El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica. Barcelona: Icaria.

van der Sluijs, Jeroen P. (2017). The NUSAP Approach to Uncertainty Appraisal and Communication. In Clive L. Spash (Ed.), The Routledge Handbook of Ecological Economics: Nature and Society (301-310). London: Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315679747.

van der Sluijs, Jeroen P., Craye, Matthieu, Funtowicz, Silvio O., Kloprogge, Penny, Ravetz, Jerome R. & Risbey, James (2005). Combining Quantitative and Qualitative Measures of Uncertainty in Model-Based Environmental Assessment: The NUSAP System. Risk Analysis, 25(2), 481-492. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00604.x.

Vannucci, Giulia, Annoni, Paola & Saltelli, Andrea (2025). Sensitivity Analysis. In Miodrag Lovric (Ed.), International Encyclopedia of Statistical Science (2273-2278). Berlin & Heidelberg: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-69359-9_554.

Verburgt, Lukas M. (2024). History of Scientific Ignorance. In Lukas M. Verburgt (Ed.), Debating Contemporary Approaches to the History of Science (289-312). London: Bloomsbury.

Verburgt, Lukas M. & Burke, Peter (2021). Introduction: Histories of Ignorance. Journal for the History of Knowledge, 2(1), 1-9.

Walker, Warren E. P., Harremoës, Poul, Rotmans, Jan, van der Sluijs, Jan Pieter, van Asselt, Marjolein Barbara Aletta, Janssen, Pieter Peter Maria & Krayer von Krauss, Matthew P. (2003). Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. Integrated Assessment, 4(1), 5-17. DOI: https://doi.org/10.1076/iaij.4.1.5.16466.

Waltner-Toews, David, Biggeri, Annibale, De Marchi, Bruna, Funtowicz, Silvio O., Giampietro, Mario, O'Connor, Martin, Ravetz, Jerome R., Saltelli, Andrea & van der Sluijs, Jeroen P. (2020). Post-normal pandemics: Why CoViD-19 requires a new approach to science. Recenti Progressi in Medicina, 111(4), 202-204.

Wehling, Peter (2015). Nichtwissenskulturen – Theoretische Konturen eines neuen Konzepts der Wissenschaftsforschung. In Wehling & Stefan Böschen (Eds.), Nichtwissenskulturen: Über den Umgang mit Nichtwissen in Wissenschaft und Öffentlichkeit (23-66). Baden-Baden: Nomos.

Wehling, Peter (2021). Why Science Does Not Know: A Brief History of (the Notion of) Scientific Ignorance in the Twentieth and Early Twenty-First Centuries. Journal for the History of Knowledge, 2(1), 1-13.

Wehling, Peter & Stefan Böschen (2015). Nichtwissenskulturen und Nichtwissensdiskurse: Über den Umgang mit Nichtwissen in Wissenschaft und Öffentlichkeit. Baden-Baden: Nomos.

Weisberg, Michael (2007). Three Kinds of Idealization. The Journal of Philosophy, 104(12), 639-659.

White, Leslie (1938). Science is Sciencing. Philosophy of Science, 5(4), 369-389.

10.35362/issn.1850-0013-1274

# La imagen social de la ciencia para la política en contextos posnormales *

# A imagem social da ciência para a política em contextos pós-normais

# *The Social Image of Science for Policy in Post-Normal Contexts*

**Unai Coto Suárez, Ramón Iker Soria Royuela y Ana Muñoz van den Eynde** **

La ciencia para la política adquiere una importancia central en un presente definido por problemas de creciente complejidad e impacto. En contextos posnormales definidos por la incertidumbre, los valores en disputa, las consecuencias elevadas y la necesidad de adoptar decisiones antes de disponer de conocimiento completo, la incorporación del conocimiento científico a la toma de decisiones requiere legitimidad, confianza y participación pública. En consecuencia, la percepción social de la ciencia en la política y la disposición ciudadana a participar adquieren especial relevancia frente a problemas posnormales. Este artículo busca explorar los elementos que contribuyen a definir y explicar esta percepción en la población española especificada en tres variables: el valor percibido de la contribución científica a la política, la disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia y la comprensión de la interfaz ciencia-política. Para ello, se emplean modelos de ecuaciones estructurales para analizar las asociaciones con distintos factores individuales y contextuales en una muestra de 3257 personas residentes en España. Los resultados muestran patrones diferenciados entre las tres dimensiones. La confianza institucional, el pensamiento crítico y la exposición percibida a mensajes positivos sobre la ciencia presentan asociaciones positivas con todas ellas, mientras que la ideología, el conspiracionismo, la religiosidad y la exposición a mensajes negativos muestran relaciones variables.

**Palabras clave:** ciencia para la política; ciencia posnormal; percepción social de la ciencia; SEM



* Recepción del artículo: 30/07/2026. Entrega del dictamen: 09/09/2026. Recepción del artículo final: 05/10/2026.

** *Unai Coto Suárez:* CIEMAT, España. Correo electrónico: unai.cotosuarez@outlook.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1080-9324. *Ramón Iker Soria Royuela:* CIEMAT, España. Correo electrónico: RamonIker.Soria@ciemat.es. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3873-9395. *Ana Muñoz van den Eynde:* CIEMAT, España. Correo electrónico: ana.munoz@ciemat.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0602-7760.

10.35362/issn.1850-0013-1274

A ciência para a política assume uma importância central num presente marcado por problemas de crescente complexidade e impacto. Em contextos pós-normais definidos pela incerteza, por valores em disputa, por consequências elevadas e pela necessidade de tomar decisões antes de se dispor de conhecimento completo, a incorporação do conhecimento científico na tomada de decisões requer também legitimidade, confiança e participação pública. Consequentemente, a perceção social da ciência na política e a disposição dos cidadãos para participar adquirem especial relevância perante problemas pós-normais. Este estudo procura explorar os fatores que contribuem para definir e explicar essa perceção na população espanhola, especificada através de três variáveis: o valor percebido da contribuição científica para a política, a disposição para a participação pública na tomada de decisões sobre ciência e a compreensão da interface ciência-política. Para tal, utilizam-se modelos de equações estruturais para analisar as associações com diferentes fatores individuais e contextuais numa amostra de 3257 residentes em Espanha. Os resultados mostram padrões diferenciados entre as três dimensões. A confiança institucional, o pensamento crítico e a exposição percebida a mensagens positivas sobre a ciência apresentam associações positivas com todas elas, enquanto a ideologia, o pensamento conspirativo, a religiosidade e a exposição as mensagens negativas mostram relações variáveis.

**Palavras-chave:** ciência para a política; ciência pós-normal; perceção pública da ciência; SEM

*Science for policy has become increasingly important in a present shaped by problems of growing complexity and impact. In post-normal contexts defined by uncertainty, contested values, high stakes, and the need to make decisions before complete knowledge is available, the incorporation of scientific knowledge into decision-making also requires legitimacy, trust, and public participation. Consequently, the public perception of science in policy-making and citizens' willingness to participate become particularly relevant in addressing post-normal problems. This article explores the factors that contribute to defining and explaining this perception among the Spanish population, specified through three variables: the perceived value of scientific contributions to policymaking, willingness to engage in public participation in science-related decision-making, and understanding of the science-policy interface. Structural equation modelling is used to analyse associations with different individual and contextual factors in a sample of 3,257 residents of Spain. The results show differentiated patterns across the three dimensions. Institutional trust, critical thinking, and perceived exposure to positive messages about science are positively associated with all three, whereas ideology, conspiracist thinking, religiosity, and exposure to negative messages show varying relationships.*

***Keywords:*** *science for policy; post-normal science; public perception of science; SEM*

## Introducción

Las sociedades contemporáneas se enfrentan a problemas de creciente complejidad cuyo abordaje requiere mecanismos de decisión y acción que se configuran a partir de la interrelación entre ciencia, tecnología, sociedad y política. El cambio climático, la gestión de emergencias sanitarias o la rápida difusión de tecnologías como los *large language models* (LLM) plantean situaciones en las que los responsables públicos deben adoptar decisiones sobre sistemas complejos, sometidos a incertidumbre y capaces de generar grandes riesgos distribuidos entre numerosos grupos sociales (Workman *et al.*, 2020; Hadjisotiriou *et al.*, 2023; Wirtz *et al.*, 2022). Estos desafíos se presentan como problemas retorcidos o *wicked problems* (Rittel & Webber, 1973); es decir, problemas de planificación y política pública sin definiciones y soluciones unívocas, debido a su complejidad e incertidumbre, y a la divergencia entre los actores implicados en cuanto a sus conocimientos, valores e intereses (Head & Alford, 2015).

Ante problemas de esta naturaleza, la capacidad de las instituciones públicas para acceder, evaluar y utilizar conocimientos científicos relevantes es fundamental, especialmente cuando las decisiones deben tomarse bajo condiciones de incertidumbre. Así, el conocimiento experto contribuye a delimitar y comprender estos problemas, estimar sus posibles consecuencias y fundamentar las intervenciones adoptadas, además de contribuir a legitimar las decisiones tomadas.

Este uso del conocimiento científico para informar la elaboración de políticas públicas conforma lo que aquí denominamos ciencia para la política o *science for policy*. La Comisión Europea la define como el uso de evidencia, conocimiento y experiencia científica para mejorar la elaboración de políticas públicas (Comisión Europea, s/f). Su desarrollo contemporáneo se articula mediante procesos de colaboración y coproducción entre comunidades científicas, responsables públicos y otros actores implicados en la producción y utilización de conocimiento relevante para las políticas (Sienkiewicz & Mair, 2020).



Esta relación entre conocimiento experto y decisión pública adquiere especial relevancia cuando el conocimiento disponible se presenta bajo condiciones de incertidumbre. En su análisis de la ciencia reguladora, Jasanoff (1990) indica que las instituciones públicas deben tomar decisiones en ámbitos donde el conocimiento está todavía en desarrollo, y donde persisten controversias sobre la suficiencia, pertinencia e interpretación de la evidencia disponible, valorando conocimientos parciales mientras permanecen abiertas cuestiones relevantes. Una parte significativa del conocimiento destinado a la regulación se produce precisamente en los márgenes del conocimiento disponible, donde la delimitación entre cuestiones científicas y decisiones políticas adquiere especial complejidad (Jasanoff, 1990). En situaciones de este tipo, la incertidumbre deja de ser una limitación provisional del conocimiento para convertirse en una condición que debe ser reconocida y gestionada en la toma de decisiones políticas.

La ciencia posnormal proporciona aquí un marco específico para analizar las situaciones en las que estas condiciones alcanzan una intensidad elevada. Funtowicz

y Ravetz (1993) caracterizan los contextos posnormales como la concurrencia de hechos inciertos, valores en disputa, apuestas elevadas y decisiones urgentes. En ellos, las limitaciones del conocimiento disponible coinciden con desacuerdos acerca de la definición del problema, las prioridades colectivas y las consecuencias aceptables de las posibles respuestas. Ravetz (1999) sintetizó esta tensión señalando que determinadas decisiones políticas requieren compromisos firmes cuando la evidencia disponible conserva niveles importantes de incertidumbre, invirtiendo así la representación convencional de unos hechos científicos "duros" que fundamentan decisiones políticas comparativamente "blandas".

Ante estas condiciones limitadas, la ciencia posnormal amplía los actores implicados en la evaluación del conocimiento científico y en la toma de decisiones. Funtowicz y Ravetz (1993) definen las comunidades de pares extendidas como la incorporación de actores plurales con conocimientos, experiencias o perspectivas pertinentes a la evaluación de los conocimientos científicos utilizados en problemas posnormales.

Esta ampliación permite integrar conocimiento local, profesional o experiencial relevante para identificar consecuencias, vulnerabilidades y supuestos que complementan el conocimiento científico especializado (Meisch *et al.*, 2022). La participación adquiere una función epistémica vinculada a la definición de problemas, el examen de los supuestos y la valoración de las consecuencias de las diferentes alternativas (Meisch, 2024). Se define así una concepción pluralista y participativa de la ciencia posnormal, en la que la diversidad de conocimientos y valores forma parte de los procesos de producción y evaluación del conocimiento para la gobernanza (Funtowicz & Ravetz, 2025). Este planteamiento converge con desarrollos recientes de la ciencia para la política, donde se proponen relaciones iterativas y colaborativas entre producción de conocimiento y elaboración de políticas, incorporando a comunidades científicas, responsables públicos y otros actores sociales en la definición de problemas, la síntesis de evidencia y la formulación de alternativas (Sienkiewicz & Mair, 2020).



El papel de la ciudadanía ocupa, por ello, una relevancia creciente tanto en la ciencia para la política como en la propia ciencia posnormal. Por una parte, las decisiones de los expertos afectan a colectivos que construyen expectativas acerca del papel que estos desempeñan, la independencia de la actividad científica, la gestión de la incertidumbre y las posibilidades de participación ciudadana. Por otra parte, la participación de los actores afectados forma parte de las condiciones bajo las que se produce, evalúa y legitima el conocimiento orientado a la toma de decisiones en contextos posnormales.

Consideramos, por tanto, que la investigación sobre la percepción pública de la ciencia para la política adquiere una importancia central en un presente definido por problemas de creciente complejidad. En nuestra investigación, entendemos por imagen de la ciencia la representación que las personas construyen a partir de sus interacciones cotidianas con la ciencia y del entorno social en el que se desenvuelven (Rey Rocha *et al.*, 2019). Trasladada a la ciencia para la política, esta perspectiva permite analizar específicamente cómo la ciudadanía representa y valora la incorporación del conocimiento científico a las decisiones colectivas. Estas representaciones se configuran mediante la interacción entre características individuales y contexto social,

dos niveles analíticos estrechamente relacionados en la formación de percepciones y actitudes (Kitayama & Cohen, 2007; Markus & Hamedani, 2007).

En consecuencia, la percepción social de la ciencia para la política se configura dentro de un contexto social y político que puede condicionar la manera en que la ciudadanía interpreta el conocimiento científico y su utilización en las decisiones colectivas. La literatura evidencia que las actitudes hacia la ciencia dependen del contexto sociopolítico en el que se forman y pueden variar en función de factores como la orientación ideológica, la confianza en las instituciones y las formas mediante las cuales las personas acceden e interpretan la información científica (Gauchat, 2012; Rutjens *et al.*, 2018). Además, la creciente polarización política, la difusión de desinformación y la circulación de discursos que cuestionan a expertos e instituciones científicas han reforzado la relevancia del contexto en el estudio de las actitudes hacia la ciencia. La pandemia de COVID-19 mostró con particular claridad esta interacción, al situar simultáneamente en el debate público la autoridad del conocimiento experto, la confianza institucional, las teorías conspirativas y el conflicto político en torno a decisiones científicamente orientadas (Imhoff & Lamberty, 2020; Bromme *et al.*, 2022).

Esta relación resulta especialmente pertinente para la ciencia para la política, dado que su objeto se sitúa en la intersección entre conocimiento científico y decisión pública. La ideología puede orientar la interpretación de información científica congruente o conflictiva con valores y creencias previas, mientras que el pensamiento conspirativo introduce marcos explicativos basados en la atribución de intereses ocultos a instituciones y élites (Kunda, 1990; Lewandowsky *et al.*, 2013). La confianza institucional condiciona, a su vez, la disposición a aceptar conocimiento especializado procedente de instituciones cuya competencia y procedimientos la ciudadanía difícilmente puede evaluar de forma directa, y constituye un factor relevante en la formación de actitudes hacia la ciencia (Eberl *et al.*, 2023). El contexto comunicativo también interviene en la construcción de estas percepciones, dado que los mensajes que destacan determinados beneficios, riesgos o amenazas asociados a la ciencia proporcionan marcos interpretativos desde los que valorar su papel social (Nisbet & Scheufele, 2009).



De forma complementaria, las características individuales como la ideología se han relacionado de forma consistente con la manera en que las personas procesan y valoran información científica, especialmente cuando esta entra en tensión con valores o creencias previas (Rekker, 2021). La religiosidad puede intervenir igualmente en estas valoraciones al configurar marcos normativos y fuentes de autoridad que condicionan la recepción de determinados conocimientos científicos y de sus implicaciones sociales o políticas, con efectos que varían según el contexto cultural y el ámbito científico considerado (Rutjens *et al.*, 2018). En conjunto, estos factores permiten situar la percepción de la ciencia para la política dentro de la interacción entre características individuales y contexto social que condicionan las relaciones contemporáneas entre ciencia y sociedad.

Sobre esta base, la presente investigación constituye un estudio exploratorio de la percepción de la ciencia para la política en la población española. En concreto, se evalúan tres aspectos relacionados con su percepción social: el valor percibido de la contribución científica a la política, la disposición hacia la participación pública en la

toma de decisiones sobre ciencia y la comprensión de la interfaz ciencia-política, se analiza la relación entre estas tres dimensiones y se explora su relación con varios factores individuales y contextuales. Para abordar estos objetivos, el estudio plantea las siguientes preguntas de investigación:

*P1.* ¿Qué valor atribuye la población española a la contribución del conocimiento científico a la elaboración de políticas y qué factores individuales y contextuales se asocian con esta valoración?

*P2.* ¿Cuál es la disposición de la población española hacia la participación pública en procesos de toma de decisiones relacionados con la ciencia y qué factores individuales y contextuales se asocian con dicha disposición?

*P3.* ¿Qué nivel de comprensión tiene la población española de las características de la interfaz ciencia-política y qué factores individuales y contextuales se asocian con esta comprensión?

## 1. Método

### 1.1. Muestra

Este estudio forma parte del proyecto "PICA-CI: un modelo sobre la imagen de la ciencia", financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Un total de 3257 personas residentes en España procedentes de un panel *online* no probabilístico —con cuotas cruzadas de sexo, edad y nivel educativo— participó en este estudio entre el 28 de noviembre de 2024 y el 8 de enero de 2025. Para ajustar la representatividad de la muestra se introdujo una ponderación mediante técnicas de ajuste iterativo (*raking*), calibrando los pesos de cada individuo de modo que las distribuciones muestrales correspondieran con las distribuciones poblacionales en las variables de edad, género, nivel educativo, comunidad autónoma y tamaño de municipio.



La composición de la muestra por género es de un 52% de mujeres (n=1683) y un 48% de hombres (n=1574). La edad media es de 50,4 años (DE=16,3). El nivel de estudios muestra una distribución en la que el 44% (n=1425) de los participantes ha completado la educación secundaria inferior o menos, el 30% (n=971) ha completado la educación secundaria superior o educación postsecundaria no superior y el 26% (n=861) ha completado estudios superiores universitarios.

### 1.2. Medidas

Excluyendo las variables que recogen información sociodemográfica, todas las escalas tienen una estructura tipo Likert que evalúa el grado de acuerdo con una afirmación de 1 a 6 (1=Nada, 2=Poco, 3=Algo, 4=Bastante, 5=Mucho, 6=Totalmente).

El estudio incluye dos conjuntos de medidas. El primero corresponde a las tres dimensiones utilizadas para explorar la ciencia para la política en la población española: el valor percibido de la contribución científica a la política (VPCP), la disposición

hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia (DPPTDC) y la comprensión de la interfaz ciencia-política (CICP). El segundo reúne los factores individuales y contextuales cuya asociación con estas dimensiones se analiza: conspiracionismo, ideología, religiosidad, confianza institucional, exposición percibida a mensajes positivos y negativos sobre la ciencia y pensamiento crítico.

Los ítems correspondientes a las tres dimensiones de ciencia para la política fueron elaborados específicamente para este estudio, con la excepción del utilizado para evaluar el principio de precaución, procedente de los Eurobarómetros y de la Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). A continuación, se describen la conceptualización y la operacionalización de cada una de las medidas incluidas en el análisis.

- *Valor percibido de la contribución científica a la política (VPCP).* Esta dimensión, compuesta por dos ítems, refleja la valoración sobre la utilidad y los beneficios de la contribución de la ciencia a los procesos de toma de decisiones políticas. Evalúa hasta qué punto se considera que la incorporación del conocimiento y la experiencia científica puede contribuir positivamente tanto a la elaboración de políticas como al bienestar de la sociedad.
- *Disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia (DPPTDC).* Esta variable latente de cuatro ítems recoge la orientación de las personas hacia su propia implicación en procesos de toma de decisiones relacionados con cuestiones científicas. En base a la estructura teórica del interés (Renninger & Hidi, 2011), se desarrollaron ítems relativos al interés, disposición a la participación, y valoración de la participación ciudadana en la ciencia para la política.
- *Comprensión de la interfaz ciencia-política (CICP).* Esta dimensión evalúa la comprensión de la relación entre el conocimiento científico y la toma de decisiones políticas mediante cuatro ítems. Considera aspectos como la presencia de incertidumbre científica, la necesidad de tomar decisiones con evidencia incompleta, la influencia de valores y prioridades sociales, y la gestión de los riesgos y las posibles consecuencias asociados a las decisiones regulatorias.
- *Conspiracionismo.* Esta escala de tres ítems se fundamenta en la concepción del conspiracionismo como una predisposición general a atribuir determinados acontecimientos a la actuación deliberada y oculta de grupos u organizaciones, incluso cuando existen explicaciones alternativas más plausibles. La evidencia empírica indica que las personas que respaldan una teoría conspirativa tienden también a mostrar una mayor aceptación de otras explicaciones conspirativas (Swami *et al.*, 2010), incluso cuando estas pueden resultar mutuamente incompatibles (Wood *et al.*, 2012). Estos hallazgos sugieren la existencia de diferencias individuales relativamente estables en la tendencia a interpretar acontecimientos sociales mediante marcos conspirativos, más allá del contenido específico de cada teoría (Brotherton *et al.*, 2013). Sobre esta base, los tres ítems seleccionados abordan manifestaciones de dicha predisposición en distintos ámbitos, como actuación gubernamental, procesos electorales y propagación de enfermedades, con el objetivo de captar una orientación conspirativa general en lugar del respaldo a una única conspiración.

- *Ideología.* Este constructo se mide mediante una escala de cuatro ítems, en la que los valores más altos indican posiciones más a la derecha y los más bajos, posiciones más a la izquierda. Esta escala consta de dos ejes diferentes: dos ítems relacionados con la posición del individuo respecto a la economía (I1 e I3) y dos ítems relacionados con el posicionamiento respecto a temas sociales (I2 e I4). Su desarrollo se inspira en el trabajo de Everett (2013) sobre la medición del conservadurismo social y económico, así como en la crítica de Feldman y Johnston (2014) a las mediciones de ideología basadas en un único ítem. Los temas de los ítems se seleccionaron por su relevancia en el debate público español, la ausencia de conocimientos previos para interpretarlos y su brevedad, todo ello de acuerdo con las recomendaciones de Everett (2013).
- *Religiosidad.* Partiendo de la evidencia de la marcada diferencia entre la pertenencia a una confesión religiosa, en el caso español el catolicismo, y la práctica de dicha fe (Herranz-de-Rafael & Fernández-Prados, 2024), este constructo de tres ítems busca cambiar el enfoque, pasando de informar sobre la fe profesada a analizar en qué medida una persona practica la religión y percibe su importancia. Esta medición de la religiosidad se basó en los ítems utilizados por el Eurobarómetro (Comisión Europea & Parlamento Europeo, 2022; Comisión Europea, 2022) y los barómetros del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS, 2023).
- *Confianza.* Teniendo en cuenta el impacto demostrado que la confianza en las instituciones tiene en las actitudes hacia la ciencia en diferentes contextos (Eberl *et al.*, 2023; Piterová & Loziak, 2025), se incluyó una medida de la confianza en las instituciones basada en investigaciones previas (Tan & Tambyah, 2011). Esta medida conformada por tres ítems evalúa una serie de instituciones clave como el sistema judicial o la democracia en base a la definición de confianza de Miller y Listhaug (1990) sobre si las autoridades e instituciones políticas están actuando de acuerdo con las expectativas normativas del público.
- *Exposición percibida a mensajes positivos sobre la ciencia (MP).* Batería de cuatro ítems que busca recoger la percepción de la recepción de mensajes o información sobre la ciencia de carácter positivo. Recoge la presencia percibida de marcos comunicativos positivos sobre la ciencia dentro del entorno informativo y social de la persona. Partiendo de estos marcos comunicativos, los mensajes pueden destacar determinados atributos de un objeto y proporcionar esquemas interpretativos que orientan la manera en que se comprenden dichos objetos (Entman, 1993; Scheufele, 1999). Estos procesos son especialmente relevantes ya que la población interpreta la ciencia y la tecnología en el contexto de su entorno mediático y social, donde circulan diferentes representaciones sobre su utilidad, beneficios y contribución a la sociedad (Nisbet & Scheufele, 2009).
- *Exposición percibida a mensajes negativos sobre la ciencia (MN).* De forma idéntica a los mensajes positivos, estos cuatro ítems buscan evaluar la recepción de información o mensajes que presentan la ciencia de forma amenazante o desfavorable. Además de compartir la base teórica de los MP, su conceptualización se fundamenta en el marco de la amplificación social del riesgo, según el cual las señales relacionadas con riesgos y amenazas se transmiten a través de los medios de comunicación, grupos sociales o redes interpersonales, que pueden amplificar o atenuar las respuestas sociales ante determinados riesgos (Kasperson *et al.*, 1988).

- *Pensamiento crítico (PC).* La escala de pensamiento crítico se basa en la definición de Robert Ennis (2011), quien lo define como un pensamiento razonable y reflexivo orientado a decidir qué creer o hacer. El pensamiento crítico abarca disposiciones y habilidades relacionadas con la búsqueda activa de información relevante, la consideración de explicaciones y fuentes alternativas, la evaluación de la credibilidad de la información y la aplicación del razonamiento reflexivo en la toma de decisiones y resolución de problemas. Por ello, los cuatro ítems fueron diseñados para recoger: la búsqueda de información para comprender razones subyacentes a fenómenos, la evaluación de la credibilidad de las fuentes de información, la consulta de diferentes fuentes y la aplicación del conocimiento para abordar problemas.

En la **Tabla 1** se recoge la media, desviación típica y consistencia interna de cada escala.[1]

**Tabla 1. Distribución de las escalas y consistencia interna**

| Escala | Media | DT | ω (Total) |
|---|---|---|---|
| VPCP | 11,62 | 2,68 | 0,75* |
| CICP | 16,14 | 3,85 | 0,81 |
| DPPTDC | 13,09 | 4,54 | 0,92 |
| Conspiracionismo | 9,10 | 3,89 | 0,83 |
| Ideología | 13,61 | 5,17 | 0,86 |
| Religiosidad | 7,23 | 3,67 | 0,90 |
| Confianza | 9,37 | 3,31 | 0,75 |
| MP | 11,30 | 5,12 | 0,94 |
| MN | 9,41 | 4,70 | 0,94 |
| PC | 14,99 | 4,56 | 0,91 |

* Coeficiente de Spearman-Brown. Fuente: elaboración propia.



### 1.3. Análisis de los datos

El análisis de los datos se llevó a cabo usando el lenguaje de programación R (v4.6.1; R Core Team, 2021). En primer lugar, se obtuvo la distribución de las variables sociodemográficas y a continuación la distribución de frecuencias de los ítems, incluyendo la curtosis y la asimetría. Seguido de esto se evaluó la consistencia interna de las escalas mediante la Omega de McDonald (McDonald, 1978) y el coeficiente de

[1] Las **Tablas A1** y **A2** del **Anexo** contienen información detallada sobre los ítems y su distribución.

Spearman-Brown (Spearman, 1910), así como la puntuación media por escalas y su desviación típica.

Para iniciar la exploración de los datos se analizaron primero las diferencias sociodemográficas en las tres dimensiones de ciencia para la política mediante modelos lineales multivariados ponderados (Lumley, 2010). La significación global de cada variable se evaluó mediante pruebas F de Wald (Lumley & Scott, 2014). En las variables con más de dos categorías, las comparaciones por pares se realizaron a partir de las medias marginales estimadas, aplicando la corrección de Bonferroni para controlar el error asociado a las comparaciones múltiples (Bland & Altman, 1995).

Seguido de esto se obtuvo la matriz de coeficientes de correlación de Pearson (1895) de todas las escalas. Esto llevó a la implementación del modelo de medida inicial mediante análisis factorial confirmatorio (CFA). A este modelo luego se le añadieron rutas estructurales para establecer un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) (Kline, 2023). Dado el carácter ordinal de todas las medidas incluidas, en la estimación de ambos modelos se usó el estimador robusto WLSMV (Bandalos, 2014). El ajuste del modelo fue evaluado atendiendo a los indicadores de bondad de ajuste CFI, TLI, RMSEA y SRMR y sus umbrales de ajuste convencionales: CFI/TLI ≥ 0,95; RMSEA ≤ 0,06; SRMR ≤ 0,08 (Hooper *et al.*, 2008; Hu & Bentler, 1999). Además de estos indicadores se tuvo en cuenta la significación estadística de cada ítem y su carga factorial dentro de cada variable latente.



Finalmente, se llevaron a cabo tres análisis de la invarianza del modelo SEM ante distintas características sociodemográficas de la muestra: el género, la edad y el nivel de estudios. Para estos análisis se recodificó la edad en tres grupos: 18 a 34 años (20% de la muestra; n=662), 35 a 64 años (54% de la muestra; n=1746) y mayores de 65 años (26% de la muestra; n=849). La invarianza se evaluó mediante indicadores categóricos ordenados, utilizando el enfoque de identificación descrito por Wu y Estabrook (2016), comprobando secuencialmente la invarianza configuracional, de umbral, métrica, escalar y estricta (residual). Se aceptaron valores de ΔCFI escalado ≤ 0,010 y ΔRMSEA escalado ≤ 0,015 como evidencia de invarianza (Chen, 2007).

## 2. Resultados

### 2.1. Descriptivos de las variables dependientes

Las distribuciones de respuesta de las tres dimensiones analizadas se caracterizaron, en términos generales, por una concentración en las categorías intermedias de la escala.[2]

[2] Para más detalle, véase la **Tabla A2** en el **Anexo**.

Respecto al valor percibido de la contribución científica a la política (VPCP), en el ítem VPCP1 “El asesoramiento científico es útil para tomar decisiones políticas”, el 56,6% de las respuestas se situó en las categorías intermedias 3 (Algo) y 4 (Bastante), mientras que el 31,6% se concentró en las categorías de mayor acuerdo 5 (Mucho) y 6 (Totalmente). Solo el 11,8% de los encuestados seleccionaron las categorías 1 (Nada) y 2 (Poco).

En VPCP2, “Que la ciencia asesore a la política es beneficioso para la sociedad”, el 53,8% de las respuestas mostraron algo o bastante acuerdo, mientras que el 28,4% se concentró en las categorías de mayor acuerdo. El 17,9% de los encuestados mostraron poco o ningún acuerdo con la afirmación.

En la disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia (DPPTDC), en su ítem DPPTDC1, “Si tuviese la oportunidad, me gustaría involucrarme en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas”, el 52% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 14,8% se concentró en las categorías de mayor acuerdo. El 33,2% de los encuestados mostró poco o ningún acuerdo con la afirmación.

En DPPTDC2, “Me gustaría saber cómo participar en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas”, el 55,9% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 16,3% se concentró en las categorías de mayor acuerdo. El 27,8% de los encuestados mostró poco o ningún acuerdo con la afirmación.



En DPPTDC3, “Es importante que las personas como yo se involucren en la toma de decisiones científicas”, el 57,9% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo con la afirmación, mientras que el 15,7% se concentró en las categorías de mayor acuerdo. El 26,4% de los encuestados mostró poco o ningún acuerdo con la afirmación.

Finalmente, en DPPTDC4, “Me interesa la participación pública en la ciencia”, el 57,6% de las respuestas mostraron algo o bastante acuerdo, mientras que el 19,7% se concentró en las categorías de mayor acuerdo. El 22,7% de los encuestados mostró poco o ningún acuerdo con la afirmación.

En la comprensión de la interfaz ciencia–política (CICP), ante la afirmación CICP1, “En la ciencia orientada a elaborar leyes y regulaciones, es prioritario evitar falsos negativos frente a falsos positivos”, el 62,5% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 27,3% se concentró en las categorías de mayor acuerdo.

En CICP2, “En la elaboración de leyes y regulaciones, los valores son tan importantes como los conocimientos científicos”, el 58,6% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 31,8% se concentró en las categorías de mayor acuerdo.

En CICP3, “Las leyes y regulaciones con base científica solo se elaboran cuando el conocimiento disponible es completo y sin controversias”, el 60,5% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 28,9% se concentró en las categorías de mayor acuerdo.

Finalmente, en CICP4, “Mientras se desconozcan las consecuencias de una nueva tecnología, se debería actuar con cautela y controlar su uso”, el 46,9% de las respuestas mostró algo o bastante acuerdo, mientras que el 47,3% se concentró en las categorías de mayor acuerdo, con el 25,3% manifestando un acuerdo total.

### 2.2. Modelos lineales

Los modelos ponderados mostraron diferencias en el VPCP por género, ($F$(1, 3251)=26,88, p<0,001) y nivel educativo ($F$(2, 3251)=89,53, p<0,001), pero no por edad, ($F$(2, 3251)=0,20, p=0,817). En cuanto a la CICP, se observaron diferencias independientes según el género ($F$(1, 3251)=13,52, p<0,001), la edad ($F$(2, 3251)=18,10, p<0,001) y el nivel de estudios ($F$(2, 3251)=31,32, p<0,001). DPPTDC también mostró diferencias según el género ($F$(1, 3251)=70,91, p<0,001), la edad ($F$(2, 3251)=19,75, p<0,001) y el nivel educativo ($F$(2, 3251)=84,67, p<0,001).[3]

### 2.3. Correlaciones

La **Tabla 2** muestra los resultados de las correlaciones entre las escalas analizadas. Las tres variables vinculadas a la ciencia para la política mostraron asociaciones positivas entre sí: VPCP correlacionó con CICP ($r$= 0,32; p<0,001) y con DPPTDC ($r$= 0,43; p<0,001), mientras que CICP y DPPTDC también presentaron una correlación positiva ($r$= 0,35; p<0,001).



VPCP, CICP y DPPTDC evidenciaron correlaciones positivas fuertes y significativas con PC (r= 0,39, r= 0,44 y r= 0,64; p<0,001, respectivamente). Tanto VPCP como CICP correlacionaron levemente con MN (r= ,22 y r= ,1; p<0,001, respectivamente) mientras que DPPTDC correlacionó positivamente con más fuerza con esta variable (r= 0,49; p<0,001). De forma similar, aunque con más fuerza VPCP, CICP y DPPTDC presentaron correlaciones positivas medias y altas con MP (r= 0,4, r= 0,28 y r= 0,6; p<0,001, respectivamente). La confianza presentó asociaciones positivas con las tres variables vinculadas a la ciencia y la política, especialmente con VPCP (r= 0,37; p<0,001) y DPPTDC (r= 0,34; p<0,001), y en menor medida con CICP (r= 0,26; p<0,001). No se encontró una correlación significativa entre VPCP y religiosidad (r= -0,02; p>0,05), pero sí correlaciones muy bajas con CICP y DPPTDC (r= 0,05; p<0,01 y r= 0,11; p<0,001, respectivamente). Aunque con valores bajos, la ideología se relacionó negativamente con VPCP (r = –,11, p < ,001) y positivamente con CICP y DPPTDC (r= ,13; p<0,001 y r= ,05; p<0,01, respectivamente). Del mismo modo, el conspiracionismo mostró una asociación negativa con VPCP (r= –,16; p<,001), pero asociaciones positivas con CICP y DPPTDC (r= ,07 y r= ,08; p<0,01, respectivamente).

En cuanto a las correlaciones entre variables independientes cabe destacar la fuerte correlación positiva encontrada entre ideología y conspiracionismo (r= 0,71; p<0,001), El conspiracionismo mostró, además, asociaciones negativas con confianza (r=

[3] Para más detalle, véase la **Tabla A3** en el **Anexo**.

−0,26; p<0,001), igual que la ideología (r= −0,21; p<0,001). La religiosidad mostró principalmente correlaciones positivas de magnitud baja, siendo sus asociaciones más elevadas con conspiracionismo e ideología (r= 0,29 en ambos casos; p<0,001). Asimismo, la confianza se correlacionó positivamente con MP (r= 0,37; p<0,001), MN (r= 0,27; p<0,001) y PC (r= 0,33; p<0,001). También destacan las fuertes correlaciones positivas de MP con MN y PC (r= 0,68 y r= 0,61; p<0,001, respectivamente), mientras que MN y PC mostraron una asociación moderada (r= 0,43; p<0,001).

**Tabla 2. Matriz de coeficientes de correlación de Pearson en las escalas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VPCP (1) | 1 | | | | | | | | | |
| CICP (2) | 0,32*** | 1 | | | | | | | | |
| DPPTDC (3) | 0,43*** | 0,35*** | 1 | | | | | | | |
| Conspiracionismo (4) | -0,16*** | 0,07*** | 0,08*** | 1 | | | | | | |
| Ideología (5) | -0,11*** | 0,13*** | 0,05** | 0,71*** | 1 | | | | | |
| Religiosidad (6) | -0,02 | 0,05** | 0,11*** | 0,29*** | 0,29*** | 1 | | | | |
| Confianza (7) | 0,37*** | 0,26*** | 0,34*** | -0,26*** | -0,21*** | 0,17*** | 1 | | | |
| MP (8) | 0,4*** | 0,28*** | 0,6*** | 0,05** | 0,04* | 0,13*** | 0,37*** | 1 | | |
| MN (9) | 0,22*** | 0,1*** | 0,49*** | 0,24*** | 0,14*** | 0,23*** | 0,27*** | 0,68*** | 1 | |
| PC (10) | 0,39*** | 0,44*** | 0,64*** | 0,04* | 0,05** | 0,08*** | 0,33*** | 0,61*** | 0,43*** | 1 |
| *=p<0,05 **=p<0,01 ***=p<0,001 | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.



## 2.4. Modelo de ecuaciones estructurales

*2.4.1. Modelo de medida*

Se evaluó el modelo de medición para garantizar la idoneidad de los constructos latentes antes de examinar las relaciones estructurales entre las variables del estudio. Este modelo mostró un ajuste adecuado (CFI robusto = 0,955; TLI robusto = 0,948; RMSEA robusto [IC del 90%] = 0,047 [0,046; 0,049], SRMR = 0,039, $\chi^2$ escalado (515) = 3987,551, p < 0,001, con un factor de corrección de escala de 0,864), y unas cargas estandarizadas altas en todos los ítems, entre 0,6 y 0,97 (p<0,001). Para una descripción más detallada de este modelo referirse a la **Tabla 3**.

10.35362/issn.1850-0013-1274

**Tabla 3. Cargas de las variables latentes del modelo de medida**

| A. Estimaciones de las cargas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables latentes | Variables manifiestas | Cargas | 95% IC de las cargas | | Cargas estandarizadas | p-valor | SMC |
| | | | Inferior | Superior | | | |
| VPCP | VPCP1 | 1 | 1,00 | 1,00 | 0,81 | - | 0,66 |
| | VPCP2 | 0,98 | 0,92 | 1,03 | 0,79 | <0,001 | 0,63 |
| CICP | CICP1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,72 | - | 0,51 |
| | CICP2 | 0,98 | 0,93 | 1,03 | 0,70 | <0,001 | 0,49 |
| | CICP3 | 1,12 | 1,07 | 1,17 | 0,80 | <0,001 | 0,65 |
| | CICP4 | 0,97 | 0,92 | 1,02 | 0,69 | <0,001 | 0,48 |
| DPPTDC | DPPTDC1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,88 | - | 0,78 |
| | DPPTDC2 | 1,00 | 0,99 | 1,02 | 0,88 | <0,001 | 0,78 |
| | DPPTDC3 | 0,97 | 0,95 | 0,99 | 0,85 | <0,001 | 0,73 |
| | DPPTDC4 | 0,98 | 0,96 | 0,99 | 0,86 | <0,001 | 0,74 |
| Conspiracionismo | C1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,83 | - | 0,68 |
| | C2 | 0,93 | 0,90 | 0,96 | 0,77 | <0,001 | 0,59 |
| | C3 | 0,92 | 0,90 | 0,95 | 0,76 | <0,001 | 0,58 |
| Ideología | I1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,74 | - | 0,55 |
| | I2 | 1,07 | 1,04 | 1,10 | 0,79 | <0,001 | 0,63 |
| | I3 | 1,09 | 1,06 | 1,13 | 0,81 | <0,001 | 0,65 |
| | I4 | 1,03 | 1,00 | 1,07 | 0,76 | <0,001 | 0,58 |
| Religiosidad | R1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,97 | - | 0,94 |
| | R2 | 0,93 | 0,90 | 0,96 | 0,90 | <0,001 | 0,82 |
| | R3 | 0,72 | 0,69 | 0,75 | 0,70 | <0,001 | 0,48 |
| Confianza | T1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,79 | - | 0,62 |
| | T2 | 0,91 | 0,85 | 0,97 | 0,72 | <0,001 | 0,52 |
| | T3 | 0,76 | 0,71 | 0,82 | 0,60 | <0,001 | 0,36 |
| MP | MP1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | - | 0,81 |
| | MP2 | 0,97 | 0,96 | 0,99 | 0,88 | <0,001 | 0,77 |
| | MP3 | 1,00 | 0,99 | 1,02 | 0,90 | <0,001 | 0,81 |
| | MP4 | 1,00 | 0,99 | 1,01 | 0,90 | <0,001 | 0,81 |
| MN | MN1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | - | 0,81 |
| | MN2 | 0,96 | 0,94 | 0,97 | 0,86 | <0,001 | 0,74 |
| | MN3 | 1,01 | 1,00 | 1,03 | 0,91 | <0,001 | 0,83 |
| | MN4 | 1,00 | 0,98 | 1,01 | 0,90 | <0,001 | 0,80 |
| PC | PC1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,88 | - | 0,78 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC2 | 0,94 | 0,93 | 0,96 | 0,83 | <0,001 | 0,69 |
| | PC3 | 0,97 | 0,95 | 0,99 | 0,85 | <0,001 | 0,73 |
| | PC4 | 0,91 | 0,89 | 0,93 | 0,80 | <0,001 | 0,64 |

Fuente: elaboración propia.

*2.4.2. Modelo estructural*

Al comprobarse el buen ajuste del modelo de medida se incorporaron las rutas estructurales para explorar las asociaciones entre las variables de contexto y las tres dimensiones de ciencia para la política. Basándose en la fuerte correlación encontrada entre la ideología y el conspiracionismo, se añadió una ruta estructural de conspiracionismo a ideología, entendiendo que el conspiracionismo —en tanto que predisposición del individuo— antecede a la construcción de la ideología. El ajuste de este modelo es casi idéntico al de medida (CFI robusto = 0,953; TLI robusto = 0,947; RMSEA robusto [IC del 90 %] = 0,048 [0,046; 0,05], SRMR = 0,04, $\chi^2$ escalado (520) = 4019,424, p < 0,001, con un factor de corrección de escala de 0,899) y sigue contando con unas cargas por ítem muy elevadas, entre 0,6 y 0,969 (p<0,001).[4]

La **Tabla 4** muestra las asociaciones entre las variables incluidas en el SEM, así como las asociaciones indirectas considerando la ideología como variable de asociación intermedia. En relación con la ideología, el conspiracionismo mostró una asociación positiva de elevada magnitud (β= 0,88; p<0,001).



Los MP (β= 0,4; p<0,001), la confianza (β= 0,35; p<0,001), el PC (β= 0,18; p<0,001) y la ideología (β= 0,17; p<0,05) mostraron asociaciones positivas con VPCP. En cambio, los MN (β= −0,22; p<,001), el conspiracionismo (β= −0,16; p<0,05) y la religiosidad (β= −0,1; p<0,001) presentaron asociaciones negativas.

En relación con CICP, se observaron asociaciones positivas con el PC (β= 0,43; p<0,001), la ideología (β= 0,4; p<0,001), la confianza (β= 0,35; p<0,001) y los MP (β= 0,25; p<0,001). Por su parte, los MN presentaron una asociación negativa de mayor magnitud (β= −0,47; p<0,001), mientras que la religiosidad también se asoció negativamente con CICP (β= −0,11; p<0,001). La asociación estimada entre conspiracionismo y CICP fue negativa y no significativa (β= −0,03; p=0,71).

Para DPPTDC, el PC mostró la asociación positiva de mayor fuerza (β= 0,48; p<0,001), seguido del conspiracionismo (β= 0,25; p<0,001), los MP (β= 0,18; p<0,001), la confianza (β= 0,12; p<0,001) y los MN (β= 0,12; p<0,001). En sentido contrario, la ideología presentó una asociación negativa (β= −0,17; p<0,01). La asociación de la religiosidad con DPPTDC no fue estadísticamente significativa (β= −0,03; p=0,25).

[4] Para más detalle, véase la **Tabla A4** en el **Anexo**.

Respecto a las asociaciones indirectas, el conspiracionismo mostró asociaciones estadísticamente significativas con las tres dimensiones de la ciencia para la política a través de la ideología. La asociación indirecta con VPCP fue positiva (β= 0,15; p<0,05), al igual que la observada con CICP (β= 0,35; p<0,001. En cambio, la asociación indirecta entre conspiracionismo y DPPTDC a través de ideología fue negativa (β= −0,15; p<0,05).

En cuanto a las correlaciones entre las variables latentes incluidas en el modelo, el conspiracionismo mostró una correlación positiva con la religiosidad (r= 0,39; p<0,001), una correlación negativa con la confianza (r= −0,39; p<0,001) y asociaciones positivas de menor magnitud con los MP (r = 0,04; p<0,05), los MN (r= 0,22; p<0,001) y el PC (r= 0,06; p<0,01). La religiosidad presentó asociaciones positivas con la confianza (r= 0,18; p<0,001), los MP (r= 0,13; p<0,001), los MN (r= 0,23; p<0,001) y el PC (r= 0,08; p<0,001). La confianza también se relacionó positivamente con MP, MN y PC. La asociación de mayor magnitud se observó con los MP (r= 0,45; p<0,001), seguida del PC (r= 0,41; p<0,001) y los MN (r= 0,33; p<0,001). Las asociaciones de mayor magnitud se observaron entre los MP, los MN y el PC. Los MP presentaron una correlación elevada con los MN (r= 0,8; p<0,001) y con el PC (r= 0,69; p<0,001), mientras que los MN y el PC mostraron una correlación de r= 0,52 (p<0,001). Finalmente, también se observaron asociaciones positivas entre VPCP, CICP y DPPTDC. VPCP se correlacionó con CICP (r= 0,18; p<0,001) y con DPPTDC (r= 0,28; p<0,001), mientras que CICP y DPPTDC presentaron una asociación más reducida (r= 0,13; p<0,001).[5]



Por lo que respecta a la varianza explicada en el modelo, la ideología presentó un $R^2$ = 0,77. Para VPCP, el modelo explicó el 40,7% de la varianza, mientras que para CICP el porcentaje fue del 42,5% y para DPPTDC del 59%.

**Tabla 4. Estimaciones del modelo SEM**

| A. Ponderaciones de regresión | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables endógenas | Variables exógenas | Coeficientes | 95% IC de los coeficientes | | Coeficientes estandarizados | p-valor | SMC |
| | | | Inferior | Superior | | | |
| Ideología | Conspiracionismo | 0,78 | 0,75 | 0,81 | 0,88 | <0,001 | 0,77 |
| VPCP | Ideología | 0,18 | 0,04 | 0,33 | 0,17 | <0,05 | 0,41 |
| | Conspiracionismo | -0,16 | -0,30 | -0,02 | -0,16 | <0,05 | |
| | Religiosidad | -0,09 | -0,13 | -0,04 | -0,10 | <0,001 | |
| | Confianza | 0,36 | 0,29 | 0,43 | 0,35 | <0,001 | |
| | MP | 0,36 | 0,28 | 0,44 | 0,40 | <0,001 | |

[5] Para más detalle, véase la **Tabla A4** en el **Anexo**.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MN | -0,20 | -0,27 | -0,13 | -0,22 | <0,001 | |
| | PC | 0,17 | 0,12 | 0,22 | 0,18 | <0,001 | |
| CICP | Ideología | 0,39 | 0,27 | 0,51 | 0,40 | <0,001 | 0,43 |
| | Conspiracionismo | -0,02 | -0,14 | 0,10 | -0,03 | 0,71 | |
| | Religiosidad | -0,08 | -0,12 | -0,04 | -0,11 | <0,001 | |
| | Confianza | 0,32 | 0,26 | 0,38 | 0,35 | <0,001 | |
| | MP | 0,19 | 0,13 | 0,26 | 0,25 | <0,001 | |
| | MN | -0,37 | -0,43 | -0,31 | -0,47 | <0,001 | |
| | PC | 0,35 | 0,31 | 0,40 | 0,43 | <0,001 | |
| DPPTDC | Ideología | -0,21 | -0,35 | -0,06 | -0,17 | <0,01 | 0,59 |
| | Conspiracionismo | 0,26 | 0,12 | 0,41 | 0,25 | <0,001 | |
| | Religiosidad | -0,02 | -0,06 | 0,02 | -0,03 | 0,25 | |
| | Confianza | 0,13 | 0,08 | 0,19 | 0,12 | <0,001 | |
| | MP | 0,18 | 0,11 | 0,24 | 0,18 | <0,001 | |
| | MN | 0,12 | 0,06 | 0,17 | 0,12 | <0,001 | |
| | PC | 0,48 | 0,44 | 0,52 | 0,48 | <0,001 | |
| B. Asociaciones indirectas | | | | | | | |
| Variables antecedentes | Variables mediadoras | Variables de resultado | Coeficientes | 95% IC de las cargas | | Coeficientes estandarizados | p-valor |
| | | | | Inferior | Superior | | |
| Conspiracionismo | Ideología | VPCP | 0,14 | 0,03 | 0,25 | 0,15 | <0,05 |
| Conspiracionismo | Ideología | CICP | 0,30 | 0,21 | 0,40 | 0,35 | <0,001 |
| Conspiracionismo | Ideología | DPPTDC | -0,16 | -0,27 | -0,05 | -0,15 | <0,05 |

Fuente: elaboración propia.



### 2.5. Análisis de la invarianza

Tras el análisis SEM, se llevaron a cabo una serie de análisis multigrupo. Tal y como se observa en la **Tabla 5**, se confirmó la invarianza configuracional, de umbral, métrica, escalar y estricta (residual) para el género, la edad y el nivel educativo, ya que todas las variaciones en el CFI y el RMSEA escalados se situaron por debajo de sus umbrales.

**Tabla 5. Análisis multigrupo por género, edad y nivel de estudios**

| Variable | Invarianzas | CFI Escalado | RMSEA Escalado | ΔCFI Escalado | ΔRMSEA Escalado |
|---|---|---|---|---|---|
| Género | Invarianza Configuracional | 0,978 | 0,045 | - | - |
| | Invarianza de Umbral | 0,977 | 0,044 | -0,001 | -0,001 |
| | Invarianza Métrica | 0,977 | 0,043 | 0,000 | -0,001 |
| | Invarianza Escalar | 0,977 | 0,043 | 0,000 | 0,000 |
| | Invarianza Estricta (residual) | 0,978 | 0,042 | 0,001 | -0,001 |
| Edad | Invarianza Configuracional | 0,981 | 0,042 | - | - |
| | Invarianza de Umbral | 0,980 | 0,040 | -0,001 | -0,002 |
| | Invarianza Métrica | 0,979 | 0,040 | -0,001 | 0,000 |
| | Invarianza Escalar | 0,979 | 0,040 | 0,000 | 0,000 |
| | Invarianza Estricta (residual) | 0,977 | 0,042 | -0,002 | 0,002 |
| Nivel de estudios | Invarianza Configuracional | 0,974 | 0,048 | - | - |
| | Invarianza de Umbral | 0,973 | 0,046 | -0,001 | -0,002 |
| | Invarianza Métrica | 0,974 | 0,045 | 0,001 | -0,001 |
| | Invarianza Escalar | 0,974 | 0,045 | 0,000 | 0,000 |
| | Invarianza Estricta (residual) | 0,973 | 0,045 | -0,001 | 0,000 |

Fuente: elaboración propia.



## 3. Discusión

El presente estudio ha analizado las relaciones de un conjunto de factores individuales y contextuales con tres dimensiones diferenciadas de la percepción de la ciencia para la política en la población española: el valor percibido de la contribución científica a la política (VPCP), la disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia (DPPTDC) y la comprensión de la interfaz ciencia-política (CICP). Asimismo, se examinó si estas asociaciones variaban en función del sexo, la edad y el nivel educativo.

En términos generales, el conjunto de variables medidas ha permitido observar que buena parte de los predictores incluidos están asociados de una forma u otra con cada una de las tres dimensiones de la ciencia para la política, aunque en muchos casos

la fuerza de estas asociaciones no parece especialmente fuerte y su direccionalidad queda en cuestión. Unido a esto, aunque inicialmente varias de las variables sociodemográficas parecían tener un efecto sobre las tres dimensiones de ciencia para la política, al introducirse modelos más complejos no se han observado diferencias en las relaciones de asociación de las tres dimensiones de ciencia para la política y las variables independientes incluidas.

### 3.1. Valor percibido de la contribución científica a la política (VPCP)

Los resultados descriptivos muestran una valoración positiva de la utilidad y los beneficios atribuidos al asesoramiento científico, aunque esta se expresa principalmente mediante grados intermedios de acuerdo. En ambos ítems, más de la mitad de las respuestas se concentra en los niveles intermedios de acuerdo. En conjunto, los descriptivos apuntan a una aceptación relativamente amplia de la contribución científica a la política, aunque con una intensidad de acuerdo predominantemente moderada.

Respecto del modelo estructural, la asociación negativa encontrada entre el conspiracionismo y el valor atribuido a la contribución de la ciencia a la toma de decisiones políticas es coherente con los estudios que vinculan una mayor mentalidad conspirativa con una menor confianza en instituciones científicas y médicas, particularmente cuando estas últimas participaban directa o indirectamente en la elaboración de decisiones públicas (Loziak & Havrillová, 2024; Nera *et al.*, 2022). Esta relación parte de la tendencia del pensamiento conspirativo a atribuir a actores y élites intereses ocultos, siendo en este caso los científicos y sus instituciones, que pueden o bien ser parte de las propias élites o bien servir proporcionando conocimiento experto (Rutjens & Većkalov, 2022). Los resultados obtenidos apuntan a que una mayor predisposición conspirativa podría reducir no solo la confianza en los productores del conocimiento como tal, sino también la percepción de que su incorporación a los procesos políticos es beneficiosa.



La religiosidad, por su parte, se relaciona negativamente con el VPCP. Este resultado coincide con la evidencia de asociaciones negativas, pero reducidas, entre religiosidad y confianza o autoridad científica en países occidentales (Chan, 2018). A este respecto, España constituye un caso distintivo: pese al proceso de secularización experimentado durante las últimas décadas, la religiosidad continúa siendo un elemento relevante de diferenciación política y cultural, ligado históricamente a determinados conflictos morales y a la tradición católica del país (Calvo *et al.*, 2023). Por ello, la asociación negativa encontrada con VPCP podría reflejar diferencias en la autoridad epistémica que se atribuye a la ciencia frente a otros sistemas de valores y conocimiento, aunque serían necesarios análisis específicos para establecer los mecanismos que explican esta relación.

La asociación positiva entre confianza y VPCP es igualmente consistente con el papel central que la confianza parece desempeñar según la evidencia disponible en las relaciones entre ciencia y sociedad (Cologna *et al.*, 2025). Confiar en los científicos implica estar dispuesto a aceptar su conocimiento especializado en situaciones en las que la ciudadanía no puede evaluar directamente toda la evidencia disponible. De este

modo, nuestros resultados sugieren que la confianza no se limita a una evaluación positiva de los científicos como grupo profesional, sino que está también relacionada con el valor que las personas atribuyen a la utilización de su conocimiento en la esfera política.

También se encontró una asociación positiva entre pensamiento crítico y VPCP que muestra paralelos con la limitada evidencia que relaciona estilos epistémicos más sofisticados con una mayor confianza en la ciencia (Iordanou *et al.*, 2026). Desde esta perspectiva, las personas capaces de evaluar argumentos, considerar distintas fuentes de justificación y revisar sus posiciones ante nueva evidencia podrían estar mejor preparadas para reconocer el valor específico que aporta el conocimiento experto a problemas políticos complejos. No obstante, esta relación debe interpretarse con cautela. Pensamiento crítico y razonamiento científico no son equivalentes y la evidencia disponible no es uniforme. En este sentido, se ha observado que la reflexión cognitiva, habitualmente vinculada con determinados componentes del pensamiento crítico, puede dejar de mostrar una asociación independiente con la confianza en la ciencia una vez controlados otros factores relevantes (Plohl & Musil, 2023). Además, en tanto que datos autorreportados, las variables de pensamiento crítico solo reflejan la percepción que los participantes tienen de su propio comportamiento y no permiten establecer hasta qué punto estas se traducen efectivamente en conductas que corresponden con patrones de pensamiento crítico.

La asociación entre VPCP y la ideología política requiere una interpretación más cautelosa. Una vez controlados el conspiracionismo y el resto de las variables incluidas en el modelo, una posición más a la derecha en la escala ideológica se relaciona con un mayor valor de VPCP. Este resultado se aparta del patrón predominante en la literatura sobre confianza en la ciencia en Europa occidental, donde las posiciones conservadoras o de derechas suelen asociarse con una menor confianza (Cologna *et al.*, 2025). Una posible explicación reside en la propia naturaleza de VPCP: esta dimensión no mide confianza general en la ciencia ni apoyo a que los científicos sustituyan a los representantes políticos en la toma de decisiones, sino la percepción de que su conocimiento puede resultar útil y beneficioso para la política. Además, conspiracionismo y VPCP presentan un elevado solapamiento y una asociación indirecta significativa a través de la ideología. Esto indica que ambas variables participan conjuntamente en la explicación de VPCP y que parte de la asociación del conspiracionismo con esta dimensión se encuentra estadísticamente vinculada a la posición ideológica. En consecuencia, el coeficiente positivo de ideología representa su asociación específica con VPCP una vez separada la varianza compartida con conspiracionismo y con el resto de los predictores, y no una relación ideológica general. Esta circunstancia obliga a interpretar el resultado como un efecto condicionado por la especificación multivariable del modelo y no como evidencia de una mayor receptividad general hacia la contribución de la ciencia en la política entre las personas situadas a la derecha.

Finalmente, las asociaciones de los mensajes positivos y negativos con VPCP apuntan a la relevancia del entorno comunicativo en el que se construyen las percepciones sobre la ciencia para la política. La exposición percibida a mensajes

que destacan la utilidad, los beneficios y las contribuciones positivas de la ciencia se relaciona con una mayor VPCP, mientras que la exposición percibida a mensajes asociados con peligros, temor, resentimiento o conspiraciones mostró la relación contraria. Este patrón es coherente con estudios que muestran que los medios y los contenidos informativos pueden funcionar como intermediarios en la construcción de la confianza y las actitudes hacia la ciencia (Mede, 2022; Ophir & Jamieson, 2021). Sin embargo, estos resultados deben interpretarse teniendo en cuenta las limitaciones de las medidas utilizadas. MP y MN evalúan la exposición percibida a determinados tipos de mensajes, y no la cantidad objetiva de exposición mediática ni el contenido efectivamente recibido por cada participante.

### 3.2. Disposición hacia la participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia (DPPTDC)

La disposición hacia la participación presenta un patrón de respuesta más moderado que la primera dimensión analizada. En los cuatro ítems, aproximadamente la mitad de las respuestas se concentra en los grados intermedios de acuerdo. No obstante, el resultado de mayor interés se sitúa en las respuestas que muestran poco o ningún acuerdo, reuniendo una cuarta parte de las respuestas. El mayor nivel de desacuerdo se observa precisamente ante la posibilidad de involucrarse personalmente en la toma de decisiones. En consecuencia, parece haber una mayor aceptación de la participación pública como principio dada su valoración, que una disposición efectiva a implicarse personalmente en estos procesos.



Aunque investigaciones previas han examinado quién participa en la configuración de las políticas científicas, qué grupos muestran una mayor preferencia por la participación pública frente a la decisión experta y qué factores pueden explicar las diferentes formas de implicación ciudadana en la ciencia (Losi, 2026; Makarovs & Achterberg, 2018; Mejlgaard & Stares, 2013), la relación específica entre la orientación ideológica izquierda-derecha y la disposición personal a involucrarse en procesos de toma de decisiones relacionados con cuestiones científicas ha recibido una atención limitada. La evidencia más próxima procede de estudios sobre actitudes tecnocráticas, que muestran que las concepciones sobre quién debería intervenir en la toma de decisiones también presentan un componente ideológico (Bertsou *et al.*, 2025), En este sentido, los resultados del presente estudio amplían la literatura al mostrar que la orientación política puede asociarse con una menor disposición hacia la participación pública en decisiones sobre ciencia.

La asociación positiva y de magnitud moderada entre conspiracionismo y DPPTDC es relevante, aunque resulte contraintuitiva a primera vista. Investigaciones recientes apuntan a que las creencias conspirativas pueden actuar como elementos movilizadores, especialmente cuando proporcionan una interpretación del entorno que identifica amenazas, responsables o decisiones que deberían ser cuestionadas (Bayar, 2025). En el ámbito específico de la ciencia, la desconfianza respecto a las instituciones científicas se ha relacionado con una mayor demanda de control democrático sobre la ciencia y con determinadas formas de participación (Makarovs & Achterberg, 2018). Desde esta perspectiva, la asociación positiva observada podría reflejar que una mayor

desconfianza hacia las instituciones o los procesos de producción y utilización del conocimiento aumenta el deseo de ejercer control sobre las decisiones científicas.

Sin embargo, la asociación indirecta negativa entre conspiracionismo y DPPTDC a través de la ideología introduce una mayor complejidad en la interpretación de estos resultados, que sería compatible con una mediación inconsistente o competitiva. Por un lado, una vez controlada la orientación ideológica, el conspiracionismo se asocia positivamente con la disposición a participar. Por otro lado, el conspiracionismo se relaciona fuertemente con posiciones más a la derecha, y estas, a su vez, se asocian con una menor DPPTDC, generando así una asociación indirecta de signo negativo. En consecuencia, no sería adecuado concluir que mayores niveles de conspiracionismo implican una mayor disposición a participar. Más bien, los resultados muestran la coexistencia de asociaciones directas e indirectas de signo opuesto. Dado el carácter transversal de los datos y el elevado solapamiento entre conspiracionismo e ideología, este patrón debe interpretarse con cautela.

En cuanto a la religiosidad, una vez controladas la orientación ideológica, el conspiracionismo, la confianza, el entorno comunicativo y el pensamiento crítico, no se encontró evidencia de una contribución independiente de esta variable a la disposición hacia la participación pública en decisiones sobre ciencia.

Por otro lado, la confianza institucional presentó una asociación positiva con DPPTDC. Aunque de magnitud relativamente modesta, este resultado es coherente con investigaciones que vinculan la confianza institucional con una mayor disposición ciudadana a intervenir en procesos de toma de decisiones (Fellnhofer *et al.*, 2026).



Uno de los resultados de mayor interés se encuentra en las variables relacionadas con el entorno comunicativo. Tanto la exposición percibida a mensajes positivos sobre la ciencia como la exposición a mensajes negativos se asociaron con una mayor disposición hacia la participación. Una posible explicación es que ambas dimensiones reflejan en parte el grado en que la ciencia está presente y destaca en el entorno informativo de las personas. Una mayor exposición a información sobre la ciencia, independientemente de que sea favorable o no, puede incrementar su relevancia y generar un posicionamiento al respecto. Esta interpretación presenta paralelismos con la literatura en la que se han encontrado asociaciones positivas entre exposición a información política y participación (Nanz & Matthes, 2022).

Finalmente, el pensamiento crítico presentó la asociación más intensa con DPPTDC. Este resultado resulta coherente con concepciones deliberativas de la participación pública, que requieren que las personas sean capaces de evaluar argumentos y evidencias, contrastar perspectivas diferentes y formular juicios sobre problemas complejos. La literatura sobre *public engagement* ha identificado precisamente el pensamiento crítico, la capacidad de considerar diferentes puntos de vista y las habilidades para la toma colectiva de decisiones como componentes de las capacidades cívicas necesarias para una participación pública efectiva (Selin *et al.*, 2017).

### 3.3. Comprensión de la interfaz ciencia-política (CICP)

Las respuestas a CICP muestran diferencias en el reconocimiento de las distintas características de la interfaz ciencia-política. Mientras que la gestión de errores, la intervención de valores y la toma de decisiones con conocimiento incompleto presentan niveles de acuerdo moderados, el principio de precaución recibe un respaldo más elevado. Estos resultados sugieren que la actuación cautelosa ante consecuencias inciertas constituye un principio más ampliamente reconocido, mientras que otros aspectos específicos de la interfaz ciencia-política en contextos posnormales, como la intervención de valores o la toma de decisiones con conocimiento incompleto, presentan niveles de reconocimiento más moderados.

Uno de los resultados más destacados es la asociación positiva entre orientación ideológica y CICP, ya que las posiciones situadas más a la derecha de la escala ideológica obtuvieron puntuaciones más altas en esta dimensión. Esta asociación sugiere que la orientación ideológica podría estar relacionada con diferentes maneras de concebir la relación entre la ciencia y la toma de decisiones públicas. Además, la literatura muestra que la relación entre ideología y actitudes hacia la ciencia varía en función del objeto y del nivel de generalidad considerados (Rekker, 2025). En este sentido, los resultados apuntan a diferencias ideológicas en el reconocimiento de determinadas características de la interfaz ciencia-política, cuya naturaleza requiere una exploración más específica.

Por otro lado, el conspiracionismo no mostró una asociación directa estadísticamente significativa con CICP. Es un resultado interesante porque las creencias conspirativas se han asociado de manera consistente con diferentes formas de desconfianza hacia la ciencia y sus instituciones (Douglas, 2026). Sin embargo, la asociación indirecta positiva a través de la ideología impide interpretar este resultado como una ausencia total de relación. La distinción es importante: el componente del conspiracionismo asociado con la orientación ideológica participa en la descomposición estadística de CICP, mientras que su asociación directa, condicionada por el resto de los predictores, no se distingue estadísticamente de cero. Por ello, el resultado debe entenderse como una relación condicionada por la estructura del modelo, cuya interpretación sustantiva requiere tener en cuenta tanto el solapamiento entre los constructos como la ausencia de datos longitudinales.



La religiosidad presenta una asociación negativa con CICP. Este resultado puede interpretarse atendiendo a que las concepciones sobre la interfaz ciencia-política no dependen únicamente del conocimiento científico, sino también de las fuentes de autoridad consideradas legítimas. La ciencia y la religión pueden constituir fuentes diferenciadas de autoridad epistemológica, haciendo que una mayor religiosidad pueda asociarse con una menor deferencia relativa hacia la autoridad científica, sin que esto implique un rechazo general de la ciencia (Hoogeveen *et al.*, 2022; O'Brien & Noy, 2026). Desde esta perspectiva, la asociación observada podría reflejar diferencias en la manera de concebir qué tipos de conocimiento, valores y autoridades deben intervenir cuando se toman decisiones públicas bajo condiciones de incertidumbre.

La confianza institucional mostró también una asociación positiva con CICP. Este resultado indica que una mayor confianza en las instituciones puede coexistir con el reconocimiento de características como la incertidumbre científica, la intervención de valores y la necesidad de adoptar decisiones con evidencia incompleta. Esto va en línea con la investigación sobre comunicación de la incertidumbre, que muestra que hacer explícitos los límites del conocimiento produce efectos generalmente reducidos sobre la confianza en la información y sus fuentes (van der Bles *et al.*, 2020).

La exposición percibida a representaciones favorables de la ciencia se relaciona con mayores puntuaciones en el CICP, mientras que las representaciones desfavorables mostraron la asociación negativa de mayor magnitud del modelo. Esto es coherente con investigaciones que apuntan a que determinados entornos informativos pueden contribuir a reforzar o debilitar las reticencias hacia la ciencia y sus instituciones (Mede, 2022). Sin embargo, dado que MP y MN evalúan exposición percibida y no exposición objetiva, la relación puede operar también en sentido inverso. Existe evidencia que señala que las actitudes previas hacia la ciencia contribuyen a explicar qué medios y contenidos científicos se consumen (Metag, 2020), mientras que otros trabajos han mostrado que características individuales condicionan la selección de información sobre temas científicos (Yeo *et al.*, 2015). Por tanto, la relación observada puede operar también en sentido inverso, haciendo que no pueda descartarse que las propias concepciones y disposiciones de los participantes influyan en qué mensajes buscan, identifican, recuerdan o interpretan como positivos o negativos.



Finalmente, el pensamiento crítico presenta una asociación positiva con CICP. Esta relación es coherente con la literatura sobre creencias epistémicas, donde el reconocimiento del carácter incierto y revisable del conocimiento científico se ha relacionado con un mejor desempeño en la evaluación de controversias científicas (Lang *et al.*, 2021). Desde esta perspectiva, una mayor disposición a examinar justificaciones, considerar perspectivas alternativas y revisar las propias conclusiones podría acompañarse de concepciones de la interfaz ciencia-política que reconocen la necesidad de valorar conjuntamente la evidencia disponible, sus incertidumbres y las posibles consecuencias de las decisiones.

## 4. Limitaciones y recomendaciones para futuros estudios

El estudio presenta algunas limitaciones importantes. En primer lugar, los datos que se presentan, como se ha señalado previamente, forman parte de un proyecto más amplio, orientado a medir la imagen de la ciencia general y los factores que contribuyen a explicarla. El trabajo conceptual se centró de manera fundamental en el desarrollo de la parte del cuestionario que aborda esa cuestión. Como resultado, las medidas de ciencia para la política no presentan un trabajo teórico y metodológico lo suficientemente robusto como para considerarlas la única o mejor forma de medirlas.

En segundo lugar, el carácter exploratorio del estudio nos impide establecer hipótesis claras más allá de determinar si existe alguna asociación entre las variables dependientes e independientes medidas. Además, reconocemos que, al utilizar

datos autorreportados, solo medimos la opinión de los participantes. Este hecho es especialmente relevante para las variables de los MP, los MN y el PC. Ni los MP ni los MN miden objetivamente la recepción de mensajes o informaciones, sino solo el recuerdo de dicha recepción. Del mismo modo, el PC no registra si la sofisticación epistémica que los participantes dicen tener es real, ya que solo se recoge su opinión al respecto. También entendemos que la recepción de mensajes o información, ya sea positiva o negativa, no permite establecer la frecuencia con la que se reciben.

Finalmente, debemos mencionar que el diseño transversal presentado solo permite establecer asociaciones correlacionales entre variables. Futuras investigaciones deberán introducir metodologías longitudinales, reducir el autorreporte en todas aquellas variables de exposición a medios y ser más exhaustivas en la selección de variables independientes, partiendo de búsquedas sistemáticas en la literatura.

## Conclusiones

Este estudio ofrece un análisis multidimensional de la percepción de la ciencia para la política en la población española. Los resultados muestran que el valor atribuido a la contribución científica a la política, la disposición hacia la participación pública y la comprensión de determinadas características de la relación entre conocimiento científico y decisión pública constituyen dimensiones relacionadas, pero diferenciadas. Sus asociaciones con los factores individuales y contextuales analizados presentan magnitudes y, en algunos casos, direcciones distintas, lo que refuerza la conveniencia de estudiarlas de manera separada.



Algunas asociaciones presentan, sin embargo, una relativa consistencia. La confianza institucional, el pensamiento crítico autorreportado y la exposición percibida a mensajes positivos sobre la ciencia se asocian positivamente con las tres dimensiones. En cambio, la ideología, el conspiracionismo, la religiosidad y la exposición percibida a mensajes negativos muestran relaciones diferentes según el aspecto considerado. Resulta especialmente relevante que una mayor predisposición conspirativa se asocie con una menor valoración de la contribución científica a la política y, simultáneamente, con una mayor disposición hacia la participación pública. Estos resultados muestran que la valoración del conocimiento científico, la voluntad de participar y la comprensión de las condiciones en las que se utiliza dicho conocimiento responden a configuraciones sociales y actitudinales distintas.

Esta diferenciación adquiere una relevancia particular desde la perspectiva de la ciencia posnormal. Los problemas posnormales combinan incertidumbre, pluralidad de valores, consecuencias elevadas y necesidad de adoptar decisiones, condiciones que requieren la incorporación de perspectivas diversas en su evaluación (Funtowicz & Ravetz, 1993). Las comunidades de pares extendidas desarrolladas dentro de este marco atribuyen precisamente a la participación una función vinculada a la ampliación de las perspectivas consideradas en la producción y evaluación del conocimiento (Meisch, 2024).

Los resultados obtenidos muestran que esta dimensión participativa debe considerar también la heterogeneidad de las orientaciones desde las que la ciudadanía se aproxima a estos procesos. La relación de la ciudadanía con las dimensiones definidas presenta distintas configuraciones individuales y contextuales. La valoración de la contribución científica, la disposición hacia la participación pública y el reconocimiento de características como la incertidumbre, la intervención de valores y la necesidad de decidir con evidencia incompleta forman parte de las condiciones sociales en las que se desarrolla la toma de decisiones sobre problemas complejos. Esta perspectiva resulta coherente con desarrollos recientes de la ciencia posnormal que subrayan la pluralidad de conocimientos, valores y actores implicados en los procesos de gobernanza (Funtowicz & Ravetz, 2025).

En conjunto, este trabajo sitúa la percepción pública como una dimensión relevante para comprender las condiciones sociales en las que opera la ciencia para la política en contextos posnormales. La creciente relevancia de la ciencia para la política hace especialmente pertinente comprender estas diferencias antes de asumir una relación homogénea entre ciudadanía y conocimiento científico en la esfera pública.

## Declaración de uso de IA

Para la elaboración de este artículo se ha hecho uso de un LLM que ha ayudado en la elaboración de código en el lenguaje de programación R relacionado con la medición de la consistencia interna con muestras ponderadas.



## Bibliografía

Bandalos, Deborah L. (2014). Relative performance of categorical diagonally weighted least squares and robust maximum likelihood estimation. Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 21(1), 102-116. DOI: https://doi.org/10.1080/10705511.2014.859510.

Bayar, Mert Can (2025). Partisan and non-partisan conspiracy theories' diverging effects on political participation. Electoral Studies, 95, 102920. DOI: https://doi.org/10.1016/j.electstud.2025.102920.

Bertsou, Eri, Caramani, Daniele & Koedam, Jelle (2025). The ideological profile of the technocratic citizen. European Journal of Political Research, 64(2), 626-648. DOI: https://doi.org/10.1111/1475-6765.12698.

Bland, Martin J. & Altman, Douglas G. (1995). Multiple significance tests: The Bonferroni method. BMJ, 310(6973), 170. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.310.6973.170.

Bromme, Rainer, Mede, Niels G., Thomm, Eva, Kremer, Bastian & Ziegler, Ricarda (2022). An anchor in troubled times: Trust in science before and within the COVID-19 pandemic. PLOS ONE, 17(2), e0262823. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262823.

Brotherton, Robert, French, Christopher C., & Pickering, Alan D. (2013). Measuring Belief in Conspiracy Theories: The Generic Conspiracist Beliefs Scale. Frontiers in Psychology, 4. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00279.

Calvo, Kerman, Martínez-Pérez, Álvaro & Montero, José Ramón (2023). Spain: Religiosity, ideology, and voting. En José Ramón Montero, Paolo Segatti & Kerman Calvo (Eds.), Religious Voting in Western Democracies (341-377). Oxford: Oxford University Press. DOI: https://doi.org/10.1093/oso/9780198807858.003.0013.

Centro de Investigaciones Sociológicas (2023). Barómetro de noviembre 2023. Estudio n.º 3427. Recuperado de: https://www.cis.es/es/estudios/barometro-de-noviembre-2023?cuestionario=17807&muestra=25908&pregunta=641486&variable=1021864&chartType=bar.

Chan, Esther (2018). Are the religious suspicious of science? Investigating religiosity, religious context, and orientations towards science. Public Understanding of Science, 27(8), 967-984. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662518781231.

Chen, Fang Fang (2007). Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance. Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 14(3), 464-504. DOI: https://doi.org/10.1080/10705510701301834.



Cologna, Viktoria, Mede, Niels G., Berger, Sebastian, et al. (2025). Trust in scientists and their role in society across 68 countries. Nature Human Behaviour, 9(4), 713-730. DOI: https://doi.org/10.1038/s41562-024-02090-5.

Comisión Europea & Parlamento Europeo (2022). Eurobarometer 94.1 (2020) (ZA7749; versión 1.0.0). GESIS. DOI: https://doi.org/10.4232/1.13927.

Comisión Europea (2022). Eurobarometer 95.2 (2021) (ZA7782; versión 1.0.0). GESIS. DOI: https://doi.org/10.4232/1.13884.

Comisión Europea (s/f). Science for policy. Research and Innovation. Recuperado de: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/scientific-support-eu-policies/science-policy_en.

Douglas, Karen M. (2026). Antecedents and consequences of science-related conspiracy beliefs. Current Opinion in Psychology, 67, 102191. DOI: https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2025.102191.

Eberl, Jakob-Moritz, Huber, Robert A., Mede, Niels G. & Greussing, Esther (2023). Populist attitudes towards politics and science: How do they differ? Political Research Exchange, 5(1), 2159847. DOI: https://doi.org/10.1080/2474736X.2022.2159847.

Ennis, Robert H. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective Part I. Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines, 26(1), 4-18. DOI: https://doi.org/10.5840/inquiryctnews20112613.

Entman, Robert M. (1993). Framing: Toward Clarification of a Fractured Paradigm. Journal of Communication, 43(4), 51-58. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x.

Everett, Jim A. C. (2013). The 12 Item Social and Economic Conservatism Scale (SECS). PLoS ONE, 8(12), e82131. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082131.

Feldman, Stanley & Johnston, Christopher (2014). Understanding the Determinants of Political Ideology: Implications of Structural Complexity. Political Psychology, 35(3), 337-358. DOI: https://doi.org/10.1111/pops.12055.

Fellnhofer, Katharina, Vähämaa, Emilia & Angelidou, Margarita (2026). Public trust in regional policymaking and citizen demands for engagement. Npj Urban Sustainability, 6(1), 3. DOI: https://doi.org/10.1038/s42949-025-00307-8.



Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1993). Science for the post-normal age. Futures, 25(7), 739-755. DOI: https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2025). Knowledge, power, and participation in the post-normal age. Ecological Economics, 237, 108716. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108716.

Gauchat, Gordon (2012). Politicization of Science in the Public Sphere: A Study of Public Trust in the United States, 1974 to 2010. American Sociological Review, 77(2), 167-187. DOI: https://doi.org/10.1177/0003122412438225.

Hadjisotiriou, Sophie, Marchau, Vincent, Walker, Warren & Rikkert, Marcel O. (2023). Decision making under deep uncertainty for pandemic policy planning. Health Policy, 133, 104831. DOI: https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2023.104831.

Head, Brian W. & Alford, John (2015). Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management. Administration & Society, 47(6), 711-739. DOI: https://doi.org/10.1177/0095399713481601.

Herranz-de-Rafael, Gonzalo & Fernández-Prados, Juan S. (2024). Religious Beliefs and Socialization: An Empirical Study on the Transformation of Religiosity in Spain from 1998 to 2018. Religions, 15(7), 848. DOI: https://doi.org/10.3390/rel15070848.

Hoogeveen, Suzanne, Haaf, Julia M. & Bulbulia, Joseph A. et al. (2022). The Einstein effect provides global evidence for scientific source credibility effects and the influence of religiosity. Nature Human Behaviour, 6(4), 523-535. DOI: https://doi.org/10.1038/s41562-021-01273-8.

Hooper, Daire, Coughlan, Joseph & Mullen, Michael R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. Electronic Journal of Business Research Methods, 6(1), 53-60. DOI: https://doi.org/10.21427/D7CF7R.

Hu, Li-tze & Bentler, Peter M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 6(1), 1-55. DOI: https://doi.org/10.1080/10705519909540118.

Imhoff, Roland & Lamberty, Pia (2020). A Bioweapon or a Hoax? The Link Between Distinct Conspiracy Beliefs About the Coronavirus Disease (COVID-19) Outbreak and Pandemic Behavior. Social Psychological and Personality Science, 11(8), 1110-1118. DOI: https://doi.org/10.1177/1948550620934692.

Iordanou, Kalypso, Antoniou, Antonis, & De Vos, Maura (2026). Public Trust in Science: A Systematic Literature Review. Journal of Academic Ethics, 24(1), 56. DOI: https://doi.org/10.1007/s10805-026-09732-5.

Jasanoff, Sheila (1990). The fifth branch: Science advisers as policymakers. Harvard University Press.



Kasperson, Roger E., Renn, Ortwin & Slovic, Paul et al. (1988). The Social Amplification of Risk: A Conceptual Framework. Risk Analysis, 8(2), 177-187. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1988.tb01168.x.

Kitayama, Shinobu & Cohen, Dov (2007). Handbook of cultural psychology. Guilford Press.

Kline, Rex B. (2023). Principles and practice of structural equation modeling. Guilford Press.

Kunda, Ziva (1990). The case for motivated reasoning. Psychological Bulletin, 108(3), 480-498. DOI: https://doi.org/10.1037/0033-2909.108.3.480.

Lang, Fabian, Kammerer, Yvonne, Stürmer, Kathleen & Gerjets, Peter (2021). Investigating professed and enacted epistemic beliefs about the uncertainty of scientific knowledge when students evaluate scientific controversies. European Journal of Psychology of Education, 36(1), 125-146. DOI: https://doi.org/10.1007/s10212-020-00471-8.

Lewandowsky, Stephan, Gignac, Gilles E. & Oberauer, Klaus (2013). The Role of Conspiracist Ideation and Worldviews in Predicting Rejection of Science. PLoS ONE, 8(10), e75637. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075637.

Losi, Lucilla (2026). Socio-economic status and authority deference: Understanding public (dis)engagement with science in Europe. Public Understanding of Science, 35(3), 313-332. DOI: https://doi.org/10.1177/09636625251374514.

Loziak, Alexander & Havrillová, Dominika (2024). Conspiracy mentality: How it relates to populism, relative deprivation, mistrust of expertise and voting behaviour. Europe's Journal of Psychology, 20(1), 1-15. DOI: https://doi.org/10.5964/ejop.10049.

Lumley, Thomas (2010). Complex Surveys: A Guide to Analysis Using R. Wiley. DOI: https://doi.org/10.1002/9780470580066.

Lumley, Thomas & Scott, Alastair (2014). Tests for Regression Models Fitted to Survey Data. Australian & New Zealand Journal of Statistics, 56(1), 1-14. DOI: https://doi.org/10.1111/anzs.12065.

Makarovs, Kirils & Achterberg, Peter (2018). Science to the people: A 32-nation survey. Public Understanding of Science, 27(7), 876-896. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662517754047.



Markus, Hazel R. & Hamedani, Maryam G. (2007). Sociocultural psychology: The dynamic interdependence among self-systems and social systems. En Shinobu Kitayama & Dov Cohen (Eds.), Handbook of cultural psychology (3–39). Guilford Press.

McDonald, Roderick P. (1978). Generalizability in factorable domains: "Domain validity and generalizability". Educational and Psychological Measurement, 38(1), 75-79. DOI: https://doi.org/10.1177/001316447803800111.

Mede, Niels G. (2022). Legacy media as inhibitors and drivers of public reservations against science: Global survey evidence on the link between media use and anti-science attitudes. Humanities and Social Sciences Communications, 9(1), 40. DOI: https://doi.org/10.1057/s41599-022-01058-y.

Meisch, Simon P. (2024). Extended peer communities: Creating good and fair knowledges. Futures, 163, 103455. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103455.

Meisch, Simon P., Bremer, Scott, Young, Mark T. & Funtowicz, Silvio O. (2022). Extended Peer Communities: Appraising the contributions of tacit knowledges in climate change decision-making. Futures, 135, 102868. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102868.

Mejlgaard, Niels & Stares, Sally (2013). Performed and preferred participation in science and technology across Europe: Exploring an alternative idea of "democratic

deficit". Public Understanding of Science, 22(6), 660-673. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662512446560.

Metag, Julia (2020). What drives science media use? Predictors of media use for information about science and research in digital information environments. Public Understanding of Science, 29(6), 561-578. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662520935062.

Miller, Arthur H. & Listhaug, Ola (1990). Political Parties and Confidence in Government: A Comparison of Norway, Sweden and the United States. British Journal of Political Science, 20(3), 357-386. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007123400005883.

Nanz, Andreas & Matthes, Jörg (2022). Democratic Consequences of Incidental Exposure to Political Information: A Meta-Analysis. Journal of Communication, 72(3), 345-373. DOI: https://doi.org/10.1093/joc/jqac008.

Nera, Kenzo, Mora, Youri L. & Klein, Pit et al. (2022). Looking for Ties with Secret Agendas During the Pandemic: Conspiracy Mentality is Associated with Reduced Trust in Political, Medical, and Scientific Institutions – but Not in Medical Personnel. Psychologica Belgica, 62(1), 193-207. DOI: https://doi.org/10.5334/pb.1086.

Nisbet, Matthew C., & Scheufele, Dietram A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. American Journal of Botany, 96(10), 1767-1778. https://doi.org/10.3732/ajb.0900041.



O'Brien, Timothy L. & Noy, Shiri (2026). The cultural meanings of science and religion: Moral and epistemic authority in the United States. Social Forces, soag036. DOI: https://doi.org/10.1093/sf/soag036.

Ophir, Yotam & Jamieson, Kathleen Hall (2021). The effects of media narratives about failures and discoveries in science on beliefs about and support for science. Public Understanding of Science, 30(8), 1008-1023. DOI: https://doi.org/10.1177/09636625211012630.

Pearson, Karl (1895). Note on regression and inheritance in the case of two parents. Proceedings of the Royal Society of London, 58, 240-242. DOI: https://doi.org/10.1098/rspl.1895.0041.

Piterová, Ivana & Loziak, Alexander (2025). Populist attitudes related to science and politics: Prevalence and exploratory factors of populist attitudes in Slovakia. Current Psychology, 44(4), 2295-2307. DOI: https://doi.org/10.1007/s12144-025-07295-z.

Plohl, Nejc & Musil, Bojan (2023). Assessing the incremental value of intellectual humility and cognitive reflection in predicting trust in science. Personality and Individual Differences, 214, 112340. DOI: https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112340.

R Core Team (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de: https://www.r-project.org/.

Ravetz, Jerome R. (1999). What is post-normal science? Futures, 31(7), 647-653. DOI: https://doi.org/10.1016/S0016-3287(99)00024-5.

Rekker, Roderik (2021). The nature and origins of political polarization over science. Public Understanding of Science, 30(4), 352-368. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662521989193.

Rekker, Roderik (2025). A four-level model of political polarization over science: Evidence from 10 European countries. Public Understanding of Science, 34(4), 424-445. DOI: https://doi.org/10.1177/09636625241306352.

Renninger, K. Ann & Hidi, Suzanne (2011). Revisiting the Conceptualization, Measurement, and Generation of Interest. Educational Psychologist, 46(3), 168-184. DOI: https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723.

Rey Rocha, Jesús, Muñoz van den Eynde, Ana & López-Navarro, Irene (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. DOI: https://doi.org/10.1080/02691728.2019.1587543.



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

Rutjens, Bastiaan T., Sutton, Robbie M. & van der Lee, Romy (2018). Not All Skepticism Is Equal: Exploring the Ideological Antecedents of Science Acceptance and Rejection. Personality and Social Psychology Bulletin, 44(3), 384-405. DOI: https://doi.org/10.1177/0146167217741314.

Rutjens, Bastiaan T. & Većkalov, Bojana (2022). Conspiracy beliefs and science rejection. Current Opinion in Psychology, 46, 101392. DOI: https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2022.101392.

Scheufele, Dietram A. (1999). Framing as a Theory of Media Effects. Journal of Communication, 49(1), 103-122. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1999.tb02784.x.

Selin, Cynthia, Rawlings, Kelly C. & De Ridder-Vignone, Kathryn et al. (2017). Experiments in engagement: Designing public engagement with science and technology for capacity building. Public Understanding of Science, 26(6), 634-649. DOI: https://doi.org/10.1177/0963662515620970.

Sienkiewicz, Marta & Mair, David (2020). Against the Science–Policy Binary Separation. En Science for Policy Handbook (2-13). Elsevier. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822596-7.00001-2.

Spearman, Charles (1910). Correlation Calculated from Faulty Data. British Journal of Psychology, 1904-1920, 3(3), 271-295. DOI: https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1910.tb00206.x.

Swami, Viren, Chamorro-Premuzic, Tomas & Furnham, Adrian (2010). Unanswered questions: A preliminary investigation of personality and individual difference predictors of 9/11 conspiracist beliefs. Applied Cognitive Psychology, 24(6), 749-761. DOI: https://doi.org/10.1002/acp.1583.

Tan, Soo Jiuan & Tambyah, Siok Kuan (2011). Generalized Trust and Trust in Institutions in Confucian Asia. Social Indicators Research, 103(3), 357-377. DOI: https://doi.org/10.1007/s11205-010-9703-7.

van der Bles, Anne, Marthe, van der Linden, Sander, Freeman, Alexandra L. J. & Spiegelhalter, David J. (2020). The effects of communicating uncertainty on public trust in facts and numbers. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(14), 7672-7683. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1913678117.

Wirtz, Bernd W., Weyerer, Jan C. & Kehl, Ines (2022). Governance of artificial intelligence: A risk and guideline-based integrative framework. Government Information Quarterly, 39(4), 101685. https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101685.



Wood, Michael J., Douglas, Karen M. & Sutton, Robbie M. (2012). Dead and Alive: Beliefs in Contradictory Conspiracy Theories. Social Psychological and Personality Science, 3(6), 767-773. DOI: https://doi.org/10.1177/1948550611434786.

Workman, Mark, Dooley, Kate, Lomax, Guy, Maltby, James & Darch, Geoff (2020). Decision making in contexts of deep uncertainty—An alternative approach for long-term climate policy. Environmental Science & Policy, 103, 77-84. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.002.

Wu, Hao & Estabrook, Ryne (2016). Identification of Confirmatory Factor Analysis Models of Different Levels of Invariance for Ordered Categorical Outcomes. Psychometrika, 81(4), 1014-1045. DOI: https://doi.org/10.1007/s11336-016-9506-0.

Yeo, Sara K., Xenos, Michael A., Brossard, Dominique & Scheufele, Dietram A. (2015). Selecting Our Own Science: How Communication Contexts and Individual Traits Shape Information Seeking. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science, 658(1), 172-191. DOI: https://doi.org/10.1177/0002716214557782.

10.35362/issn.1850-0013-1274

## Anexo

**Tabla A1. Escalas e ítems**

| Escala | Ítem | Enunciado |
|---|---|---|
| VPCP | VPCP1 | El asesoramiento científico es útil para tomar decisiones políticas |
| | VPCP2 | Que la ciencia asesore a la política es beneficioso para la sociedad |
| CICP | CICP1 | En la ciencia orientada a elaborar leyes y regulaciones, es prioritario evitar falsos negativos frente a falsos positivos |
| | CICP2 | En la elaboración de leyes y regulaciones, los valores son tan importantes como los conocimientos científicos |
| | CICP3 | Las leyes y regulaciones con base científica solo se elaboran cuando el conocimiento disponible es completo y sin controversias |
| | CICP4 | Mientras se desconozcan las consecuencias de una nueva tecnología, se debería actuar con cautela y controlar su uso |
| DPPTDC | DPPTDC1 | Si tuviese la oportunidad, me gustaría involucrarme en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas |
| | DPPTDC2 | Me gustaría saber cómo participar en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas |
| | DPPTDC3 | Es importante que las personas como yo se involucren en la toma de decisiones científicas |
| | DPPTDC4 | Me interesa la participación pública en la ciencia |
| Conspiracionismo | C1 | El gobierno utiliza a personas como chivos expiatorios para ocultar su implicación en actividades delictivas |
| | C2 | Durante el recuento de votos se falsifican los resultados |
| | C3 | La propagación de ciertos virus y/o enfermedades es el resultado de los esfuerzos deliberados y ocultos de alguna organización |
| Ideología | I1 | Proporcionar subvenciones y subsidios contribuye a que la gente se vuelva vaga |
| | I2 | Actualmente el feminismo enfrenta a hombres y mujeres |
| | I3 | Los impuestos de España hacen menos competitivas a nuestras empresas |
| | I4 | Hay que adoptar medidas más duras para impedir la entrada de inmigrantes |
| Religiosidad | R1 | ¿Cómo de importante es la religión para ti? |
| | R2 | ¿Hasta qué punto te consideras religioso/a? |
| | R3 | Aparte de ocasiones especiales como bodas, bautizos y funerales, ¿con qué frecuencia asistes a ceremonias religiosas? |

| | | |
|---|---|---|
| Confianza | T1 | Confío en el Gobierno |
| | T2 | Creo en la Democracia |
| | T3 | Confío en la Justicia |
| MP | MP1 | Recibo mensajes o información en los que se habla de la ciencia con optimismo |
| | MP2 | Recibo mensajes o informaciones en los que se dice que la ciencia es buena para la economía del país |
| | MP3 | Recibo mensajes o información en los que se dice que la ciencia es útil |
| | MP4 | Recibo mensajes o información en los que se habla de los beneficios de la ciencia |
| MN | MN1 | Recibo mensajes o informaciones en los que se habla de los peligros de la ciencia |
| | MN2 | Recibo mensajes o informaciones sobre conspiraciones |
| | MN3 | Recibo mensajes o informaciones en los que se habla de la ciencia con temor |
| | MN4 | Recibo mensajes o informaciones en los que se habla de la ciencia con resentimiento |
| PC | PC1 | Busco información para comprender el porqué de las cosas |
| | PC2 | Compruebo la credibilidad de las fuentes de información antes de opinar |
| | PC3 | Consulto distintas fuentes para encontrar la información que necesito |
| | PC4 | Aplico el conocimiento que poseo para resolver los problemas |

Fuente: elaboración propia.



**Tabla A2. Distribuciones de los ítems**

| Ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Asimetría | Curtosis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) | | |
| VPCP1 | 116 (0,04) | 268 (0,08) | 818 (0,25) | 1025 (0,31) | 612 (0,19) | 417 (0,13) | -0,14 | -0,43 |
| VPCP2 | 186 (0,06) | 395 (0,12) | 863 (0,26) | 888 (0,27) | 575 (0,18) | 349 (0,11) | -0,07 | -0,61 |
| CICP1 | 116 (0,04) | 216 (0,07) | 997 (0,31) | 1038 (0,32) | 502 (0,15) | 388 (0,12) | 0,00 | -0,29 |
| CICP2 | 85 (0,03) | 229 (0,07) | 819 (0,25) | 1088 (0,33) | 597 (0,18) | 439 (0,13) | -0,10 | -0,38 |
| CICP3 | 85 (0,03) | 261 (0,08) | 915 (0,28) | 1056 (0,32) | 552 (0,17) | 388 (0,12) | -0,01 | -0,39 |
| CICP4 | 53 (0,02) | 135 (0,04) | 562 (0,17) | 966 (0,3) | 716 (0,22) | 825 (0,25) | -0,38 | -0,48 |
| DPPTDC1 | 388 (0,12) | 694 (0,21) | 953 (0,29) | 740 (0,23) | 326 (0,1) | 156 (0,05) | 0,23 | -0,53 |
| DPPTDC2 | 319 (0,1) | 587 (0,18) | 1032 (0,32) | 790 (0,24) | 363 (0,11) | 167 (0,05) | 0,15 | -0,46 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DPPTDC3 | 244 (0,07) | 615 (0,19) | 1062 (0,33) | 824 (0,25) | 348 (0,11) | 164 (0,05) | 0,19 | -0,36 |
| DPPTDC4 | 231 (0,07) | 509 (0,16) | 935 (0,29) | 940 (0,29) | 423 (0,13) | 219 (0,07) | 0,04 | -0,47 |
| C1 | 478 (0,15) | 527 (0,16) | 849 (0,26) | 616 (0,19) | 348 (0,11) | 438 (0,13) | 0,19 | -0,93 |
| C2 | 911 (0,28) | 612 (0,19) | 760 (0,23) | 484 (0,15) | 249 (0,08) | 241 (0,07) | 0,53 | -0,69 |
| C3 | 678 (0,21) | 636 (0,2) | 840 (0,26) | 563 (0,17) | 269 (0,08) | 271 (0,08) | 0,40 | -0,71 |
| I1 | 558 (0,17) | 504 (0,15) | 807 (0,25) | 598 (0,18) | 364 (0,11) | 425 (0,13) | 0,18 | -0,99 |
| I2 | 367 (0,11) | 395 (0,12) | 770 (0,24) | 758 (0,23) | 411 (0,13) | 555 (0,17) | -0,05 | -0,93 |
| I3 | 466 (0,14) | 489 (0,15) | 813 (0,25) | 633 (0,19) | 389 (0,12) | 468 (0,14) | 0,11 | -0,98 |
| I4 | 596 (0,18) | 502 (0,15) | 875 (0,27) | 565 (0,17) | 273 (0,08) | 445 (0,14) | 0,27 | -0,91 |
| R1 | 931 (0,29) | 581 (0,18) | 703 (0,22) | 519 (0,16) | 315 (0,1) | 209 (0,06) | 0,45 | -0,85 |
| R2 | 986 (0,3) | 693 (0,21) | 704 (0,22) | 470 (0,14) | 225 (0,07) | 180 (0,06) | 0,63 | -0,53 |
| R3 | 1736 (0,53) | 899 (0,28) | 275 (0,08) | 238 (0,07) | 87 (0,03) | 22 (0,01) | 1,49 | 1,67 |
| T1 | 1147 (0,35) | 707 (0,22) | 644 (0,2) | 461 (0,14) | 197 (0,06) | 102 (0,03) | 0,71 | -0,42 |
| T2 | 245 (0,08) | 405 (0,12) | 721 (0,22) | 808 (0,25) | 556 (0,17) | 522 (0,16) | -0,14 | -0,84 |
| T3 | 374 (0,11) | 687 (0,21) | 946 (0,29) | 762 (0,23) | 326 (0,1) | 163 (0,05) | 0,22 | -0,53 |
| MP1 | 762 (0,23) | 647 (0,2) | 804 (0,25) | 616 (0,19) | 321 (0,1) | 107 (0,03) | 0,32 | -0,80 |
| MP2 | 843 (0,26) | 718 (0,22) | 812 (0,25) | 518 (0,16) | 276 (0,08) | 91 (0,03) | 0,46 | -0,65 |
| MP3 | 731 (0,22) | 598 (0,18) | 773 (0,24) | 626 (0,19) | 394 (0,12) | 136 (0,04) | 0,25 | -0,91 |
| MP4 | 723 (0,22) | 613 (0,19) | 820 (0,25) | 628 (0,19) | 363 (0,11) | 109 (0,03) | 0,25 | -0,86 |
| MN1 | 1042 (0,32) | 838 (0,26) | 755 (0,23) | 391 (0,12) | 173 (0,05) | 57 (0,02) | 0,71 | -0,22 |
| MN2 | 1073 (0,33) | 776 (0,24) | 653 (0,2) | 415 (0,13) | 229 (0,07) | 111 (0,03) | 0,72 | -0,38 |
| MN3 | 1143 (0,35) | 869 (0,27) | 641 (0,2) | 356 (0,11) | 192 (0,06) | 55 (0,02) | 0,82 | -0,13 |
| MN4 | 1198 (0,37) | 850 (0,26) | 694 (0,21) | 293 (0,09) | 169 (0,05) | 53 (0,02) | 0,89 | 0,10 |
| PC1 | 175 (0,05) | 294 (0,09) | 842 (0,26) | 956 (0,29) | 592 (0,18) | 398 (0,12) | -0,15 | -0,49 |
| PC2 | 209 (0,06) | 367 (0,11) | 839 (0,26) | 962 (0,3) | 525 (0,16) | 355 (0,11) | -0,10 | -0,54 |
| PC3 | 206 (0,06) | 332 (0,1) | 812 (0,25) | 1011 (0,31) | 538 (0,17) | 359 (0,11) | -0,15 | -0,48 |
| PC4 | 176 (0,05) | 317 (0,1) | 934 (0,29) | 993 (0,3) | 516 (0,16) | 321 (0,1) | -0,07 | -0,38 |

Fuente: elaboración propia.

10.35362/issn.1850-0013-1274

**Tabla A3. Test de Wald para coeficientes de regresión en VPCP, CICP y DPPTDC**

| Variable | Variable | F de Wald (gl, N) | p-valor |
|---|---|---|---|
| VPCP | Género | 26,88 (1, 3251) | <0,001 |
| | Edad | 0,20 (2, 3251) | 0,82 |
| | Educación | 89,53 (2, 3251) | <0,001 |
| CICP | Género | 13,52 (1, 3251) | <0,001 |
| | Edad | 18,10 (2, 3251) | <0,001 |
| | Educación | 31,32 (2, 3251) | <0,001 |
| DPPTDC | Género | 70,91 (1, 3251) | <0,001 |
| | Edad | 19,75 (2, 3251) | <0,001 |
| | Educación | 84,67 (2, 3251) | <0,001 |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla A4. Cargas de las variables latentes del modelo estructural**

| A. Estimaciones de las cargas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables latentes | Variables manifiestas | Cargas | 95% IC de las cargas | | Cargas estandarizadas | p-valor | SMC |
| | | | Inferior | Superior | | | |
| VPCP | VPCP1 | 1 | 1,00 | 1,00 | 0,81 | - | 0,66 |
| | VPCP2 | 0,98 | 0,92 | 1,03 | 0,79 | <0,001 | 0,63 |
| CICP | CICP1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,72 | - | 0,51 |
| | CICP2 | 0,98 | 0,93 | 1,03 | 0,70 | <0,001 | 0,49 |
| | CICP3 | 1,12 | 1,07 | 1,17 | 0,80 | <0,001 | 0,65 |
| | CICP4 | 0,97 | 0,92 | 1,02 | 0,69 | <0,001 | 0,48 |
| DPPTDC | DPPTDC1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,88 | - | 0,78 |
| | DPPTDC2 | 1,00 | 0,99 | 1,02 | 0,88 | <0,001 | 0,78 |
| | DPPTDC3 | 0,97 | 0,95 | 0,99 | 0,85 | <0,001 | 0,73 |
| | DPPTDC4 | 0,98 | 0,96 | 0,99 | 0,86 | <0,001 | 0,74 |
| Conspiracionismo | C1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,83 | - | 0,69 |
| | C2 | 0,92 | 0,90 | 0,95 | 0,77 | <0,001 | 0,59 |
| | C3 | 0,92 | 0,90 | 0,95 | 0,77 | <0,001 | 0,59 |
| Ideología | I1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,74 | - | 0,55 |
| | I2 | 1,07 | 1,04 | 1,10 | 0,79 | <0,001 | 0,63 |
| | I3 | 1,10 | 1,06 | 1,13 | 0,81 | <0,001 | 0,65 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I4 | 1,04 | 1,00 | 1,07 | 0,76 | <0,001 | 0,58 |
| Religiosidad | R1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,97 | - | 0,94 |
| | R2 | 0,93 | 0,90 | 0,96 | 0,90 | <0,001 | 0,82 |
| | R3 | 0,72 | 0,69 | 0,75 | 0,70 | <0,001 | 0,48 |
| Confianza | T1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,79 | - | 0,62 |
| | T2 | 0,91 | 0,85 | 0,97 | 0,72 | <0,001 | 0,52 |
| | T3 | 0,76 | 0,71 | 0,82 | 0,60 | <0,001 | 0,36 |
| MP | MP1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | - | 0,81 |
| | MP2 | 0,97 | 0,96 | 0,99 | 0,88 | <0,001 | 0,77 |
| | MP3 | 1,00 | 0,99 | 1,02 | 0,90 | <0,001 | 0,81 |
| | MP4 | 1,00 | 0,99 | 1,01 | 0,90 | <0,001 | 0,81 |
| MN | MN1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 | - | 0,81 |
| | MN2 | 0,96 | 0,94 | 0,97 | 0,86 | <0,001 | 0,74 |
| | MN3 | 1,01 | 1,00 | 1,03 | 0,91 | <0,001 | 0,83 |
| | MN4 | 1,00 | 0,98 | 1,01 | 0,90 | <0,001 | 0,80 |
| PC | PC1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,88 | - | 0,78 |
| | PC2 | 0,94 | 0,93 | 0,96 | 0,83 | <0,001 | 0,69 |
| | PC3 | 0,97 | 0,95 | 0,99 | 0,85 | <0,001 | 0,73 |
| | PC4 | 0,91 | 0,89 | 0,93 | 0,80 | <0,001 | 0,64 |

Fuente: elaboración propia.



**Tabla A5. Covarianzas de las variables latentes en el modelo SEM**

| Variables exógenas | | Covarianzas | 95% IC de las covarianzas | | Correlaciones | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Inferior | Superior | | | |
| Conspiracionismo | Religiosidad | 0,31 | 0,29 | 0,34 | 0,39 | <0,001 |
| Conspiracionismo | Confianza | -0,26 | -0,28 | -0,23 | -0,39 | <0,001 |
| Conspiracionismo | MP | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,04 | <0,05 |
| Conspiracionismo | MN | 0,16 | 0,13 | 0,19 | 0,22 | <0,001 |
| Conspiracionismo | PC | 0,04 | 0,01 | 0,07 | 0,06 | <0,01 |
| Religiosidad | Confianza | 0,14 | 0,11 | 0,17 | 0,18 | <0,001 |
| Religiosidad | MP | 0,11 | 0,08 | 0,15 | 0,13 | <0,001 |
| Religiosidad | MN | 0,20 | 0,17 | 0,23 | 0,23 | <0,001 |
| Religiosidad | PC | 0,07 | 0,03 | 0,10 | 0,08 | <0,001 |
| Confianza | MP | 0,32 | 0,29 | 0,34 | 0,45 | <0,001 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Confianza | MN | 0,23 | 0,20 | 0,26 | 0,33 | <0,001 |
| Confianza | PC | 0,28 | 0,25 | 0,31 | 0,41 | <0,001 |
| MP | MN | 0,64 | 0,63 | 0,66 | 0,80 | <0,001 |
| MP | PC | 0,55 | 0,53 | 0,57 | 0,69 | <0,001 |
| MN | PC | 0,41 | 0,39 | 0,44 | 0,52 | <0,001 |
| VPCP | CICP | 0,06 | 0,04 | 0,08 | 0,18 | <0,001 |
| VPCP | DPPTDC | 0,10 | 0,08 | 0,12 | 0,28 | <0,001 |
| CICP | DPPTDC | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,13 | <0,001 |

Fuente: elaboración propia.

10.35362/issn.1850-0013-1251

# Hacia una teoría empíricamente fundamentada de la producción participativa de conocimientos en la gobernanza ambiental *

# Rumo a uma teoria fundamentada empiricamente da produção participativa de conhecimentos na governança ambiental

# *Towards an Empirically Grounded Theory of Participatory Knowledge Production in Environmental Governance*

**Zora Kovacic y Roger Strand** **

La incorporación de saberes extracientíficos constituye una piedra angular en la formulación de políticas medioambientales ante retos posnormales. Sin embargo, falta una teorización empíricamente fundamentada sobre los efectos de dicha diversidad en las relaciones entre ciencia y política. Este artículo propone superar esa limitación mediante un giro empírico que articula la teoría de la coproducción de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad con la perspectiva neoinstitucionalista de las ciencias políticas, entendiendo la producción participativa de conocimiento como un fenómeno condicionado por lógicas institucionales. A partir de tres casos ilustrativos (las reservas extractivas en Brasil, la adaptación a las sequías en África Oriental y la aproximación posnormal a las políticas ambientales de la Generalitat de Catalunya), el artículo muestra que la inclusión de saberes extracientíficos no sustituye a la ciencia, sino que genera híbridos de conocimientos, procesos y lógicas institucionales cuyo alcance no puede determinarse *a priori*. El artículo concluye con una nueva agenda de investigación que emplaza a estudiar —de forma situada, crítica y contingente— lo que la participación realmente hace dentro de las ecologías institucionales, proponiendo la noción de "gobernanza en la complejidad" como marco teórico.

**Palabras clave:** gobernanza en la complejidad; participación condicional; lógicas institucionales; coproducción de conocimiento; ciencia posnormal



* Recepción del artículo: 10/07/2026. Entrega del dictamen: 08/09/2026. Recepción del artículo final: 05/10/2026.
** *Zora Kovacic:* Estudis d'Economia i Empresa y Urban Transformation and Global Change (TURBA) Lab, Universitat Oberta de Catalunya, España. Correo electrónico: zkovacic@uoc.edu. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0911-9273. *Roger Strand:* Senter for vitskapsteori (SVT), Universidad de Bergen, Noruega. Correo electrónico: roger.strand@uib.no. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6159-1586.

10.35362/issn.1850-0013-1251

A incorporação de conhecimentos extra-científicos constitui uma pedra angular na formulação de políticas ambientais diante de desafios pós-normais. No entanto, falta uma teorização fundamentada empiricamente sobre os efeitos dessa diversidade nas relações entre ciência e política. Este artigo propõe superar essa limitação por meio de uma abordagem empírica que articula a teoria da coprodução dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade com a perspectiva neoinstitucionalista das ciências políticas, entendendo a produção participativa de conhecimento como um fenômeno condicionado por lógicas institucionais. A partir de três casos ilustrativos (as reservas extrativistas no Brasil, a adaptação às secas na África Oriental e a abordagem pós-normal às políticas ambientais da Generalitat de Catalunya), o artigo mostra que a inclusão de saberes extra-científicos não substitui a ciência, mas gera híbridos de conhecimentos, processos e lógicas institucionais cujo alcance não pode ser determinado *a priori*. O artigo conclui com uma nova agenda de pesquisa que apela ao estudo, de forma situada, crítica e contingente, do que a participação realmente representa dentro das ecologias institucionais, propondo a noção de "governança na complexidade" como marco teórico.

**Palavras-chave:** governança na complexidade; participação condicional; lógicas institucionais; coprodução de conhecimento; ciência pós-normal

*The integration of extra-scientific knowledge is a cornerstone in environmental policymaking under post-normal conditions. However, there is a lack of empirically grounded theorization regarding the effects of such diversity on the relationship between science and policy. This article proposes to overcome this limitation through an empirical turn that links the theory of co-production from science and technology studies with the neo-institutionalist perspective of political science, understanding the participatory production of knowledge as a phenomenon shaped by institutional logics. Drawing on three illustrative cases (extractive reserves in Brazil, drought adaptation in East Africa, and the post-normal approach to environmental policies of the Government of Catalonia), the article shows that the inclusion of extra-scientific knowledge does not replace science, but rather generates hybrids of knowledge, processes and institutional logics with a scope that cannot be determined beforehand. The article concludes with a new research agenda that calls for a situated, critical and contingent study of what participation entails within institutional ecologies, proposing the notion of 'governance in complexity' as a theoretical framework.*

***Keywords:*** *governance in complexity; conditional participation; institutional logics; co-production of knowledge; post-normal science*

10.35362/issn.1850-0013-1251

## Introducción

La incorporación de diversas formas de saber constituye una piedra angular de la formulación de políticas medioambientales. Retos como el cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad se han convertido en casos paradigmáticos de lo que se han llamado situaciones o problemas "posnormales", descritos a través de cuatro características: los hechos son inciertos, los valores implicados son controvertidos, las apuestas en juego son altas y las decisiones son urgentes (Funtowicz & Ravetz, 1993). Durante décadas, la investigación surgida de los giros participativo y posnormal ha argumentado que la inclusión de diversas formas de saber (local, indígena, práctico, tácito, incorporado) puede, de algún modo y en algún sentido, mejorar la toma de decisiones.

Como señalan tanto la literatura posnormal como los estudios de la ciencia, tecnología y sociedad (CTS), el conocimiento no es utilizado de forma lineal en las políticas públicas. Sabemos que el manejo del conocimiento científico está condicionado por las lógicas institucionales de las administraciones públicas (Capano *et al.*, 2025). La ciencia no se usa solo por su verdad intrínseca, sino porque otorga autoridad epistémica y racionalidad política a las decisiones (Funtowicz & Strand, 2007; Jasanoff, 2004; Waterton & Wynne, 2004). De igual manera, proponemos que es necesario entender qué aporta, desde el punto de vista institucional, el conocimiento extracientífico y qué necesidades institucionales atiende la gestión de procesos participativos.

El estudio de las lógicas que motivan el uso de los saberes extracientíficos tiene una larga tradición. Fiorino distinguió tres argumentos a favor de la participación: el argumento normativo, el argumento instrumental y el argumento sustantivo (Fiorino, 1990). Esos tres argumentos se han utilizado ampliamente para analizar la participación y el uso de saberes extracientíficos en la formulación de políticas ambientales (Van Boven *et al.*, 2025; Wesselink *et al.*, 2011). El primero de ellos se llama "normativo" en referencia a los derechos cívicos: las partes afectadas por una decisión tienen (o deben tener) el derecho a participar del proceso que conduce a dicha decisión y, en la medida en que la decisión tiene carácter público, tal derecho se debe extender a la ciudadanía en general. El argumento normativo, entonces, está estrechamente relacionado con las teorizaciones sobre la democracia deliberativa. El argumento instrumental, por otro lado, encuentra el valor de la participación en su apoyo a la implementación de la decisión y su capacidad de involucrar, informar e incluso calmar a los afectados. El uso instrumental de la participación ha sido criticado por Shelley Arnstein (1969) en su relato clásico de la escalera de participación.



El argumento sustantivo se ha desarrollado en profundidad en varias ramas de los estudios CTS y las ciencias sociales, y dentro la literatura de la ciencia posnormal. En su forma más básica y sencilla, el argumento consiste en que la participación mejora la calidad del conocimiento con el que se van a tomar las decisiones. A veces, el argumento se desarrolla a partir de epistemologías tradicionales o heredadas (por ejemplo, neopositivistas), afirmando que la ciencia es la fuente principal de conocimiento válido y legítimo. En tal caso, el papel de otras formas de saber es ofrecer información adicional, contribuyendo con las piezas restantes del *puzzle*. Por ejemplo, la tradición

norteamericana de ciencia ciudadana, representada por Bonney *et al.* (2009), se sitúa dentro de esta visión de producción de conocimiento que permite un papel activo a los "no científicos", pero que mantiene estructuras en las que los científicos retienen el control sobre el diseño y la interpretación, alejadas de una colaboración plenamente simétrica (Jordan *et al.*, 2015); de hecho, tiene más en común con el argumento instrumental.

Sin embargo, los estudios CTS (y la teoría crítica en general) no suelen adoptar la concepción heredada de la ciencia positivista, sino que la consideran uno de sus objetos de investigación crítica, abriendo la imaginación a visiones más amplias y ambiciosas sobre el papel de los "no científicos" en la producción de conocimiento. Críticas de varios orígenes teóricos han identificado los sesgos epistémicos vinculados al punto de vista de quien hace (o invierte en) la ciencia (Figueroa & Harding, 2003) y, por lo tanto, han encontrado el camino hacia una base de conocimiento "mejorada" en la inclusión de otros conocimientos. Se trata de un desplazamiento que propone al mismo tiempo una corrección epistemológica, política y ética. Por otro lado, el enfoque de la literatura de la ciencia posnormal no consiste tanto en una corrección del sesgo, sino más bien pone la atención en la incertidumbre y la complejidad. En su versión original (Funtowicz & Ravetz, 1985), se puede observar que los procesos de toma de decisión a menudo no logran resolverse, sino que se eternizan en controversias públicas (Sarewitz, 2004). Esto sucede porque en la base de conocimiento no existe cabida para la multiplicidad de formas no equivalentes, y a veces contradictorias, de definir y entender la situación o problema. En este caso, el argumento sustantivo para la extensión de las fuentes de conocimiento no es necesariamente uno que persiga la corrección de la arrogancia de la ciencia o la injusticia epistémica, sino la búsqueda de cómo salir del bloqueo y el fracaso de la aproximación tecnosolucionista. Los estudios de controversias sociotécnicas han documentado cómo las disputas científico-tecnológicas rara vez se resuelven a través de criterios puramente técnicos, sino que movilizan una pluralidad de actores, intereses y formas de saber en competencia (Callon, 1986; Latour, 1993; Nelkin, 1979). En las controversias, se evidencia la coexistencia de diferentes descripciones no equivalentes y legítimas de un problema, sin que quede claro qué descripción es la más adecuada. Si la base de conocimiento no es suficiente para resolver el asunto, hay un problema de calidad y, según la literatura de la ciencia posnormal, el concepto de "calidad" se define como la idoneidad para un fin previsto y tiene que entenderse reflexivamente: ¿quién decide qué se considera de alta calidad y para qué finalidad?



Es importante tener en cuenta que las justificaciones para la participación de diferentes saberes no son independientes unas de otras. Ambas versiones críticas del argumento sustantivo están relacionadas con el argumento normativo por la inclusión de saberes (y "sabedores") no científicos: ya sea como corrección de sesgo ético y político, o como salida de un bloqueo tecnócrata. La literatura CTS es abundante en este sentido, incorporando visiones similares: autores como Irwin y Wynne (1996), Wynne (1992), Stirling (2008) y Jasanoff (2003) son solo cuatro ejemplos entre los centenares de teóricos en este campo. El conjunto de estas teorizaciones junto a los múltiples intentos de traducirlas en la práctica, es lo que Klenk y Meehan (2015) llaman el "imperativo de la integración": la idea de que una diversidad más amplia de saberes (y "sabedores") puede resultar en mejores decisiones públicas y políticas, epistémica

y éticamente, por lo que se deben hacer esfuerzos sistemáticos para ampliar tal diversidad.

En este artículo argumentamos que, al concentrar los esfuerzos en el acercamiento a un ideal, no se ha dado suficiente atención a la teorización fundamentada empíricamente de experiencias situadas e hibridadas, por los contextos institucionales que las auspician, cuyo resultado y alcance pocas veces pueden ser determinados *a priori*. Como desarrollaremos a continuación, la diversidad de saberes no se limita a "informar" a las políticas públicas, sino que transforma lo que significan el saber y el gobernar en condiciones de incertidumbre. En ese contexto, los estudios críticos de la producción participativa de conocimiento necesitan ir más allá del argumento de que se "debe" integrar una diversidad de saberes (Klenk & Meehan, 2015) y estudiar qué sucede cuando se integran múltiples saberes en la gobernanza de problemas complejos. En este sentido, Trimble y Plummer (2019) muestran que la propia evaluación participativa de procesos de gobernanza adaptativa de sistemas socioecológicos puede constituirse como una instancia participativa analizable en sí misma. Esto sugiere que la evaluación no es un ejercicio neutral posterior a la participación, sino un espacio más donde aplicar una visión reflexiva y crítica.

Conviene mencionar que los autores de este texto estamos situados dentro de las literaturas CTS y posnormales, y llevamos años defendiendo los argumentos normativos y sustantivos a favor de la participación. Nuestro propósito no es desmerecer el giro participativo. Lo que observamos es una acumulación, aunque lenta y parcial, de experimentos y experiencias participativas que empieza a permitir una teorización fundamentada empíricamente de los mecanismos de producción participativa de conocimiento. Simultáneamente, como se podía predecir desde la perspectiva de coproducción, estos introducen cambios no solo en la base de conocimiento, sino, en general, en las prácticas sociales de los procesos de toma de decisiones.



Así, lo que proponemos es una segunda fase de teorización posnormal que analice los roles de la participación desde la perspectiva de la coproducción y el análisis empírico. El presente texto articula la necesidad de transformar el ideal de la inclusividad en la formulación de políticas medioambientales en un análisis empírico que permita teorizar los encuentros epistémicos en los entornos políticos. ¿Las diversas formas de saber resuelven las incertidumbres y proporcionan una descripción "más completa" de los hechos? ¿La diversidad erosiona la autoridad epistémica del conocimiento experto en la toma de decisiones públicas y, por lo tanto, aumenta la incertidumbre? ¿De qué maneras y en qué medida las políticas se benefician de prácticas de conocimiento inclusivas?

Partiendo de investigaciones previas sobre la gobernanza medioambiental, este artículo propone analizar la producción participativa de conocimiento como un fenómeno empírico, moldeado por las lógicas institucionales, que es reconfigurado por —y reconfigura— los vínculos entre ciencia y política. Las ciencias políticas que estudian la relación entre ciencia y políticas públicas tienen muy claro que el uso de la información científica es condicional y depende de lógicas institucionales, consideraciones pragmáticas e intereses políticos (Capano *et al.*, 2025, 2026). En

cambio, cuando se promueve una mayor participación en la formulación de políticas ambientales, no se investiga cuáles son los condicionantes que determinan cómo y cuándo los saberes extracientíficos son incluidos en la formulación de esas políticas. Paradójicamente, los estudiosos de este tema admiten que la participación no es una panacea y conlleva sus propios retos (Kiss *et al.*, 2022; Wesselink *et al.*, 2011), y sin embargo en muchas ocasiones se prescribe la participación como solución (en términos procesuales y/o substanciales) para retos de gobernanza que derivan de la complejidad, la incertidumbre y los conflictos de intereses y poder. En este artículo, ponemos en diálogo el marco de las lógicas institucionales, surgido de la perspectiva neoinstitucionalista de las ciencias políticas, y la teoría de la coproducción de los estudios CTS, con el fin de desarrollar una comprensión situada y crítica sobre cómo los responsables políticos, y los llamados a representar diferentes formas de saber, perciben y abordan la diversidad epistémica. Este texto no pretende ofrecer un análisis exhaustivo de casos, sino proponer un marco conceptual y una agenda de investigación para el estudio de la integración de diferentes saberes en las políticas ambientales, ilustrada con ejemplos preliminares de tres contextos.

Para ello, se utilizan tres estudios de caso: las reservas extractivas en Brasil; la gobernanza participativa de las sequías por parte de la Autoridad Intergubernamental para el Desarrollo (IGAD, por sus siglas en inglés) en el Este de África, y la aproximación posnormal a las políticas ambientales de la Generalitat de Catalunya en España. Los tres casos han sido elegidos según dos criterios: a) son casos de procesos participativos institucionalmente organizados y ejecutados, que no han sido impulsados “desde abajo”; y b) la diversidad geográfica entre Brasil, Cataluña y África Oriental muestra que el patrón de participación condicionada por lógicas institucionales no es específico de un contexto, sino transversal. Los ejemplos se basan en observaciones preliminares de trabajos de campo en curso (casos de IGAD y Generalitat) y en el estudio de literatura secundaria (caso de las reservas extractivas). En este sentido, no constituyen estudios de caso completos, sino ilustraciones que permiten mostrar la plausibilidad y el alcance del marco propuesto.



Las instituciones gubernamentales exigen cada vez más enfoques participativos (JRC, 2019; UNEP, 2016), por lo que se vuelve necesario contar con una perspectiva específica para estudiar los intercambios de conocimientos en el ámbito de la formulación de políticas. La Agencia Europea de Medio Ambiente ha publicado recientemente un informe, titulado “La gobernanza en la complejidad” (EEA, 2024), que muestra el interés institucional por un análisis crítico de cómo influye la participación en la gobernanza medioambiental, dejando atrás la ambición de controlar la complejidad en favor de la noción posnormal de “gobernanza *en* la complejidad”. Nuestro objetivo es emplazar a una nueva agenda de investigación que estudie cómo las lógicas institucionales condicionan los procesos participativos de producción de conocimiento, sin predeterminar sus resultados.

## 1. Mapeo conceptual: tres lagunas de conocimiento

La relación entre la ciencia, los diversos conocimientos y la política medioambiental ha sido durante mucho tiempo una preocupación central tanto para los estudios CTS como para la ciencia posnormal, la ecología política y otras corrientes del heterogéneo campo de investigación sobre la gobernanza medioambiental. Tal como se ha explicado en la introducción, en gran medida este campo se caracteriza por movimientos entre el enfoque crítico con las injusticias epistémicas o hacia la simple disfuncionalidad de las tecnocracias basadas en la ciencia, y el enfoque ideológico, basado en el deseo de mejorar las prácticas y sistemas de gobernanza. Dentro de este marco, la literatura se ha centrado en cómo incluir diferentes formas de saber en sus propios términos y mejorar la moderación y facilitación de los procesos participativos, diagnosticando la traducción de conocimientos y saberes no científicos a conocimientos científicos, como un signo de injusticia epistémica o captura política (Lemos *et al.*, 2018; Tengö *et al.*, 2014).

A continuación, revisamos las hipótesis que sustentan el giro participativo, distinguiendo entre tres órdenes. La participación se entiende como solución a problemas de primer orden (una mejora del conocimiento) y de segundo orden (una mejora de los procesos que generan conocimiento). Basándonos en los estudios de políticas públicas, añadimos un tercer orden: el de la mediación institucional que influye en la producción de conocimiento para las políticas públicas.

En relación con el problema de primer orden, la participación se entiende como medio para completar, mejorar o corregir el conocimiento. La ciencia no lo sabe todo; existen incertidumbres y sus métodos solo recogen el conocimiento que puede codificarse, dejando de lado los conocimientos tácitos, locales y prácticos. Al ampliar la producción de conocimiento más allá del "laboratorio" (Latour & Woolgar, 1986), podemos incluir esas otras formas de saber. La propuesta participativa parte de la hipótesis de que la ciencia desconoce sus propias lagunas de conocimiento y que, para cumplir su propósito de "decir la verdad al poder" (Wildavsky, 2017), necesita ser más completa y consciente de sus limitaciones, al ser producida y ampliada por una comunidad que va más allá de los científicos.



La solución de primer orden al problema del conocimiento tiende a ser limitada: los procesos participativos de producción de conocimiento pueden reproducir jerarquías sociales (Cooke & Kothari, 2001), no todos los participantes tienen la misma autoridad epistémica (Fricker, 2007), y el resultado final puede ser tan ciego ante el conocimiento tácito, local y práctico como lo es la ciencia (Lemos *et al.*, 2018; Tengö *et al.*, 2014; Turnhout *et al.*, 2020). Para responder a esos retos, se suele apelar a la mejora del proceso participativo.

El problema de segundo orden se define por la necesidad de asegurar la calidad del proceso participativo (Rowe & Frewer, 2000). Rowe y Frewer proponen una serie de criterios para evaluar la aceptación y calidad de los procesos participativos, como la representatividad, independencia, transparencia, acceso a recursos y definición de tareas. Los procesos participativos deben llevarse a cabo con reflexividad, siendo conscientes de la propia posicionalidad y poder (Zandlová & Čada, 2024). La

participación debe comenzar *upstream* (desde el principio) (Wynne, 1992) para que el problema se plantee de forma democrática y se pida a los participantes algo más que comentar opciones preestablecidas. La participación no puede improvisarse, sino que debe ser facilitada por profesionales cualificados, que sepan detectar y abordar las asimetrías de poder, y hacer que las poblaciones vulnerables, las mujeres, los grupos indígenas o los "oprimidos" hablen (Zandlová & Čada, 2024). Debe evitarse el modelo enfocado en el déficit y los participantes no expertos deben ser considerados "sabedores" (Wynne, 1992). Cuando un participante no puede expresar su conocimiento, es importante comprender que las personas no siempre pueden expresar oralmente lo que saben; ese saber puede manifestarse en las prácticas (Polanyi, 1966).

Las soluciones de segundo orden también tienden a ser limitadas: la "verdadera" participación lleva mucho tiempo, los fondos de investigación se agotan, la gente se cansa de participar, sobre todo cuando el proceso es conflictivo (Felt & Fochler, 2010; Porlezza, 2019). Hay que llegar a un compromiso y la naturaleza de este compromiso tiene mucho que ver con el contexto institucional y la organización que gestiona el proceso participativo.

El problema de tercer orden, por lo tanto, se define como la participación mediada institucionalmente. Para entender el papel de las instituciones, hagamos una lectura alternativa del caso ampliamente conocido de Love Canal (Fjelland, 2002): el conocimiento de la epidemiología popular llega a corregir el conocimiento de los expertos designados por las autoridades cuando la asociación de vecinos logra tener el soporte de una científica, Beverly Paigen, que se hace portavoz de las observaciones de los vecinos y las puede comunicar en lenguaje científico y validar con modelos científicos. En otras palabras, el conocimiento local llega a cambiar la toma de decisiones siendo mediado por la ciencia. En este caso emblemático de ciencia ciudadana, una de las lecciones aprendidas puede ser que ni la participación ni el conocimiento local tienen voz fuera de los circuitos institucionales. Por tanto, poner el foco en la integración del conocimiento (problema de primer orden) y en la facilitación de los procesos participativos (problema de segundo orden) no es suficiente. Hace falta considerar un reto estructural más profundo: a saber, las lógicas institucionales de la formulación de políticas que enmarcan y configuran los términos de los encuentros epistémicos.



Para empezar a entender cómo las lógicas institucionales influyen en la definición, legitimación, y uso del conocimiento, pensemos en el uso de la información científica. La ciencia no se emplea solo por la utilidad práctica de la información que pueda aportar, sino también por su capacidad como catalizador en sistemas de gobernanza (Jasanoff, 2004; Shapin & Schaffer, 2011). La ciencia tiene autoridad epistémica y su uso confiere esa misma autoridad a quien toma decisiones "basadas en la evidencia". Las decisiones "basadas en la ciencia" pueden verse como "objetivas" y "racionales". De esa manera, la ciencia se convierte también en una herramienta política, ya que las disputas de valores y conflictos se pueden abstraer del debate político gracias a soluciones "racionales". Nuestro objetivo al destacar esto no es repetir las críticas sobre injusticias epistémicas, sino más bien enfatizar algo más básico. Pensemos que las aportaciones de los científicos a menudo no conducen al bloqueo gubernamental

que se tematiza en la literatura posnormal, sino que, al contrario, juegan un papel catalizador y facilitador, aunque sea tecnócrata o (desde la perspectiva crítica y ética) políticamente problemático. La ciencia tiene agencia. Sin embargo, esta agencia se deriva del contexto institucional en el cual se producen las aportaciones científicas. El saber no "es" poder, en el sentido de Francis Bacon o la epistemología recibida, sino que adquiere y expresa su poder dentro y a través de las prácticas, los discursos y las instituciones sociales de las que forma parte (Jasanoff, 2004).

Lo mismo vale para la inclusión de conocimientos y saberes no científicos. En el caso de los conocimientos locales, prácticos, tácitos o indígenas, es importante entender tanto su aportación de primer orden (qué nos permiten conocer), como su aportación de tercer orden, preguntando: ¿qué lógicas institucionales son atendidas o se benefician de la participación?

Ni la política trata a los no expertos como "proveedores de conocimiento" neutrales, ni los que participan de procesos de formulación de políticas públicas lo hacen sin expectativas. La investigación señala que el público no especializado tiene su propio conocimiento de la relación entre ciencia y política (Felt & Fochler, 2008) y participa estratégicamente en procesos participativos. Sus aportaciones tanto de primer como de tercer orden son fenómenos no menos complejos y ricos que los del campo científico.

Sin embargo, en nuestra opinión, la literatura científica no logra teorizar suficientemente el problema de tercer orden, a saber: cómo la agencia de saberes extracientíficos en la gobernanza se coproduce con las lógicas institucionales. La investigación sobre estas cuestiones frecuentemente evalúa las experiencias empíricas en base a los argumentos normativos-sustantivos, incluyendo estudios críticos que ya han documentado, aunque desde una perspectiva más descriptiva que institucional, cómo los procesos participativos de gobernanza ambiental se ven moldeados por los contextos en que se despliegan. Drazkiewicz *et al.* (2015), a partir de un análisis comparado de cuatro procesos de planificación ambiental participativa en Alemania, muestran mediante la construcción de escenarios contrafactuales no participativos que un mismo conjunto de factores asociados a la participación produce resultados ambientales e implementaciones divergentes según el contexto institucional en que se inserta. Esa evidencia está en consonancia con nuestro argumento de que la participación no puede leerse al margen de las lógicas institucionales que la enmarcan. En una línea similar, Kochskämper *et al.* (2016) comparan tres procesos de participación mandatada en el marco de la Directiva Marco del Agua europea (Alemania, España e Irlanda del Norte), encontrando que variaciones en el diseño institucional (particularmente el grado de delegación de poder y el modo de comunicación adoptado) condicionan tanto la calidad de los productos generados como los aprendizajes y las dinámicas de confianza que emergen del proceso; y mostrando así cómo una misma directiva da lugar a lógicas participativas distintas según el entramado institucional local. El caso del Plan Verde de la Ciudad de México, analizado por Madero y Morris (2016), ilustra un mecanismo inverso: un diseño institucional de participación centralizado y tecnocrático, pese a su retórica inclusiva, termina vaciando de contenido efectivo a los mecanismos participativos formalmente instituidos, señalando que las

lógicas institucionales no solo condicionan el resultado de la participación, sino que pueden determinar su propio alcance y sustancia. Finalmente, Kiss *et al.* (2022), en su revisión de la participación ciudadana en la gobernanza de soluciones basadas en la naturaleza, documentan que el reconocimiento formal de la participación en el diseño institucional no garantiza su influencia efectiva sobre las decisiones, reforzando la idea de que el "éxito" de la participación depende de cómo se articula con las lógicas institucionales existentes, y no de su sola presencia procedimental. En conjunto, estos antecedentes muestran que la literatura sobre participación en gobernanza ambiental no es ajena al condicionamiento institucional que aquí proponemos teorizar, y sin embargo rara vez lo hace de manera sistemática. A continuación, identificamos tres lagunas de conocimiento, así como los cambios teóricos necesarios para subsanarlas y abrir un nuevo campo de investigación empírica sobre la producción participativa de conocimientos en la gobernanza medioambiental.

En primer lugar, se ha criticado el modelo del déficit de información (Irwin & Wynne, 1996), que presenta al público como carente de conocimientos científicos e incapaz de aportar conocimientos relevantes para las políticas. Casos paradigmáticos como Love Canal (Fjelland, 2002) y Sellafield (Wynne, 1992) han puesto de manifiesto la importancia del saber local para las políticas públicas y han contribuido a la reconceptualización de los "no expertos" como "sabedores". Por ello, desde posiciones académicas se ha defendido el cambio hacia el ideal de la participación pública en la ciencia (en lugar de la mera comprensión pública de la ciencia) (Schäfer, 2009), donde el público no se considera un recipiente vacío, sino un socio legítimo cuyas formas de conocer, preocupaciones y valores son legítimos. Nótese aquí la distinción entre conocimiento y saber: el conocimiento, en cuanto sustantivo, se conceptualiza como algo que existe con independencia de quien sabe, el conocimiento puede ser codificado (por ejemplo, por las disciplinas científicas), transmitido a otros o a máquinas (por ejemplo, hasta cierto punto los ordenadores y la inteligencia artificial). El saber, en cuanto verbo, se conceptualiza en relación con un sujeto que sabe, es una acción y es solo parcialmente codificable y transmisible (por ejemplo, a través de prácticas como la convivencia entre el maestro y el aprendiz).



Aunque el giro participativo esté plenamente justificado desde una perspectiva de valores democráticos, su aplicación práctica desestabiliza las fronteras entre expertos y no expertos. Según Gieryn (1995, 1999), el "trabajo de delimitación" es el proceso mediante el cual los científicos distinguen la ciencia de lo que no es ciencia, salvaguardando así la autoridad y la autonomía de la misma. La investigación sobre la relación entre ciencia y política se ha centrado en las formas estratégicas en que los científicos establecen delimitaciones para fusionar la autoridad científica con la posición política (Pielke, 2007). Lo que se ha estudiado poco es cómo los responsables políticos experimentan la desestabilización de la frontera entre expertos y no expertos y cómo responden a esa desestabilización. Desde la perspectiva de la formulación de políticas públicas, la inclusión de saberes diversos responde a los objetivos institucionales de mejorar la confianza, la legitimidad democrática y la eficacia, pero choca con la lógica institucional de establecer delimitaciones que defiendan la neutralidad de la información que informa a la política y la racionalidad del proceso de toma de decisiones. El deseo de legitimidad local choca con la necesidad de autoridad científica, lo que exige un

equilibrio entre diferentes lógicas institucionales (Kovacic & Benini, 2022). Una lógica institucional, según el neoinstitucionalismo, es el conjunto de reglas, normas, valores y rutinas que moldean cómo piensan y actúan los actores políticos (De La Hoz Reyes, 2016). La tensión entre lógicas institucionales generadas por la inclusividad plantea nuevas preguntas a los responsables políticos.

Se necesita una base empírica más amplia para teorizar sobre la función que se espera que desempeñen los saberes extracientíficos (por ejemplo, facilitar la aplicación de las políticas o aportar el contexto sobre el territorio) en la formulación de políticas medioambientales y, en paralelo, sobre la función que los diversos "sabedores" esperan que desempeñen las instituciones. Las expectativas y estrategias de ambos lados muchas veces entran en diálogo, aunque tácito, lo que permite una coreografía de expectativas que hace que la gobernanza medioambiental participativa funcione.

En segundo lugar, la producción participativa de conocimiento ha suscitado inquietudes sobre la labor de traducción y estandarización que conlleva la integración del conocimiento local en la base de conocimiento científico que informa, en alguna medida, las políticas ambientales. Estudios empíricos en el ámbito de la gobernanza medioambiental y la ecología política demuestran repetidamente que la integración de los saberes extracientíficos se ve cuestionada por el poder y la política (Avelino, 2017; Strumińska-Kutra & Scholl, 2022; Tengö *et al.*, 2014; Turnhout *et al.*, 2020). El conocimiento local suele quedar marginado, traducido en evidencia estandarizada o tratado como datos complementarios. Las aportaciones de las iniciativas de ciencia ciudadana no se reconocen ni se aprovechan (Cook *et al.*, 2013). El concepto de justicia epistémica se suele utilizar para describir (y corregir) la falta de reconocimiento del saber de las comunidades minorizadas y discriminadas, como las comunidades indígenas, como conocimiento legítimo en sí mismo (Fricker, 2007; Koskinen & Rolin, 2019; Schenberg & Gerber, 2022). Turnhout *et al.* (2020) explican que los procesos participativos pueden tener el efecto paradójico de reforzar los problemas que pretendían resolver, ya que las asimetrías en el conocimiento y las jerarquías sociales pueden verse reforzadas en la participación (Cooke & Kothari, 2001). Tengö *et al.* (2014) se oponen a la "integración de los conocimientos" y proponen, en su lugar, tratar los diferentes "sistemas de conocimiento" en paralelo.



Desde el punto de vista de los estudios CTS, los encuentros de saberes dan lugar a "objetos frontera" (Star, 2010; Star & Griesemer, 1989): objetos que ofrecen flexibilidad interpretativa y permiten que diversos actores colaboren cuando no existe un consenso. Franco-Torres *et al.* (2020) sostienen que la construcción adecuada de objetos frontera puede tender puentes entre lógicas conflictivas sin limitar la diversidad y actuar como facilitadores de las transiciones hacia la sostenibilidad. De forma similar, como historiador de la física, Pickering (1993) introdujo la metáfora del *mangle* de la práctica para describir la dialéctica de resistencia y adaptación en la producción de conocimiento científico. El *mangle* era la máquina usada para sacar el agua de los tejidos y, como metáfora, destaca el carácter constrictivo pero abierto de los procesos institucionalizados de producción de conocimiento. Parece entonces pertinente estudiar los tipos de "*mangles* institucionales" que condicionan las formas de producción participativa de conocimiento en la gobernanza ambiental.

Se sabe poco sobre cómo las lógicas institucionales crean mecanismos específicos de integración del conocimiento. Por ejemplo, la necesidad institucional de definir objetivos cuantitativos y medir el avance hacia los objetivos establecidos, puede llevar a traducir los saberes extracientíficos a indicadores numéricos. Al mismo tiempo, las traducciones e interpretaciones de los saberes extracientíficos no impiden que esas formas de saber cambien las lógicas institucionales o introduzcan nuevas lógicas. Por lo tanto, también se sabe poco sobre la forma en que lógicas institucionales contradictorias se gestionan, se rechazan o se adaptan en la creación de saberes compartidos.

En tercer lugar, el modelo moderno (Funtowicz & Strand, 2007) de "la ciencia que dice la verdad al poder" ha sido ampliamente rechazado; entendemos que el conocimiento científico se coproduce social y políticamente con el orden social. La coproducción proporciona la base teórica para analizar cómo los conocimientos científicos y las instituciones políticas se moldean y estabilizan mutuamente (Jasanoff, 2004). Si el conocimiento y el orden social se coproducen, una vez estabilizados, el orden social pasa a depender de un tipo específico de conocimiento según sistemas de normas que Jasanoff (2007) llamó "epistemologías cívicas". Chilvers y Kearnes (2020) se refieren a esto como "estabilidades sistémicas" que hacen que ciertas formas de conocimiento y de participación sean, colectivamente, más creíbles que otras en contextos concretos. Por esta razón, resulta útil pensar en la participación como algo integrado en "ecologías de la participación" más amplias (Chilvers & Kearnes, 2020). El reto de integrar diversas formas de conocimiento es, por lo tanto, también un reto de adecuación a los órdenes sociales y las lógicas institucionales. Akaateba *et al.* (2018) explican cómo la "gobernanza híbrida" en la planificación del uso del suelo de Ghana se deriva de la interdependencia entre los jefes y los gobiernos locales; sin embargo, favorece los intereses de los jefes y refuerza el acceso desigual a la tierra. Van der Hel (2016) sostiene que existe una tensión entre ser inclusivo con las diferentes formas de conocimiento y ser transformador, ya que la institucionalización de la diversidad suele tener como objetivo el impacto medible y la rendición de cuentas, lo que refuerza el conocimiento y las jerarquías sociales antes que la transformación.



Sin embargo, la estabilidad sistémica no implica que los sistemas sean fijos e inmutables. La investigación sobre la gobernanza medioambiental puede presentar, sin pretenderlo, a la ciencia y la política como entidades monolíticas y sus relaciones como estáticas. Por el contrario, los procesos participativos tienen capacidad de innovar y desestabilizar los modelos de relaciones entre ciencia, sociedad y política, en el marco de las resistencias y adaptaciones a las lógicas institucionales. En su estudio sobre la innovación responsable, Völker *et al.* (2023) desplazan el foco de la "implementación" a la "traducción" para estudiar las aplicaciones de la idea de innovación responsable de forma abierta, dejando entre paréntesis la "responsabilidad" como resultado esperado. Del mismo modo, los "modelos ampliados de ciencia para la política" (Funtowicz & Strand, 2007) no dan ninguna garantía de conducir a una mejor gobernanza de la complejidad, sino que pueden generar nuevas complejidades e incertidumbres.

Existen pocos análisis basados en datos empíricos sobre cómo los modelos de participación ampliada se construyen mutuamente con las instituciones políticas y

reconfiguran la relación entre la ciencia y la política en distintos contextos. No se trata simplemente de extender la teoría de la coproducción (Jasanoff, 2004) a los saberes extracientíficos, sino que se requiere entender cómo los saberes extracientíficos se insertan en un espacio ya ocupado por la ciencia y delimitado por las fronteras coproducidas por la ciencia y la política.

## 2. Casos ilustrativos

Usamos tres casos ilustrativos con el objetivo de mostrar la capacidad heurística del marco conceptual propuesto. El estatus empírico de cada caso es diferente: en el caso de las reservas extractivas, nos basamos en literatura secundaria; en el caso de la IGAD, nos basamos en una entrevista hecha con una funcionaria en diciembre de 2025; y en el caso de la Generalitat, nos basamos en diez entrevistas con empleados hechas entre marzo y junio de 2026. A continuación, se proporciona una breve descripción de cada caso y su relevancia para la construcción del marco conceptual propuesto.

Las Reservas Extractivas (RESEX) de Brasil constituyen un ejemplo de relevancia mundial de gobernanza medioambiental participativa que busca conciliar la conservación de la biodiversidad con los derechos y los medios de vida de las comunidades tradicionales. El modelo RESEX surgió en la década de 1980 como consecuencia directa del conflicto entre los recolectores tradicionales de caucho (*seringueiros*) y los ganaderos y madereros a gran escala que arrasan la Amazonía. Los recolectores de caucho, liderados por figuras como el activista Chico Mendes, lucharon contra su expulsión de los bosques de los cuales dependían para su sustento (Martinez-Alier, 2002). Ante la presión internacional, el Gobierno brasileño promulgó el decreto RESEX en 1990, creando una nueva categoría de áreas protegidas. A diferencia de los parques nacionales, las RESEX son unidades de conservación de uso sostenible, lo que significa que los objetivos de conservación se persiguen a través de las actividades extractivas no madereras de las poblaciones locales. El organismo estatal Instituto Chico Mendes para la Conservación de la Biodiversidad (ICMBio) preside el Consejo Deliberativo de las RESEX con la participación de representantes de los usuarios de las reservas (recolectores de caucho, comunidades ribereñas) y ONG relevantes. El Consejo es responsable de aprobar y supervisar los Planos de Utilización, que establecen las cuotas de extracción y las zonas geográficas, traduciendo los conocimientos tradicionales y locales a los términos epistémicos que exige la planificación institucional. Las reservas siguen viéndose amenazadas por la expansión de la tala ilegal y la ganadería. Estudios recientes señalan el escaso rendimiento de las RESEX en lo que respecta al bienestar y la inclusión social (Haddad *et al.*, 2020; Lopes *et al.*, 2024), lo que sugiere que la inclusión de las comunidades locales en la gestión de las RESEX no ha "resuelto" los conflictos ni los retos de conservación, y muestra cómo la participación no debe ser idealizada.

Las iniciativas de adaptación al cambio climático de la IGAD son un ejemplo de gobernanza medioambiental participativa centrada en las crisis ecológicas transfronterizas. La Autoridad Intergubernamental para el Desarrollo (IGAD) se fundó en 1986 "para mitigar los efectos de las graves sequías recurrentes y otros desastres

naturales que provocaban hambrunas generalizadas, degradación ecológica y dificultades económicas" en África Oriental (IGAD, 2024). Entre otras líneas de trabajo, la IGAD apoya la gobernanza con comunidades para las medidas de adaptación al cambio climático relacionadas con las sequías y las hambrunas que afectan a toda la región. Las iniciativas de adaptación al cambio climático en África Oriental suelen requerir la coordinación de comunidades ubicadas en diferentes países, así como de diversos organismos regionales y nacionales, que pueden variar desde instituciones respaldadas por el Estado (como la Autoridad Nacional de Gestión de la Sequía en Kenia) hasta organizaciones de la sociedad civil (como SomRep en Somalia, creada tras la hambruna derivada de la sequía de 2011). Una de las principales motivaciones de la IGAD para impulsar la participación es la falta de confianza de las comunidades locales en la información científica proporcionada sobre el cambio climático, un caso de fracaso del modelo de déficit. Esto ha llevado a la IGAD a abandonar las respuestas estandarizadas y a adaptar las respuestas a cada contexto mediante la gobernanza participativa, con una experiencia acumulada de diez años. Las imágenes de GPS y los conocimientos locales se combinan para realizar un seguimiento del cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos, con el objetivo de crear consenso entre las comunidades locales y evitar el rechazo de las afirmaciones científicas. El conocimiento local se traduce en un catálogo de acciones que no solo sirve a las comunidades locales, sino que también llega a los gobiernos nacionales. Este experimento ha redefinido en parte las misiones que la IGAD define para sí misma, las cuales ahora incluyen el fomento de la confianza en las comunidades locales. El proceso de convertir el conocimiento local y contextual en puntos de datos estandarizados que encajan en las imágenes de GPS constituye un escenario ideal para observar los mecanismos de inclusión y los objetos de conocimiento creados por dichos mecanismos.



La Generalitat de Catalunya ofrece un estudio de caso único en el que la gobernanza se nutre de los debates académicos sobre la producción participativa de conocimiento. La Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural de la Generalitat, el gobierno regional de la comunidad autónoma catalana en España, está promoviendo el uso de la ciencia posnormal en la gestión de los parques naturales. La Dirección General, responsable de la gestión de los parques naturales y la biodiversidad de la región, lleva incorporando la ciencia ciudadana a sus actividades desde la década de los noventa, pero, a partir de 2022, aparte de centrarse en la educación de los ciudadanos, la sensibilización medioambiental y la participación de voluntarios en la recopilación de datos, también incluye a las entidades locales en la gobernanza medioambiental. Este cambio viene motivado por el hecho de que las políticas de conservación que limitan la actividad social y económica local suelen ser objeto de controversia. Por ello, la Dirección General busca conjugar la conservación medioambiental con la dinamización socioeconómica del territorio, a través de una gobernanza medioambiental participativa. La Dirección ha formado a su personal en ciencia posnormal y ha creado órganos como observatorios y mesas de trabajo con la participación de expertos científicos y *stakeholders* locales. Las iniciativas participativas en la elaboración de políticas públicas plantean nuevos dilemas a la Dirección, que tiene que elaborar indicadores estandarizados y evaluar el grado de cumplimiento de las distintas iniciativas con respecto a los objetivos de conservación preestablecidos. Cabe señalar asimismo que la Generalitat de Catalunya forma parte de un conjunto de jerarquías organizativas vinculadas al Gobierno nacional y a la política europea. El

estudio de caso plantea la cuestión de cómo la institución convierte el consenso difuso de una mesa de trabajo en los indicadores cuantitativos exigidos por Bruselas, lo que pone de manifiesto la importancia de tener en cuenta las lógicas institucionales.

## 3. El nuevo marco: participación condicional

Las ciencias políticas que estudian la relación entre la ciencia y la política, tienen muy claro que la información científica es usada en forma *condicional* en la toma de decisiones y en la formulación de políticas públicas (Capano *et al.*, 2025). El asesoramiento de expertos influye en las decisiones solo cuando se alinea con la lógica institucional de la formulación de políticas (Cairney, 2016; Parkhurst, 2017). Por ejemplo, las políticas de economía circular de la Comisión Europea están alineadas con la lógica institucional de promover el crecimiento o recuperación económica, prioridad política generada por la crisis de la eurozona de 2009-2014 que culminó con la adopción de dichas políticas de economía circular (Kovacic *et al.*, 2019). Por esa razón, varios estudios argumentan que el conocimiento experto no es ajeno al poder, más bien se debe entender como una práctica relacional (Capano *et al.*, 2025) o de coproducción (Jasanoff, 2004). Formas específicas de conocimiento ganan influencia cuando se integran funcionalmente a las políticas públicas y desempeñan funciones que el sistema político reconoce como necesarias para la gobernanza. Un ejemplo claro de integración funcional son los discursos de innovación, que al prometer resolver problemas que en la actualidad no tienen salida, se alinean con la necesidad institucional de proporcionar soluciones y demostrar capacidad de gobernar (Kovacic *et al.*, 2025). De esta manera, las formas de conocimiento que se institucionalizan como relevantes para las políticas públicas están estrechamente relacionadas con las funciones que las instituciones desempeñan y, a su vez, las funciones que las instituciones desempeñan legitiman y validan formas específicas de saber.



Nuestra propuesta es aplicar ese mismo marco al estudio del uso de conocimientos extracientíficos en procesos de formulación de políticas ambientales y entender la participación de diferentes formas de saber como condicionada por las lógicas institucionales. Los conocimientos que informan a las políticas públicas no circulan en un vacío, sino que son mediados por ecologías institucionalizadas que privilegian determinadas voces y formatos de razonamiento (Capano *et al.*, 2026; Craft *et al.*, 2024). Las ecologías institucionalizadas condicionan tanto el uso de conocimiento experto como, lógicamente, el uso de otros tipos de saberes que puedan ser visibilizados a través de procesos participativos. Además, cabe tener en cuenta que el conocimiento extracientífico no se inserta en un vacío, sino que tiene que negociar a la vez su función institucional y su posición y relación con el conocimiento científico.

En los procesos participativos confluyen, chocan y se negocian diferentes lógicas institucionales. Thornton *et al.* (2012) identifican siete lógicas institucionales, a saber: las lógicas del Estado, del mercado, de la democracia, de los profesionales, de la familia, de la religión y de la corporación. Según esas lógicas macro, la participación en las políticas públicas enfrenta dos lógicas concretas diferentes: la de los profesionales que asesoran a los responsables políticos desde su conocimiento experto y la de la

democracia que pone al *demos* como experto de sus problemas y necesidades. Así pues, el modelo del déficit de conocimiento se puede ver como un intento de reconciliar esas dos macro lógicas. El público no especializado se representa como carente de conocimiento y necesitado de ser educado e informado para entender la ciencia. En ese proceso de educación convergen, se supone, las soluciones presentadas por la ciencia y percibidas como necesarias por "el público". El modelo de déficit ha sido fuertemente criticado por los estudios CTS y la ciencia posnormal, destacando entre otros argumentos que los no expertos no son recipientes "vacíos". Es relevante para nuestro argumento entender que los ciudadanos que participan dentro de la lógica democrática pueden tener conocimientos que no siempre son compatibles con las conclusiones y recomendaciones de los expertos científicos, creando una tensión entre las lógicas democrática y de los profesionales.

Además, también puede haber tensiones entre la lógica del Estado (basada en la burocracia y la representatividad) y la lógica democrática de la participación. La literatura en ciencia política y administración pública (Subirats *et al.*, 2008) señala que la introducción de la participación ciudadana altera la gestión pública tradicional porque introduce formas rivales de entender "lo que es correcto". Un gobernante (lógica representativa) puede bloquear los resultados de un presupuesto participativo si el proyecto más votado por los vecinos (lógica participativa) contradice su programa electoral o sus prioridades políticas. La ciudadanía (lógica participativa) puede proponer una solución creativa e innovadora para un barrio, pero los técnicos municipales (lógica burocrática) pueden tumbarla argumentando que "no encaja en la normativa vigente" o que el presupuesto técnico excede los límites legales. Viendo esas posibles tensiones entre diferentes lógicas institucionales, proponemos que la producción participativa de conocimiento orientada a informar procesos de formulación de políticas públicas tiene que ser estudiada como un fenómeno empírico y no como algo que se pueda caracterizar o prescribir *a priori*.



El foco de este artículo está en los procesos participativos institucionalizados, que se promueven desde las administraciones o entidades públicas. En relación con los tres casos ilustrativos utilizados, la producción participativa de conocimiento es un objetivo solo en el caso de la Generalitat. En los casos de las RESEX y de la IGAD, la producción de conocimiento es un efecto emergente de procesos participativos que se crean con el objetivo principal de gestionar un conflicto. Nuestra aproximación se inspira en la idea de que los procesos de producción de conocimiento son abiertos y emergentes, aun cuando estén condicionados por lógicas institucionales, siguiendo el concepto de Pickering de *mangles*. Usamos el concepto de coreografía de expectativas (ilustradas en la **Tabla 1**) para enmarcar cómo diferentes actores se posicionan frente a las lógicas institucionales y cómo, a través del proceso dialéctico de resistencia y acomodación, con el tiempo esas posiciones van coevolucionando y coproduciendo saberes y formas de intervenir en el mundo. El resultado no es la gestión de la participación, sino una gobernanza en una pluralidad de saberes, procesos e instituciones que cambian en el tiempo, a la cual nos referimos como gobernanza *en* la complejidad (EEA, 2024; Kovacic *et al.*, 2019).

**Tabla 1. Actores y coreografías de expectativas**

| Estudio de caso | Actores principales | Expectativas recíprocas |
|---|---|---|
| Reservas extractivas (ICMBio) | ICMBio (agencia federal); recolectores de caucho y comunidades ribereñas; ONG ambientales | El ICMBio espera que las comunidades locales actúen como custodias del territorio a cambio del reconocimiento de sus derechos de uso; las comunidades esperan que el gobierno garantice su permanencia y medios de vida frente a la presión de actores agroindustriales |
| Adaptación a las sequías (IGAD) | IGAD (organismo intergubernamental); comunidades locales | La IGAD espera que las comunidades locales confíen en la evidencia científica sobre riesgos climáticos y modifiquen sus prácticas en consecuencia; las comunidades esperan que sus formas de adaptación ya existentes sean reconocidas como respuestas válidas |
| Políticas ambientales (Generalitat de Catalunya) | Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural; entidades y grupos de interés locales | La Dirección General espera que la participación temprana reduzca la conflictividad en la fase de implementación; las entidades locales esperan incidir en la implementación y evaluación |

Fuente: producción propia.



Resumiendo, la participación condicional se refiere al estudio de: i) cómo las instituciones condicionan la elección de qué saberes y conocimientos son "relevantes" para las políticas públicas; y la vez ii) cómo las lógicas institucionales se acomodan a la nueva pluralidad de saberes, dando lugar a procesos condicionados pero también abiertos. A continuación, destacamos algunos conceptos que pueden ayudar a identificar de forma sistemática saberes y formas de intervención emergentes, derivados de las coreografías de expectativas y prácticas dialécticas que se generan alrededor de diferentes lógicas institucionales.

### 3.1. De las lógicas macro a las lógicas situadas

La literatura citada identifica unas lógicas macro que rigen el Estado, los profesionales y los procesos participativos, entre otros. Si bien esos marcos genéricos son muy útiles para dilucidar tensiones entre las diferentes normas, formales e informales, que hacen a las instituciones, se corre el riesgo de tratar a algunas instituciones como monolíticas. La lógica del Estado es diferente según la escala organizativa. Por ejemplo, existen diferencias entre el Estado central y las comunidades autónomas en España (caso

de la Generalitat), entre el gobierno federal y los gobiernos estatales en Brasil, y entre estos últimos y los gobiernos municipales, y también entre gobiernos y agencias intergubernamentales (caso de la IGAD). Si bien las organizaciones gubernamentales comparten el uso de la burocracia y la autoridad legal como fuentes de poder, el Estado puede ejercer su legitimidad aplicando una ley establecida para cerrar un conflicto o actuar como intermediario neutral en su gestión. Un mismo Estado está compuesto por diferentes ministerios y agencias, que pueden seguir lógicas diferentes y a veces opuestas, como la lógica del crecimiento por el lado económico y la lógica de la conservación respecto al medio ambiente, que Rommetveit *et al.* (2013) caracterizan como las lógicas "Adelante" (*Go*, en inglés) y *Stop* respectivamente. Y no hay que olvidar la agencia individual de personas que trabajan en diferentes cargos dentro de las administraciones públicas.

Siguiendo la tradición CTS, una aproximación empírica permite identificar y estudiar las lógicas micro que actúan en cada caso desde una perspectiva situada. El caso de las reservas extractivas de Brasil es un ejemplo emblemático de hibridación de lógicas enfrentadas. La resistencia ofrecida por activistas locales, como los representados por Chico Mendes, encontró diferentes alianzas en contra de la explotación a escala industrial de las tierras por parte de grandes corporaciones agrícolas. Esas alianzas, sin embargo, no reflejan una coincidencia de lógicas institucionales. En el caso de las RESEX, podemos identificar al menos tres lógicas: 1) la lógica de la conservación forestal, que ve la selva como un ecosistema con valor intrínseco y/o instrumental, a ser protegida por su biodiversidad; 2) la lógica de las economías locales, que ve la selva como un recurso del cual las poblaciones locales dependen para sus actividades económicas de subsistencia; 3) la lógica del crecimiento económico o progreso, que ve a la selva y las tierras ocupadas por la selva como recursos para el desarrollo económico del país, el famoso "El Dorado" (Bidone & Kovacic, 2018) con una riqueza a ser conquistada para la prosperidad nacional. Las alianzas entre lógicas han cambiado en el tiempo: al principio, la creación de las reservas extractivas se justificó buscando una alianza entre la lógica del progreso nacional y la lógica de las economías locales, ya que las poblaciones locales también tenían el derecho a aspirar al bienestar económico. En la medida en que las preocupaciones sobre el cambio climático han adquirido mayor prioridad en las políticas públicas internacionales y la selva Amazónica se ha convertido en "pulmón del planeta", la alianza ha cambiado y las reservas se justifican por el interés de las poblaciones locales a conservar la selva porque dependen de ella para su subsistencia (Martinez-Alier, 2002). En el contexto de la nueva alianza emerge la agencia del saber local, ya que las poblaciones locales saben usar los recursos de la selva sin poner el peligro su integridad ecológica.



Tras más de 40 años de existencia, las reservas extractivas siguen siendo un foco de conflictos sobre la gestión del territorio y los recursos naturales, representando un estudio de caso muy ilustrativo para estudiar las tensiones entre diferentes lógicas institucionales. La misma existencia de las reservas extractivas y del ICMBio se ve amenazada por cambios de gobierno. La distinción entre actividades económicas compatibles (las locales) e incompatibles (las industriales que conllevan deforestación) con la conservación, es otra fuente de conflictos, y los procesos participativos institucionalizados para gestionar el conflicto no dejan de ser problemáticos y difíciles

de gobernar. El caso de las reservas extractivas se puede entender como un caso de gobernanza *en* la complejidad, donde de los procesos participativos emerge, sin ser su objetivo, un saber compartido y siempre "en proceso de hacerse" (usando la expresión de Latour, 1993) sobre cómo cuidar el territorio y gestionar los conflictos en torno a la gestión territorial.

Recalcamos que la producción participativa de conocimiento no es necesariamente el objetivo institucional. En las reservas extractivas, la participación es una respuesta que quiere calmar el conflicto; la necesidad de la institución es justamente gestionar ese conflicto. Lo interesante es que, en el caso citado, el conflicto no se resuelve, sino que necesita de una gestión continuada en el tiempo y crea una gobernanza (hasta cierto punto consensuada y participativa) *en* el conflicto. El proceso genera conocimientos tanto de primer orden (sobre las diferentes prácticas de conservación y extracción) y de segundo orden (sobre la gestión de procesos participativos en contextos altamente conflictivos). Ambos están mediados por lógicas institucionales (lógica de conservación del "patrimonio natural", lógica de fomento a la economía local, lógica de progreso nacional); es decir, conocimientos de tercer orden que están poco estudiados empíricamente. En la **Tabla 2**, ofrecemos ejemplos de lógicas institucionales situadas en relación con los tres casos ilustrativos.

**Tabla 2. Lógicas institucionales situadas**

| Estudio de caso | Lógicas |
|---|---|
| Reservas extractivas (ICMBio) | - Conservación del patrimonio natural<br>- Fomento a la economía local<br>- Progreso nacional y crecimiento económico |
| Adaptación a las sequías (IGAD) | - Protección de poblaciones locales<br>- Coordinación entre países |
| Políticas ambientales (Generalitat de Catalunya) | - Conservación del patrimonio natural<br>- Dinamización económica del territorio<br>- *Compliance* directivas europeas |

Fuente: producción propia.



### 3.2. La dimensión temporal de los procesos participativos

En casos como el de Love Canal, se formaron comunidades extendidas de pares en torno a un problema concreto, para contestar la política pública aplicada desde el conocimiento situado de dichos pares. Una vez conseguido el cambio de política pública, la producción participativa de conocimiento se disuelve; no permanece en el tiempo. Muy diferente desde el punto de vista temporal es la aplicación de la participación

en los tres casos ilustrativos que usamos como ejemplo en este artículo. En el caso de la Generalitat de Catalunya, la Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural apostó por una aproximación posnormal para la formulación e implementación de las políticas ambientales, con la intención de disminuir los conflictos relacionados con la implementación (*downstream*), involucrando ciudadanos y grupos de interés desde los comienzos (*upstream*) en la identificación y el diagnóstico de los problemas a ser atendidos. Con ese propósito, entre otras iniciativas, se crea el Observatorio del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, definido como "un espacio de diálogo entre la investigación, la gestión y la elaboración de políticas" (Observatori Natura, 2023). El diálogo se busca como mecanismo permanente y sostenido en el tiempo, favoreciendo la producción participativa de conocimiento, así como la necesidad de mediar y consensuar entre los conocimientos científicos y los saberes extracientíficos.

Aunque el conocimiento ciudadano sea aceptado puntualmente en un contexto concreto, las relaciones de poder no necesariamente cambian: los roles de quien toma las decisiones, quien informa y las prácticas institucionales, tienen mucha inercia y resistencia al cambio. En el caso de la Generalitat, sin embargo, uno de los objetivos declarados (entrevistas marzo-junio 2026) es el cambio de cultura institucional; es decir, se busca otra forma de trabajar. Entre otros aspectos, el conocimiento de grupos de interés es integrado en la forma de hacer. El cambio de cultura institucional claramente pertenece a los factores de tercer orden (la dimensión institucional). Por ejemplo, si bien la Dirección General viene fomentando la ciencia ciudadana desde hace 30 años, lo que se busca es un cambio en la participación que se da a los ciudadanos, ampliando las acciones desde la educación ambiental y la participación ciudadana en la recolección de datos, hasta la inclusión de entidades locales en los procesos de toma de decisiones respecto a la implementación y evaluación de las políticas ambientales (entrevistas marzo-junio 2026).



Con esta distinción temporal no queremos sugerir que la "verdadera" participación es a largo plazo. En los procesos que perduran en el tiempo, pueden cambiar las normas institucionales o puede que el proceso participativo sea cooptado por lógicas institucionales y prioridades políticas. En el caso de la Generalitat de Catalunya, hay quien cuestiona la durabilidad de algunas iniciativas vinculadas a cargos políticos, ya que cambios de gobierno muchas veces implican que las iniciativas que se asocian con una posición política sean archivadas, independientemente de si funcionan o no (entrevistas marzo-junio 2026). Ese ejemplo demuestra también cómo, más allá de factores de segundo orden como la calidad del proceso participativo, los factores de tercer orden vinculados a las políticas institucionales pueden ser determinantes. Por eso, el alcance y efecto de la participación en la producción del conocimiento que informa las políticas ambientales son una cuestión empírica. Lo que destacamos con los ejemplos presentados es la importancia de la dimensión temporal como variable analítica en el estudio de cómo la producción participativa de conocimientos puede cambiar las formas de intervención. En la **Tabla 3**, ilustramos para cada estudio de caso los efectos de la temporalidad en los cambios de formas de intervención.

**Tabla 3. Cambios a largo plazo en los saberes y las formas de intervención relacionadas**

| Estudio de caso | Dimensión temporal |
|---|---|
| Reservas extractivas (ICMBio) | Cambio de derecho a la selva para la economía local, al posicionamiento de poblaciones locales como expertas en custodia ambiental |
| Adaptación a las sequías (IGAD) | Cambio de educar a las poblaciones locales sobre los efectos del cambio climático, a considerar las respuestas adaptativas locales como validas |
| Políticas ambientales (Generalitat de Catalunya) | Cambio de la participación para la recolección de datos a la participación en la implementación y evaluación de políticas ambientales |

Fuente: producción propia.

### 3.3. Pluralidades asimétricas

En contextos pluralistas, múltiples órganos consultivos (grupos de expertos, ministerios, parlamentos y sociedad civil) compiten por su influencia. De la misma manera, los procesos participativos compiten con el conocimiento científico por la influencia en los procesos de toma de decisiones y formulación de políticas ambientales. No está claro que la institución de procesos participativos de producción de conocimiento reemplace a la ciencia, ni que el discurso institucional respecto a la autoridad epistémica de la ciencia cambie. Volviendo al ejemplo de la Generalitat de Catalunya, la institución mantiene la retórica de basar las políticas públicas en la "información fiable y rigurosa" (Observatori Natura, 2023) que la ciencia provee, pero añade un aspecto innovador en el sentido de que esa información también es consensuada por una comunidad de pares que se extiende más allá de los centros de investigación representados en el Observatorio. La idea de ciencia posnormal y la retórica de la política basada en la ciencia forman un híbrido, donde la autoridad, credibilidad y relevancia de diferentes saberes se van negociando caso a caso. Ese proceso no tiene que ser idealizado como un modelo democrático: puede haber casos en los que los participantes "no expertos" aporten conocimiento reconocido como relevante para la política y casos en los que la ciencia retiene la función de proveer "información fiable y rigurosa" y "la sociedad" aporta sus "necesidades de conocimiento" (Observatori Natura, 2023).



Otro ejemplo interesante es el de la IGAD en África Oriental. La experiencia de la IGAD ha sido que las evidencias científicas sobre las sequías y sus impactos tienen autoridad epistémica limitada en las comunidades locales y, por sí solas, no ayudan a "convencer" a las comunidades a cambiar sus prácticas o, en algunos casos, a desplazarse. En el trabajo con las comunidades locales, la ciencia no desaparece; IGAD quiere que los aldeanos entiendan los riesgos climáticos. El trabajo conjunto ha dado como resultado producir un catálogo de buenas prácticas, donde el cómo responder a los riesgos climáticos es definido no solo por la ciencia, sino en diálogo con las comunidades y los agentes locales (entrevistas diciembre 2025). Se añade

el conocimiento o perspectiva local no para sustituir a la ciencia o completarla, sino porque la implementación falla. Este es otro ejemplo en el cual la producción participativa de conocimiento no era el objetivo inicial, sino que es un fenómeno emergente. En el diálogo creado, se mantienen las asimetrías de autoridad epistémica. Los conocimientos locales no son invisibilizados, ni la ciencia y el interés institucional en invocar su autoridad epistémica cambian. En otras palabras, el catálogo de buenas prácticas es un ejemplo de producción participativa de conocimiento de primer orden, que se da en un contexto donde los aspectos de tercer orden (lógicas institucionales que privilegian el conocimiento científico) no cambian. Cómo se resuelven e hibridan los diferentes saberes y niveles de autoridad epistémica son cuestiones que se definen y redefinen caso a caso y tienen que ser estudiadas empíricamente. En la **Tabla 4**, damos ejemplos de hibridación en los tres casos ilustrativos.

**Tabla 4. Hibridación de conocimientos y formas de intervención**

| Estudio de caso | Hibridación |
|---|---|
| Reservas extractivas (ICMBio) | Híbridos de saberes locales y conocimientos científicos en la definición de cuota de uso de recursos no madereros |
| Adaptación a las sequías (IGAD) | Híbridos de saberes locales y conocimientos científicos en el catálogo de respuestas a las sequías |
| Políticas ambientales (Generalitat de Catalunya) | Híbridos de saberes locales y conocimientos científicos en la evaluación de las políticas ambientales |

Fuente: producción propia.



## Conclusiones

La perspectiva institucional muestra que la producción participativa de conocimiento no siempre encaja con las lógicas institucionales. En el plano de los saberes y las formas de intervención "en el mundo" que esos saberes conllevan, el conocimiento local puede estar en tensión con el conocimiento científico. Es importante remarcar que la diferencia entre saberes extracientíficos y conocimientos científicos es el producto de un trabajo de delimitación (Gieryn, 1999) y no una distinción fija ni clara. De hecho, las prácticas transdisciplinarias de producción de conocimiento desafían esa dicotomía (Pohl & Hirsch Hadorn, 2007). Nos referimos a los saberes extracientíficos como algo distinto a los conocimientos científicos, porque ese trabajo de delimitación es observable en los estudios de caso empleados para ilustrar nuestra propuesta de investigación. Esa distinción (aunque sea solo retórica) se explica mirando a la dimensión institucional. A nivel institucional, el conocimiento local puede dar legitimidad a la institución, pero legitimidad no equivale a la autoridad epistémica que la institución puede derivar del uso de la ciencia. Si hay un conflicto (en términos de resultados y/o autoridad) entre diferentes saberes, el papel de la organización gubernamental en cuanto árbitro neutral entre diferentes posiciones puede peligrar.

Los ejemplos analizados indican que la producción participativa de conocimientos no siempre es el objetivo de los procesos participativos en la gobernanza ambiental, pero puede aparecer como un resultado inesperado de procesos de gestión de conflictos, ya que tener en cuenta a los participantes conlleva también tener en cuenta sus saberes. En el caso de la IGAD, la participación nace desde una perspectiva de modelo de déficit (se quiere que las comunidades locales entiendan la gravedad de las predicciones científicas sobre sequías) y se transforma en híbrida en la producción de catálogos de buenas prácticas que integran el conocimiento local y amplían lo que la institución entiende como respuesta válida para las sequías. En las reservas extractivas, la participación nace de la necesidad de gestionar el conflicto entre grandes productores agrícolas, comunidades locales y conservación. El conflicto no disminuye en el tiempo, llevando a una producción participativa de conocimientos tanto sobre prácticas extractivas y conservación, como sobre gestión de los procesos participativos en contextos de conflicto. En el caso de la Generalitat de Catalunya, se quiere perseguir a la vez la producción participativa de conocimientos y un mayor uso de la información científica en la formulación de políticas ambientales, generando un modelo híbrido en el que el uso de la ciencia es hasta cierto punto consensuado y validado por procesos participativos. Desde el punto de vista epistémico, emerge la comprensión de que pueden existir diferentes interpretaciones de la evidencia científica (algo presente tanto en el caso de la IGAD como en el de la Generalitat). Ese cambio de posición institucional es muy rompedor respecto al ideal positivista del uso de la ciencia en la toma de decisiones, que las mismas instituciones reproducen, donde la ciencia se invoca por su capacidad de proporcionar soluciones únicas y racionalidades claras.



Esos ejemplos no pretenden ser exhaustivos ni representativos, sino que ilustran la diversidad de casuísticas generadas por procesos institucionalizados de producción participativa de conocimiento en la gobernanza ambiental. Nuestro objetivo es emplazar a una nueva agenda de investigación que, tomando como base la comprensión de que la participación no es una panacea, se dedique a entender las lógicas institucionales que condicionan los procesos participativos de producción de conocimiento, sin predeterminar sus resultados. Los saberes locales pueden cambiar la gobernanza ambiental sin reemplazar ni corregir la ciencia. Los ejemplos empleados en el texto sugieren que diferentes saberes forman híbridos de conocimiento, de gestión de los procesos participativos y de las mismas lógicas institucionales dentro de las cuales se enmarca la participación. Los estudios críticos de la participación en la gobernanza ambiental tienen un gran valor para la teorización de las múltiples capas de significado y múltiples dimensiones (epistémica, procesual, institucional) que explican los usos de saberes extracientíficos en la política ambiental. Recomendamos entonces analizar esos encuentros epistémicos como:

1. un fenómeno a ser estudiado empíricamente, contingente y con resultados variables. La participación no es una práctica que *a priori* da voz a los saberes locales, sino que es necesario estudiar a quién da voz en cada caso;
2. un ejercicio de hibridaje, que puede producir soluciones pero también nuevos problemas, en el que no necesariamente se desplazan a lógicas institucionales establecidas y se añaden nuevas lógicas y complejidades;

3. un proceso abierto, aunque condicionado, cuyos resultados pueden cambiar de caso a caso y transformarse en el tiempo, dentro de un mismo caso.

Por último, las observaciones preliminares que proporcionan los tres casos ilustrativos utilizados sugieren la posibilidad de entender los usos de los saberes extracientíficos como una tipología. El caso de las reservas extractivas ilustra los esfuerzos por *traducir* los saberes tradicionales y locales en conocimiento que pueda ser utilizado en el planeamiento de cuotas extractivas de materiales no madereros. El caso de la IGAD usa los saberes locales como parte de su esfuerzo por construir relaciones de *confianza* y colaboración con las comunidades locales. En el caso de la Generalitat, los saberes locales se quieren usar para ampliar los criterios de *evaluación* de las políticas ambientales. En suma, esta tipología preliminar y no exhaustiva, incluye tres mecanismos (traducción, construcción de la confianza y evaluación) que condicionan el uso de los saberes extracientíficos y su adaptación a las lógicas institucionales.

Conviene reconocer las limitaciones de este artículo. En primer lugar, el estatus empírico de los tres casos no es homogéneo: mientras el caso de la Generalitat se apoya en diez entrevistas realizadas a lo largo de varios meses, el caso de la IGAD se basa en una entrevista, y el de las reservas extractivas en literatura secundaria. Esta asimetría implica que el nivel de detalle y de matiz alcanzado varía de un caso a otro, y que algunas de las afirmaciones sobre lógicas institucionales y expectativas recíprocas deben leerse como hipótesis a profundizar más que como hallazgos consolidados. En segundo lugar, la tipología de mecanismos de traducción, construcción de confianza y evaluación que proponemos al final del artículo emerge de solo tres casos, seleccionados por su valor ilustrativo y no por representatividad. Su capacidad de generalización a otros contextos institucionales queda, por tanto, como pregunta abierta para la agenda de investigación que proponemos. Finalmente, el hecho de que dos de los tres casos hayan sido investigados por los propios autores introduce un sesgo de acceso y de interpretación que no puede descartarse: nuestra cercanía a los procesos analizados facilita la identificación de matices institucionales, pero representa una tensión metodológica que la agenda de investigación aquí propuesta deberá abordar de forma sistemática en trabajos futuros. Estas consideraciones no invalidan el argumento conceptual del artículo, pero sí acotan el alcance de sus ilustraciones empíricas.



En conclusión, en este artículo partimos de la consideración de que la literatura actual está, al menos parcialmente, condicionada por el ideal de la participación como algo que debería llevar a una democratización de saberes y políticas públicas, aunque su práctica sea difícil. Se tiende a prescribir la participación de saberes extracientíficos como una solución idealizada para la gobernanza ambiental y se investiga qué efectos reales, estructurales y empíricos tiene en la práctica, pero la teorización de estos efectos como una modalidad de gobernanza a ser estudiada en sí misma sigue siendo limitada. Las soluciones de primer orden (intentar "completar" el conocimiento científico con saber local) pueden fracasar porque los procesos participativos suelen reproducir las mismas jerarquías sociales y asimetrías epistémicas que se quieren corregir. Las soluciones de segundo orden (enfocadas en mejorar la facilitación metodológica y la

calidad del proceso) chocan con los límites de tiempo, el cansancio de los participantes y el agotamiento de los fondos financieros. Por esa razón, llamamos a una perspectiva de tercer orden, que estudie los procesos participativos en la gobernanza ambiental desde una perspectiva institucional.

Hacemos un llamado a una investigación crítica y contingente que analice qué es lo que la participación hace realmente dentro de las ecologías institucionales, asumiendo que los resultados siempre serán variables, abiertos, condicionados y no necesariamente armoniosos. Sugerimos que el concepto de "gobernanza *en* la complejidad" (EEA, 2024; Kovacic *et al.*, 2019) puede ser una buena base para teorizar el uso de los saberes extracientíficos en las políticas ambientales.

**Agradecimiento**

Los autores agradecen a Inés Gutierrez Cueli por la revisión del castellano y a los dos revisores anónimos por sus sugerencias de mejora del texto.

**Financiamiento**

Este artículo es parte del proyecto RYC2021- 031839- I, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR.



**Declaración de uso de IA**

Los autores han usado la IA para traducir partes de texto inicialmente redactadas en inglés, para la revisión de la gramática y para uso conversacional.

**Bibliografía**

Akaateba, Millicent Awialie, Huang, Huang & Adumpo, Emile Akangoa (2018). Between co-production and institutional hybridity in land delivery: Insights from local planning practice in peri-urban Tamale, Ghana. Land Use Policy, 72, 215–226. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.043.

Arnstein, Sherry R. (1969). A Ladder Of Citizen Participation. Journal of the American Planning Association, 35(4), 216–224. DOI: https://doi.org/10.1080/01944366908977225.

Avelino, Flor (2017). Power in Sustainability Transitions: Analysing power and (dis) empowerment in transformative change towards sustainability. Environmental Policy and Governance, 27(6), 505–520. DOI: https://doi.org/10.1002/eet.1777.

Bidone, Francisco & Kovacic, Zora (2018). From nationalism to global climate change: Analysis of the historical evolution of environmental governance in the Brazilian Amazon. International Forestry Review, 20(4), 420–435. DOI: https://doi.org/10.1505/146554818825240656.

Bonney, Rick, Cooper, Caren B., Dickinson, Janis, Kelling, Steve, Phillips, Tina, Rosenberg, Kenneth V. & Shirk, Jennifer (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. BioScience, 59(11), 977–984. DOI: https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9.

Cairney, Paul (2016). The Politics of Evidence-Based Policy Making (1st ed. 2016). Palgrave Macmillan UK. DOI: https://doi.org/10.1057/978-1-137-51781-4.

Callon, Michel (1986). Some elements of a sociology of translation: Domestication of the scallops and the fishermen of St. Crieuc Bay. En John Law (Ed.), Power, action and belief. A new sociology of knowledge? (196–233). Routledge/Kegan Paul.

Capano, Giliberto, Craft, Jonathan, & Howlett, Michael (2026). The Routledge handbook of policy advisory systems. Routledge.



Capano, Giliberto, Galanti, Maria Tulia, Ingold, Karin, Petridou, Evangelia & Weible, Christopher M. (2025). Theorizing the functions and patterns of agency in the policymaking process. Policy Sciences, 58(1), 3–26. DOI: https://doi.org/10.1007/s11077-024-09563-4.

Chilvers, Jason, & Kearnes, Matthew. (2020). Remaking Participation in Science and Democracy. Science, Technology, & Human Values, 45(3), 347–380. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243919850885.

Cook, Brian R., Kesby, Mike, Fazey, Ioan & Spray, Chris (2013). The persistence of 'normal' catchment management despite the participatory turn: Exploring the power effects of competing frames of reference. Social Studies of Science, 43(5), 754–779. DOI: https://doi.org/10.1177/0306312713478670.

Cooke, Bill & Kothari, Uma. (2001). Participation: The New Tyranny? Zed Books.

Craft, Jonathan, Head, Brian & Howlett, Michael (2024). Expertise, policy advice, and policy advisory systems in an open, participatory, and populist era: New challenges to research and practice. Australian Journal of Public Administration, 83(2), 143–155. DOI: https://doi.org/10.1111/1467-8500.12630.

De La Hoz Reyes, Remberto (2016). New institutionalism and the study of the public policies. Justicia, 21(30), 107–121. DOI: https://doi.org/10.17081/just.21.30.1353.

Drazkiewicz, Anna, Challies, Edward & Newig, Jens (2015). Public participation and local environmental planning: Testing factors influencing decision quality and implementation in four case studies from Germany. Land Use Policy, 46, 211–222. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.02.010.

EEA (2024). Governance in complexity. Sustainability governance under highly uncertainand complex conditions (No. 05/2024). European Environment Agency.

Felt, Ulrike & Fochler, Maximilian (2008). The bottom-up meanings of the concept of public participation in science and technology. Science and Public Policy, 35(7), 489–499. DOI: https://doi.org/10.3152/030234208X329086.

Felt, Ulrike & Fochler, Maximilian (2010). Machineries for Making Publics: Inscribing and De-scribing Publics in Public Engagement. Minerva, 48(3), 219–238. DOI: https://doi.org/10.1007/s11024-010-9155-x.

Figueroa, Robert & Harding, Sandra G. (2003). Science and other cultures: Issues in philosophies of science and technology. Routledge.

Fiorino, Daniel J. (1990). Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms. Science, Technology, & Human Values, 15(2), 226–243. DOI: https://doi.org/10.1177/016224399001500204.

Fjelland, Ragnar (2002). Facing the Problem of Uncertainty. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 15(2), 155–169. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1015001405816.



Franco-Torres, Manuel, Rogers, Briony C. & Ugarelli, Rita M. (2020). A framework to explain the role of boundary objects in sustainability transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions, 36, 34–48. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.04.010.

Fricker, Miranda (2007). Epistemic injustice: Power and the ethics of knowing. Oxford University Press.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1985). Three Types of Risk Assessment: A Methodological Analysis. En Vincent T. Covello, Jeryl L. Mumpower, Pieter Jan M. Stallen, & V. R. R. Uppuluri (Eds.), Environmental Impact Assessment, Technology Assessment, and Risk Analysis (831–848). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-70634-9_30.

Funtowicz, Silvio O. & Strand, Roger (2007). De la demostración experta al diálogo participativo. Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad, 3(8), 97-113. DOI: https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-947.

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

Gieryn, Thomas (1995). Boundaries of science. En Sheila Jasanoff, Gerald Markle, James Peterson & Trevor Pinch (Eds.), Handbook of science and technology studies (393–443). SAGE Publications Ltd.

Gieryn, Thomas F. (1999). Cultural boundaries of science: Credibility on the line. University of Chicago Press.

Haddad, Rogerio Delbone, Madi, Rubens Riscala & Coelho, Andressa Sales (2020). Lifestyles of population of Extractive Reserves of Rondônia—Brazil. International Journal of Social Science Studies, 8(7), 8. DOI: https://doi.org/10.1114/ijsss.v8il.4625.

IGAD (2024). About IGAD | IGAD Structure | IGAD Regional Strategy. IGAD. Recuperado de: https://igad.int/about/.

Irwin, A. & Wynne, B. (1996). Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology. Cambridge University Press.

Jasanoff, Sheila (2003). Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science. Minerva, 41(3), 223–244.

Jasanoff, Sheila (2004). States of knowledge: The co-production of science and social order (transferred to digital print). Routledge.



Jasanoff, Sheila (2007). Designs on nature: Science and democracy in Europe and the United States (5. print., 1. pbk. print). Princeton Univ. Press.

Jordan, Rebecca, Crall, Alycia, Gray, Stevem, Phillips, Tina & Mellor, David (2015). Citizen Science as a Distinct Field of Inquiry. BioScience, 65(2), 208–211. DOI: https://doi.org/10.1093/biosci/biu217.

JRC (2019). Community of Practice of the Competence Centre on Participatory and Deliberative Democracy. Recuperado de: https://cop-demos.jrc.ec.europa.eu/.

Kiss, Bernadett, Sekulova, Filka, Hörschelmann, Kathrin, Salk, Carl F., Takahashi, Wakana & Wamsler, Christine (2022). Citizen participation in the governance of nature-based solutions. Environmental Policy and Governance, 32(3), 247–272. DOI: https://doi.org/10.1002/eet.1987.

Klenk, Nicole & Meehan, Katie (2015). Climate change and transdisciplinary science: Problematizing the integration imperative. Environmental Science & Policy, 54, 160–167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.017.

Kochskämper, Elisa, Challies, Edward, Newig, Jens & Jager, Nicolas W. (2016). Participation for effective environmental governance? Evidence from Water Framework Directive implementation in Germany, Spain and the United Kingdom. Journal of Environmental Management, 181, 737–748. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.007.

Koskinen, Inkeri & Rolin, Kristina (2019). Scientific/Intellectual Movements Remedying Epistemic Injustice: The Case of Indigenous Studies. Philosophy of Science, 86(5), 1052–1063. DOI: https://doi.org/10.1086/705522.

Kovacic, Zora & Benini, Lorenzo (2022). Striking the balance: Sustainability and institutional transitions in the European Environment Agency. Futures, 141, 102984. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102984.

Kovacic, Zora, Rommetveit, Kjetil, Völker, Thomas, & Strand, Roger (2025). Innovations as imagined futures in EU sustainability policies. Law, Innovation and Technology, 1–32. DOI: https://doi.org/10.1080/17579961.2025.2593772.

Kovacic, Zora, Strand, Roger & Völker, Thomas (2019). The circular economy in Europe: Critical perspectives on policies and imaginaries.

Latour, Bruno (1993). We Have Never Been Modern. Harvard University Press. Recuperado de: https://www.hup.harvard.edu/books/9780674948396.

Latour, Bruno & Woolgar, Steven (1986). Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts. Princeton University Press.

Lemos, Maria Carmen, Arnott, James C., Ardoin, Nicole M., Baja, Kristin, Bednarek, Angela T., Dewulf, Art, Fieseler, Clare, Goodrich, Kristen A., Jagannathan, Kripa, Klenk, Nicole, Mach, Katharine J., Meadow, Alison M., Meyer, Ryan, Moss, Richard, Nichols, Leah, Sjostrom, K. Dana, Stults, Missy, Turnhout, Esther, Vaughan, Catherine, Wong-Parodi, Gabrielle & Wyborn, Carina (2018). To co-produce or not to co-produce. Nature Sustainability, 1(12), 722–724. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-018-0191-0.

Lopes, Raimundo Valdan Pereira, Tejerina-Garro, Francisco Leonardo, Leite, Jandency Cabral, Nascimento, Manoel Henrique Reis & Nascimento, Aline Santos do (2024). Assessing the Degree of Sustainability in Extractive Reserves in the Amazon Biome Using the Fuzzy Logic Tool for Decision Making. Sustainability, 16(8), 3279. DOI: https://doi.org/10.3390/su16083279.

Madero, Valery & Morris, Nina. (2016). Public participation mechanisms and sustainable policy-making: A case study analysis of Mexico City's Plan Verde. Journal of Environmental Planning and Management, 59(10), 1728–1750. DOI: https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1085841.

Martinez-Alier, Joan (2002). The environmentalism of the poor: A study of ecological conflicts and valuation. Edward Elgar.

Nelkin, Dorothy (1979). Controversy, politics of technical decisions. Sage Publications.

Observatori Natura (2023). Observatori de la Natura—Observatori del patrimoni natural i la biodiversitat. Observatori de la Natura - Observatori del patrimoni natural i la biodiversitat. Recuperado de: https://observatorinatura.cat/.

Parkhurst, Justin O. (2017). The politics of evidence: From evidence-based policy to the good governance of evidence. Routledge, Taylor & Francis Group.

Pickering, Andrew (1993). The Mangle of Practice: Agency and Emergence in the Sociology of Science. American Journal of Sociology, 99(3), 559–589. DOI: https://doi.org/10.1086/230316.

Pielke, Roger A. Junior (2007). The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics. Cambridge University Press. Cambridge Core. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511818110.

Pohl, Christian E. & Hirsch Hadorn, Gertrude (2007). Principles for designing transdisciplinary research: Proposed by the Swiss Academies of Arts and Sciences. oekom. DOI: https://doi.org/10.14512/9783962388638.

Polanyi, Michael (1966). The tacit dimension. Routledge/Kegan Paul.

Porlezza, Colin (2019). From Participatory Culture to Participatory Fatigue: The Problem With the Public. Social Media + Society, 5(3), 2056305119856684. DOI: https://doi.org/10.1177/2056305119856684.

Rommetveit, Kjetil, Strand, Roger, Fjelland, Ragnar, Funtowicz, Silvio O. & Saltelli, Andrea (2013). What can history teach us about the prospects of a European Research Area? Publications Office of the European Commission. DOI: https://doi.org/10.2788/1057.



Rowe, Gene & Frewer, Lynn J. (2000). Public Participation Methods: A Framework for Evaluation. Science, Technology, & Human Values, 25(1), 3–29. DOI: https://doi.org/10.1177/016224390002500101.

Sarewitz, Daniel (2004). How science makes environmental controversies worse. Environmental Science & Policy, 7(5), 385–403. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2004.06.001.

Schäfer, Mike S. (2009). From Public Understanding to Public Engagement: An Empirical Assessment of Changes in Science Coverage. Science Communication, 30(4), 475–505. DOI: https://doi.org/10.1177/1075547008326943.

Schenberg, Eduardo Ekman & Gerber, Konstantin (2022). Overcoming epistemic injustices in the biomedical study of ayahuasca: Towards ethical and sustainable regulation. Transcultural Psychiatry, 59(5), 610–624. DOI: https://doi.org/10.1177/13634615211062962.

Shapin, Steven & Schaffer, Simon (2011). Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life. Princeton University Press. DOI: https://doi.org/10.1515/9781400838493.

Star, Susan Leigh (2010). This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. Science, Technology, & Human Values, 35(5), 601–617. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910377624.

Star, Susan Leigh & Griesemer, James R. (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. Social Studies of Science, 19(3), 387–420. DOI: https://doi.org/10.1177/030631289019003001.

Stirling, Andy (2008). "Opening Up" and "Closing Down": Power, Participation, and Pluralism in the Social Appraisal of Technology. Science, Technology, & Human Values, 33(2), 262–294. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243907311265.

Strumińska-Kutra, Marta & Scholl, Christian (2022). Taking power seriously: Towards a power-sensitive approach for transdisciplinary action research. Futures, 135, 102881. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102881.

Subirats, Joan, Knoepfel, Peter, Larrue, Corinne & Varonne, Frédéric (2008). Análisis y gestión de políticas públicas (1. ed). Ariel.

Tengö, Maria, Brondizio, Eduardo S., Elmqvist, Thomas, Malmer, Pernilla & Spierenburg, Marja (2014). Connecting Diverse Knowledge Systems for Enhanced Ecosystem Governance: The Multiple Evidence Base Approach. AMBIO, 43(5), 579–591. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-014-0501-3.



Thornton, Patricia H., Ocasio, William, & Lounsbury, Michael (2012). The institutional logics perspective: A new approach to culture, structure, and process. Oxford University Press.

Trimble, Micaela & Plummer, Ryan (2019). Evaluación participativa para la gobernanza adaptativa de sistemas Socio-Ecológicos. Tekoporá. Revista Latinoamericana de Humanidades Ambientales y Estudios Territoriales, 1(1), 59–70. DOI: https://doi.org/10.36225/TEK.1.1.5.

Turnhout, Esther, Metze, Tamara, Wyborn, Carina, Klenk, Nicole & Louder, Elena (2020). The politics of co-production: Participation, power, and transformation. Current Opinion in Environmental Sustainability, 42, 15–21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.11.009.

UNEP (2016). Governing Council Decision 27-2 (Nos. 27–2). United Nations Environmental Programme.

Van Boven, Fleur, Van Vliet, Bas, Bush, Simon, & Stremke, Sven (2025). Inclusive intent, instrumental outcomes: How developer rationales shape participation in solar energy projects. Energy Research & Social Science, 125, 104110. DOI: https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104110.

van der Hel, Sandra (2016). New science for global sustainability? The institutionalisation of knowledge co-production in Future Earth. Environmental Science & Policy, 61, 165–175. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.03.012

Völker, Thomas, Slaattelid, Rasmus & Strand, Roger (2023). Translations of Responsibility: Innovation Governance in Three European Regions (1st ed.). Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781003371229.

Waterton, Cathrine & Wynne, Brian. (2004). Knowledge and political order in the European Environment Agency. En Sheila Jasanoff (Ed.), States of knowledge: The co-production of science and social order (pp. 87–108). Routledge.

Wesselink, Anna, Paavola, Jouni, Fritsch, Oliver & Renn, Ortwin. (2011). Rationales for Public Participation in Environmental Policy and Governance: Practitioners' Perspectives. Environment and Planning A: Economy and Space, 43(11), 2688–2704. DOI: https://doi.org/10.1068/a44161.

Wildavsky, Aaron (2017). Speaking Truth to Power: Art and Craft of Policy Analysis (Second edition). Taylor and Francis.

Wynne, Brian (1992). Misunderstood misunderstanding: Social identities and public uptake of science. Public Understanding of Science, 1(3), 281–304. DOI: https://doi.org/10.1088/0963-6625/1/3/004.



Zandlová, Marketa & Čada, Karel (2024). Ethnographer as honest broker: The role of ethnography in promoting deliberation in local climate policies. Critical Policy Studies, 18(3), 408–427. DOI: https://doi.org/10.1080/19460171.2023.2258174.

10.35362/issn.1850-0013-1250

# Cribado neonatal, ciencia posnormal y gobernanza participativa en España. Desigualdad territorial, iniciativas profesionales y movilización ciudadana *

# Triagem neonatal, ciência pós-normal e governança participativa na Espanha. Desigualdade territorial, iniciativas profissionais e mobilização cidadã

# *Newborn Screening, Post-Normal Science and Participatory Governance in Spain. Territorial Inequality, Professional Initiatives and Citizen Mobilization*

**María de los Ángeles Erazo Pesántez** **

El cribado neonatal español se ha expandido dentro de un sistema sanitario descentralizado, con persistentes diferencias territoriales e incertidumbres clínicas, organizativas y distributivas que se han intensificado con la expansión diagnóstica. Este artículo analiza cómo se han configurado y legitimado las decisiones sobre su ampliación y armonización entre 1968 y 2026, utilizando la ciencia posnormal como marco interpretativo. Mediante una revisión narrativa crítica y un análisis documental, se examinó un corpus codificado de 41 unidades: 34 publicaciones científico-académicas, seis fuentes documentales y una fuente audiovisual. El artículo reconstruye la institucionalización del programa, compara la variabilidad territorial documentada en 2019 y 2026 y examina iniciativas profesionales, asociativas y parlamentarias. Los resultados muestran que la ampliación tecnológica y normativa no es suficiente para garantizar la equidad; también importan la confirmación diagnóstica, el tratamiento, el seguimiento y la capacidad institucional para justificar y revisar los criterios de inclusión. La movilización promovida por asociaciones de pacientes y la tramitación parlamentaria se interpretan como procesos temporal y temáticamente próximos, pero no como una relación causal demostrada. El caso evidencia que la legitimidad del cribado neonatal depende de articular evidencia experta, conocimiento experiencial, transparencia y rendición de cuentas bajo condiciones de incertidumbre.

**Palabras clave:** historia del cribado neonatal; ciencia posnormal; estudios sociales de la ciencia y la tecnología; gobernanza participativa; equidad territorial



* Recepción del artículo: 08/07/2026. Entrega del dictamen: 21/09/2026. Recepción del artículo final: 05/10/2026.
** Profesora e investigadora del Área de Historia de la Ciencia, Departamento de Fisiología y Farmacología, Facultad de Medicina, Universidad de Cantabria, España. Investigadora del Grupo de Epidemiología y Salud Pública, Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla (IDIVAL). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4498-8343. Correo electrónico: angeles.erazo@unican.es. La autora declara haber concebido, diseñado, redactado y revisado críticamente el presente artículo en su totalidad, siendo la única responsable del trabajo intelectual presentado.

A triagem neonatal na Espanha se expandiu em um sistema de saúde descentralizado, marcado por diferenças territoriais persistentes. À medida que o programa passou a abranger mais condições, intensificaram-se as incertezas clínicas, organizacionais e distributivas associadas à expansão diagnóstica. Com a ciência pós-normal como referencial interpretativo, este artigo analisa como foram formuladas e legitimadas, entre 1968 e 2026, as decisões sobre a ampliação e a harmonização do programa. Por meio de uma revisão narrativa crítica e de uma análise documental, examinou-se um corpus codificado de 41 unidades, composto por 34 publicações científico-acadêmicas, seis fontes documentais e uma fonte audiovisual. O artigo reconstrói o processo de institucionalização do programa, compara a variação territorial documentada em 2019 e 2026 e examina iniciativas profissionais, associativas e parlamentares. Os resultados mostram que, além da ampliação tecnológica e normativa, a equidade depende da confirmação diagnóstica, do tratamento, do acompanhamento e da capacidade institucional de justificar e revisar os critérios de inclusão. A análise identifica proximidade temporal e temática entre a mobilização promovida por associações de pacientes e a tramitação parlamentar, sem que isso permita estabelecer uma relação causal demonstrada entre esses processos. O caso evidencia que, em condições de incerteza, a legitimidade da triagem neonatal depende de integrar evidências produzidas por especialistas e conhecimento experiencial a processos decisórios transparentes e sujeitos à prestação de contas.

**Palavras-chave:** história da triagem neonatal; ciência pós-normal; estudos sociais da ciência e da tecnologia; governança participativa; equidade territorial



*Newborn screening in Spain has expanded within a decentralized healthcare system, amid persistent territorial disparities and clinical, organizational and distributive uncertainties that have intensified alongside diagnostic expansion. This article examines how decisions concerning its expansion and harmonization were configured and legitimized between 1968 and 2026, using post-normal science as an interpretive framework. Through a critical narrative review and documentary analysis, a coded corpus of 41 items was examined: 34 scientific and academic publications, six documentary sources and one audiovisual source. The article reconstructs the program's institutionalization, compares territorial variation documented in 2019 and 2026, and examines professional, association-led and parliamentary initiatives. The findings show that technological and regulatory expansion does not guarantee equity; diagnostic confirmation, treatment, follow-up and the institutional capacity to justify and review inclusion criteria are also important. Associative mobilization and parliamentary proceedings are interpreted as temporally and thematically proximate processes, but not as a demonstrated causal relationship. The case shows that the legitimacy of newborn screening depends on bringing together expert evidence, experiential knowledge, transparency and accountability under conditions of uncertainty.*

***Keywords:*** *history of newborn screening; post-normal science; science and technology studies; participatory governance; territorial equity*

## Introducción

El cribado neonatal, conocido también como prueba del talón, es un programa poblacional de salud pública que está dirigido a la detección precoz de determinadas enfermedades congénitas, mediante el análisis de unas pocas gotas de sangre obtenidas en los primeros días de vida. Su finalidad es facilitar el diagnóstico y el inicio temprano del tratamiento antes de la aparición de manifestaciones clínicas, cuando ello puede modificar significativamente la evolución de la enfermedad (Andermann *et al.*, 2008; Wilson & Jungner, 1968).

Cuando unas pocas gotas de sangre pueden modificar el curso de una vida, las diferencias en el acceso al cribado neonatal dejan de ser un problema exclusivamente clínico para convertirse en una cuestión de justicia pública. Lo que durante décadas se presentó como una de las expresiones más exitosas de la medicina preventiva plantea hoy interrogantes que trascienden ampliamente el ámbito biomédico. Si la detección precoz permite evitar discapacidad, enfermedad o muerte, ¿cómo justificar que esas oportunidades varíen según el territorio en el que nace un recién nacido? ¿Quién decide qué enfermedades deben incorporarse a los programas de cribado? ¿Con qué criterios se ponderan los beneficios, las incertidumbres y los recursos disponibles? ¿Y qué formas de gobernanza permiten garantizar que la expansión de estas tecnologías responda simultáneamente a principios de equidad, legitimidad y actualización científica permanente? (Erazo & González-Lamuño, 2026; Andermann *et al.*, 2008; Wilson & Jungner, 1968).



Estas preguntas muestran que el cribado neonatal ha dejado de ser únicamente una técnica de diagnóstico precoz para convertirse en un espacio donde convergen innovación biomédica, organización sanitaria, valores sociales y decisiones políticas. La literatura especializada rara vez recurre de forma explícita al concepto de ciencia posnormal para analizar esta evolución. Sin embargo, buena parte de los debates actuales giran precisamente en torno a cuestiones que ese enfoque considera características, como son la incorporación acelerada de nuevas tecnologías, la persistencia de incertidumbres científicas, la deliberación sobre los criterios de inclusión de enfermedades, la participación de múltiples actores y la búsqueda de mecanismos de decisión capaces de conciliar innovación, prudencia y justicia distributiva (Bidwell, 2009; Andrews *et al.*, 2022; Valcárcel-Nazco *et al.*, 2023; Moody *et al.*, 2025; Rankin *et al.*, 2025; Webster *et al.*, 2025). Más que aparecer como problemas independientes, estas dimensiones forman parte de una misma transformación en la manera de producir y legitimar las políticas de prevención.

Es precisamente esa transformación la que permite recuperar la propuesta formulada por Funtowicz y Ravetz. Su interés no reside únicamente en describir situaciones caracterizadas por hechos inciertos, valores en disputa y decisiones de elevada trascendencia social (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 1999). También ofrece una forma distinta de comprender la relación entre conocimiento científico y decisión pública. Aplicado al cribado neonatal, este planteamiento desplaza la atención desde la eficacia técnica de las pruebas hacia las condiciones institucionales que permiten convertir la detección precoz en un beneficio efectivamente compartido. La cuestión

deja entonces de formularse en términos de qué enfermedades pueden detectarse para centrarse en cómo se construyen los procedimientos que legitiman esas decisiones, cómo se comunican sus fundamentos y cómo se incorporan las incertidumbres que inevitablemente acompañan a la innovación biomédica.

El caso español resulta especialmente revelador porque la expansión del cribado neonatal ha tenido lugar en el marco de un sistema sanitario descentralizado. Este modelo ha favorecido experiencias innovadoras y una notable capacidad de adaptación por parte de las comunidades autónomas (CC.AA.), pero también ha dado lugar a diferencias persistentes en la composición de los paneles de enfermedades, en la velocidad con que se incorporan nuevas condiciones y en la organización de los circuitos asistenciales. Reducir esta diversidad a una comparación del número de enfermedades incluidas en cada programa sería, sin embargo, una simplificación excesiva. Lo que está en juego es la distribución de oportunidades para anticipar daños evitables y los procedimientos mediante los cuales se justifican públicamente esas diferencias (Marín Soria *et al.*, 2021; Nicolás Jiménez *et al.*, 2021; González-Lamuño Leguina *et al.*, 2021; Valcárcel-Nazco *et al.*, 2023; GT PCN-PT, 2026; García-Villoria *et al.*, 2026; Erazo & González-Lamuño, 2026).

El recorrido histórico examinado abarca desde la introducción del cribado neonatal en España, en 1968, hasta la entrada en vigor de la Ley 3/2026, aunque el foco analítico recae en la reconfiguración reciente del programa. Entre 2014 y 2026, la ampliación de la cartera común y la persistencia de diferencias autonómicas desplazaron el problema desde la mera extensión de la capacidad diagnóstica hacia la coordinación de los criterios de inclusión, los tiempos de implantación, la confirmación diagnóstica, el tratamiento y el seguimiento. La Orden SND/356/2026 amplió la cartera común a 21 enfermedades y la Ley 3/2026 consolidó la evaluación periódica, la elaboración de protocolos comunes y la participación de actores profesionales y asociativos (Ministerio de Sanidad, 2026; Ley 3/2026, 2026). Por tanto, las incertidumbres examinadas no surgieron únicamente en esta etapa, sino que se diversificaron e intensificaron con la expansión tecnológica, territorial y normativa del programa.



Vista desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS), esta evolución permite observar cómo una innovación biomédica termina configurándose como un auténtico ensamblaje sociotécnico. El cribado neonatal ya no puede entenderse únicamente como una prueba de laboratorio. Comprende un conjunto de prácticas, infraestructuras, protocolos, dispositivos de comunicación, sistemas de información, procesos de seguimiento y formas de coordinación institucional cuya eficacia depende de la interacción entre múltiples actores. La calidad del programa comienza a depender tanto del rendimiento analítico de las pruebas como de la capacidad del sistema para organizar el diagnóstico confirmatorio, garantizar el tratamiento, sostener el seguimiento clínico y explicar públicamente las razones que orientan cada decisión.

En este artículo, la expresión "culturas científicas y tecnológicas posnormales" se emplea como una noción operativa, inspirada en la ciencia posnormal y en los estudios CTS, para designar el conjunto de prácticas, normas, narrativas y mecanismos de participación y justificación mediante los cuales las instituciones, los profesionales y

los públicos afectados producen, evalúan y legitiman decisiones tecnológicas cuando persisten incertidumbres relevantes, concurren valores plurales y son elevadas las consecuencias de la decisión. La noción funciona, por tanto, como marco interpretativo de partida para analizar el caso español, no como una propiedad cuya existencia se presuponga o se pretenda demostrar mediante la sola presencia de controversia o participación (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 1999; Turnpenny *et al.*, 2011; Wesselink & Hoppe, 2011).

## 1. Objetivo, diseño metodológico y *corpus* documental

El objetivo general de este artículo es analizar cómo se han configurado y legitimado las decisiones relativas a la ampliación y armonización del cribado neonatal en España entre 1968 y 2026, utilizando la ciencia posnormal como marco interpretativo. La pregunta que orientó este análisis fue: ¿cómo se han configurado y legitimado esas decisiones bajo condiciones de incertidumbre científica y organizativa, pluralidad de valores y participación de múltiples actores?

Del objetivo general se derivaron tres objetivos específicos: 1) reconstruir la institucionalización del programa y la evolución de su configuración territorial y normativa; 2) examinar las incertidumbres, los criterios de evaluación y los valores implicados en la expansión tecnológica y diagnóstica; y 3) analizar las funciones desempeñadas por profesionales sanitarios, asociaciones de pacientes, iniciativas de comunicación pública y actuaciones parlamentarias en los procesos de armonización y legitimación.



El periodo histórico analizado se extendió desde el inicio del cribado neonatal en España, en 1968, hasta la entrada en vigor de la Ley 3/2026, el 1 de agosto de 2026. Las búsquedas bibliográficas y la recopilación documental se actualizaron el 18 de agosto de 2026. En PubMed se utilizaron términos MeSH y búsquedas en los campos de título y resumen; en Scopus, el campo TITLE-ABS-KEY, y en Web of Science, el campo Topic. De forma complementaria, se amplió la búsqueda en Google Scholar y Dialnet. Adaptados a la sintaxis de cada base, se combinaron términos en inglés y español relacionados con el cribado neonatal, la ciencia posnormal, CTS, la gobernanza participativa y la equidad territorial. En PubMed se aplicó el filtro correspondiente a estudios en seres humanos cuando resultaba pertinente, mientras que en Scopus la búsqueda se restringió a las áreas de medicina y ciencias sociales. Dialnet y Google Scholar se utilizaron para localizar literatura regional y literatura gris; en Google Scholar se examinaron los 100 primeros resultados ordenados por relevancia.

El análisis documental comprendió literatura científico-académica, documentación normativa, parlamentaria e institucional y materiales de comunicación pública seleccionados por su relevancia para reconstruir los procesos de movilización analizados. La identificación de las fuentes se completó mediante la localización de trabajos de referencia, el rastreo retrospectivo de sus bibliografías y la consulta dirigida de documentación primaria relevante para reconstruir hitos históricos, normativos e institucionales. Dado el carácter narrativo y teóricamente orientado del estudio, la

búsqueda no aplicó un procedimiento de selección propio de una revisión sistemática. La inclusión respondió a la contribución directa y trazable de las fuentes a alguno de los siguientes ejes: institucionalización histórica del cribado neonatal; configuración y armonización territorial de los programas; criterios de incorporación de enfermedades; cambio tecnológico y disponibilidad de nuevas opciones terapéuticas; incertidumbres asociadas a la expansión diagnóstica; participación profesional, asociativa y ciudadana; comunicación pública sobre el cribado neonatal, y marcos conceptuales desde la perspectiva CTS. La codificación de las fuentes tuvo una finalidad interpretativa y organizativa. Se descartaron las duplicaciones y los materiales sin autoría, procedencia o fecha suficientemente identificables, y las fuentes secundarias, cuando existía documentación primaria capaz de sustentar el mismo hecho.

El *corpus* codificado reunió 41 unidades: 34 publicaciones científico-académicas, seis fuentes documentales —tres normas, dos documentos parlamentarios y un documento técnico-institucional— y una fuente audiovisual. El anexo identifica cada fuente, su vía de localización, el eje de codificación y el uso analítico que cumple en el artículo. La película documental *La vida en una gota* (Lendínez, 2024) fue incorporada como unidad audiovisual codificada, con el fin de analizar la representación pública de la desigualdad territorial, la incorporación de experiencias de pacientes y familias y el uso del relato audiovisual en la problematización del cribado neonatal. Este análisis no se utilizó para inferir la recepción pública de este producto audiovisual, el alcance o los efectos de sus proyecciones, ni su influencia sobre la tramitación legislativa.



Para la reconstrucción normativa y parlamentaria se priorizaron el Boletín Oficial del Estado (BOE) y el Boletín Oficial de las Cortes Generales (BOCG). La dimensión territorial se apoyó en dos cortes nacionales de distinto alcance: los paneles principales registrados por Marín Soria *et al.* (2021), para 2019, y los trastornos informados por los programas y laboratorios participantes, en el artículo publicado por García-Villoria *et al.* (2026). Las páginas institucionales, asociativas y periodísticas fueron utilizadas únicamente para verificar fechas o actuaciones, y se trataron como materiales contextuales no codificados. El libro de códigos comprendió once códigos temáticos, definidos en el **Anexo**. Los códigos C1, C2, C9, C10 y C11 organizaron la reconstrucción histórica, territorial, comunicativa, comparada y jurídico-parlamentaria. Los códigos C3-C8 operacionalizaron el marco analítico mediante seis dimensiones: criterios y calidad de la evaluación; innovación tecnológica; incertidumbre y cuestiones éticas, legales y sociales; ciencia posnormal y pluralidad de valores; participación y conocimiento experiencial; y gobernanza, legitimidad y coproducción.

La aplicación de estas dimensiones estuvo guiada por cuatro preguntas: qué incertidumbres y límites de la evidencia eran reconocidos, qué criterios y valores justificaban la inclusión o exclusión de enfermedades, qué actores y formas de conocimiento intervenían en la evaluación, y qué mecanismos permitían revisar, justificar y someter las decisiones a transparencia y rendición de cuentas. Una fuente pudo recibir más de un código. Las dimensiones utilizadas para presentar los resultados constituyen una síntesis narrativa de los hallazgos y no un tercer nivel independiente de codificación.

El análisis consideró como explicaciones concurrentes el cambio tecnológico, la disponibilidad de nuevas opciones terapéuticas, las capacidades organizativas autonómicas, los procesos institucionales de armonización y las iniciativas profesionales, asociativas y ciudadanas. Las relaciones observadas entre estos factores, la movilización pública y las formas de legitimación se trataron como interpretaciones sustentadas en el *corpus*, no como efectos causales demostrados.

## 2. Ciencia posnormal y culturas posnormales: aportes para analizar el cribado neonatal

La formulación de la ciencia posnormal respondió a una constatación que continúa siendo especialmente pertinente para el análisis de las políticas sanitarias contemporáneas, al reconocer la existencia de problemas cuya complejidad desborda los modelos convencionales de producción y utilización del conocimiento científico. Al estudiar situaciones caracterizadas por elevados niveles de incertidumbre, valores en conflicto y decisiones de gran trascendencia pública, Funtowicz y Ravetz advirtieron que la cuestión ya no consistía únicamente en generar más evidencia, sino en examinar cómo esa evidencia se produce, se evalúa y adquiere legitimidad en contextos donde las consecuencias de la decisión afectan directamente a la sociedad (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 1999). A partir de esta perspectiva, la calidad del conocimiento deja de depender exclusivamente de su solidez técnica y pasa a relacionarse también con la transparencia de los procedimientos, la explicitación de los valores implicados y la capacidad para incorporar distintas formas de experiencia en los procesos de decisión.



Esta manera de entender la relación entre ciencia y política resulta especialmente útil para interpretar la evolución del cribado neonatal. La calidad de estos programas difícilmente puede reducirse al rendimiento analítico de las pruebas o a la precisión de los laboratorios. También depende de la organización del circuito asistencial, de la existencia de mecanismos eficaces de confirmación diagnóstica y seguimiento clínico, de la claridad con la que se justifican los criterios de incorporación de nuevas enfermedades y de la capacidad institucional para aprender de la experiencia acumulada. Cuando Ravetz define la ciencia posnormal como una teoría de la garantía de calidad (Ravetz, 1999), está invitando precisamente a ampliar el objeto de evaluación. En el caso del cribado neonatal, ello implica desplazar la atención desde la tecnología aislada hacia el conjunto de relaciones que permiten transformar una innovación biomédica en una política pública socialmente legítima.

Este desplazamiento del foco analítico ayuda también a evitar algunas interpretaciones simplificadas del propio concepto de ciencia posnormal. Como han señalado Turnpenny, Jones y Lorenzoni, el término ha sido utilizado con significados diversos y, en ocasiones, excesivamente amplios (Turnpenny *et al.*, 2011). Entender la ciencia posnormal como una mera invitación a incrementar la participación ciudadana supone perder de vista el núcleo del planteamiento original. El desafío no consiste en sustituir la evaluación experta por la deliberación pública, sino en comprender cómo pueden articularse ambas dimensiones cuando las decisiones se adoptan bajo condiciones de incertidumbre (Bidwell, 2009). Según esta perspectiva, la participación

adquiere sentido en la medida en que forma parte de un diseño institucional capaz de fortalecer la calidad y la legitimidad de las decisiones, evitando tanto las formas de exclusión epistémica como los procesos participativos puramente simbólicos.

En este punto, las aportaciones procedentes de los estudios CTS enriquecen significativamente el marco interpretativo. Wesselink y Hoppe muestran que la ciencia para la política se encuentra atravesada por diferentes maneras de definir los problemas y de establecer qué tipos de evidencia resultan relevantes para afrontarlos (Wesselink & Hoppe, 2011). Esta observación permite comprender que las tensiones existentes en torno al cribado neonatal no enfrentan simplemente a expertos y ciudadanía. Lo que ponen de manifiesto es la coexistencia de formas distintas de conocimiento y de legitimidad. Mientras los profesionales sanitarios y las sociedades científicas aportan criterios relacionados con la validez analítica, la utilidad clínica o la factibilidad organizativa, las familias y las asociaciones de pacientes hacen visibles aspectos que difícilmente aparecen en los protocolos técnicos, como las consecuencias del retraso diagnóstico, la experiencia del recorrido asistencial, el impacto cotidiano de las desigualdades territoriales o las formas en que determinadas decisiones son vividas por quienes soportan directamente sus efectos.

Precisamente porque esas experiencias forman parte del problema, la noción de comunidad ampliada de evaluación ocupa un lugar central dentro del enfoque posnormal. Las personas afectadas dejan de concebirse como destinatarias pasivas de decisiones elaboradas por especialistas y pasan a reconocerse como participantes potenciales en los procesos de producción y valoración del conocimiento. Esta cuestión adquiere una relevancia especial en el ámbito de las enfermedades raras, donde la incertidumbre diagnóstica, la fragmentación asistencial y la carga emocional de las familias constituyen elementos inseparables del propio funcionamiento del sistema sanitario. Las aportaciones sobre públicos legos y justicia epistémica (Rosen, 2021) permiten interpretar esta situación desde una perspectiva complementaria, lo que ayuda a comprender que las personas afectadas no solo experimentan las consecuencias de las decisiones públicas, sino que generan conocimientos imprescindibles para comprenderlas y evaluarlas críticamente.



La evolución reciente de la literatura sobre ciencia posnormal ha reforzado todavía más esta dimensión normativa. Los trabajos de Meskens insisten en que la gestión de la incertidumbre no constituye únicamente un problema epistemológico, sino también ético, ya que obliga a asumir responsabilidades respecto de quienes soportan las consecuencias de las decisiones públicas (Meskens, 2024). Esta reflexión resulta especialmente pertinente para el cribado neonatal, donde las decisiones sobre la incorporación de nuevas enfermedades, la organización de los programas o la futura utilización de tecnologías genómicas afectan directamente a recién nacidos y familias en un contexto de elevada vulnerabilidad.

Como criterio analítico de partida —y no como conclusión inferida de la mera existencia de participación o controversia—, se consideró pertinente aplicar el enfoque posnormal cuando concurrieran: 1) incertidumbres científicas, técnicas u organizativas relevantes; 2) criterios clínicos, económicos, distributivos y éticos no reducibles a una única métrica; 3) consecuencias potencialmente graves o irreversibles para recién

nacidos y familias; y 4) decisiones temporalmente sensibles, debido a la importancia de la intervención precoz. La ampliación de la comunidad de evaluación se examinó como una posible respuesta institucional a esas condiciones y no como prueba suficiente de que una situación sea posnormal (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 1999; Turnpenny *et al.*, 2011). Por tanto, el enfoque posnormal fue empleado para analizar cómo se construyen la calidad y la legitimidad de las decisiones bajo condiciones de incertidumbre, no como sinónimo de participación.

Esta función analítica permite distinguir la ciencia posnormal de perspectivas próximas. La investigación participativa de base comunitaria se centra en la colaboración con las comunidades durante el proceso de investigación (Bidwell, 2009). La coproducción examina cómo el conocimiento, las prácticas y las instituciones se configuran recíprocamente (Turnhout *et al.*, 2020). Desde la investigación e innovación responsables se enfatiza la anticipación, la reflexividad, la inclusión y la capacidad de respuesta (Stilgoe *et al.*, 2013). El enfoque posnormal formula otra pregunta: ¿cómo garantizar la calidad de decisiones adoptadas cuando persisten incertidumbres relevantes, concurren valores plurales y las consecuencias de decidir —o no decidir— recaen sobre terceros especialmente vulnerables?

El cribado neonatal intensifica estas condiciones por características específicas de su diseño. Se dirige de manera poblacional a recién nacidos asintomáticos que no pueden participar directamente en la decisión, opera dentro de ventanas temporales en las que el retraso en la detección y el tratamiento puede tener consecuencias irreversibles, y vincula necesariamente cribado, confirmación diagnóstica, acceso terapéutico y seguimiento. Por ello, la posibilidad tecnológica de identificar una condición no equivale por sí misma a la justificación de incorporarla al programa. El valor de la detección depende también de la capacidad institucional para responder a sus resultados.



Esta configuración distingue al cribado neonatal —orientado tradicionalmente a proporcionar un beneficio médico directo al recién nacido mediante la detección y la intervención tempranas— de determinadas modalidades de cribado prenatal, especialmente las dirigidas a anomalías cromosómicas fetales, cuya justificación incorpora la posibilidad de que la gestante adopte decisiones reproductivas informadas y autónomas. Estas diferencias en la población destinataria y en las finalidades del programa configuran de otro modo las relaciones entre conocimiento, incertidumbre y decisión (Dondorp *et al.*, 2025). En el plano normativo español, la Orden SND/356/2026 identifica expresamente a las mujeres embarazadas como población objetivo de los programas prenatales de anomalías cromosómicas, enfermedades infecciosas y preeclampsia (Ministerio de Sanidad, 2026).

## 3. La institucionalización del cribado neonatal en España: de la innovación biomédica a la política pública

La historia del cribado neonatal en España no consiste solo en avances técnicos y reformas normativas, sino en la transformación de una práctica de investigación clínica en una política pública estable. Desde los estudios CTS, interesa cómo el conocimiento

biomédico, la organización sanitaria y las expectativas sociales se configuraron recíprocamente.

Los primeros programas españoles comenzaron a desarrollarse en 1968, en un contexto marcado por la expansión internacional de la bioquímica clínica y de la genética médica. El impulso de Federico Mayor Zaragoza, Magdalena Pérez Ugarte,, Antonio Martínez Valverde y otros profesionales vinculados a la Universidad de Granada, permitió adaptar al contexto español procedimientos que ya estaban modificando la práctica de la pediatría preventiva en diversos países (Marín Soria *et al.*, 2021; Nicolás Jiménez *et al.*, 2021; Mayor Zaragoza, 2021; Erazo & González-Lamuño, 2026). La incorporación del cribado neonatal respondía entonces a un amplio consenso científico acerca de la gravedad de la fenilcetonuria, de la utilidad del diagnóstico precoz y de la posibilidad de organizar programas poblacionales de detección temprana (Wilson & Jungner, 1968). En ese escenario, la legitimidad de la intervención descansaba fundamentalmente en la autoridad del conocimiento experto y en la confianza depositada en la capacidad de la medicina preventiva para producir beneficios sanitarios claramente identificables.

El panorama comenzó a modificarse conforme el cribado neonatal dejó de depender de iniciativas impulsadas desde determinados grupos de investigación y pasó a integrarse de manera estable en la estructura del SNS. La universalización de la asistencia sanitaria, la aprobación de la Ley General de Sanidad de 1986 y el posterior desarrollo del Estado autonómico transformaron profundamente las condiciones de organización de estos programas. La descentralización favoreció la aparición de equipos altamente especializados, estimuló la innovación organizativa y permitió que distintas CC.AA. incorporaran progresivamente nuevas enfermedades a sus paneles de cribado. No obstante, ese mismo proceso hizo visible una cuestión que terminaría ocupando un lugar central en el debate público. Se trata del dilema sobre cómo compatibilizar la autonomía organizativa de los servicios de salud con el principio de equidad en el acceso a una intervención preventiva de elevado valor sanitario (Castiñeras *et al.*, 2019; Mayor Zaragoza, 2021; Marín Soria *et al.*, 2021; Nicolás Jiménez *et al.*, 2021; García-Villoria *et al.*, 2026).



La aprobación de la Ley de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud en 2003 respondió, entre otros objetivos, a la necesidad de fortalecer mecanismos comunes de coordinación. Aun así, las diferencias territoriales continuaron manifestándose en la composición de los paneles, en los ritmos de incorporación de nuevas enfermedades y en la organización de los circuitos de confirmación diagnóstica y seguimiento clínico. La inclusión del cribado neonatal en la cartera común básica de servicios, en 2014, constituyó un avance significativo hacia la armonización, aunque mantuvo la posibilidad de que las CC.AA. ampliaran sus programas conforme a sus propias prioridades y capacidades; por ejemplo, en 2019 los paneles primarios comprendían entre 8 y 29 enfermedades, según el territorio (Valcárcel-Nazco *et al.*, 2023; Marín Soria *et al.*, 2021). Más que resolver definitivamente el problema, esta evolución puso de relieve que la coordinación entre innovación científica, organización territorial y garantía de equidad requería de mecanismos de gobernanza más complejos que los existentes hasta ese momento.

El proceso de armonización se aceleró entre 2024 y 2026. A las siete enfermedades incorporadas a la cartera común en 2014 se añadieron cuatro nuevas condiciones

mediante la Orden SND/606/2024 y, posteriormente, la tirosinemia tipo I, mediante la Orden SND/454/2025; de modo que, en 2025, la cartera común comprendía 12 enfermedades. En noviembre de ese año, el Grupo Parlamentario Socialista presentó la "Proposición de Ley sobre el programa de cribado neonatal del Sistema Nacional de Salud" (122/000233) ante el Congreso de los Diputados, y el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud (CISNS) anunció la propuesta de ampliación a 21 enfermedades congénitas más el cribado de cardiopatía congénita. El CISNS es el órgano permanente de cooperación, comunicación e información entre los servicios de salud de las comunidades autónomas y la Administración del Estado en España.

La Orden SND/356/2026, de 13 de abril, confirmó esa ampliación, al elevar oficialmente a 21 el número de enfermedades de la cartera común. Tras su tramitación parlamentaria, el Pleno del Congreso aprobó definitivamente la Proposición de Ley 122/000233 el 23 de julio de 2026 (Congreso de los Diputados, 2026). La Ley 3/2026, de 29 de julio, se publicó el 31 de julio y entró en vigor el 1 de agosto. La norma consolidó una evaluación al menos anual del programa y la elaboración de protocolos consensuados que homogeneicen los tiempos, el acceso y la confirmación de las pruebas.

Esta ampliación normativa no debe interpretarse, sin embargo, como una homogeneización territorial inmediatamente consumada. La propia Orden SND/356/2026 estableció el plazo de un año desde su entrada en vigor (hasta el 21 de abril de 2027) para que las CC.AA. y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla adaptaran en sus respectivas carteras las nuevas incorporaciones. Por ello, durante 2026 es necesario distinguir entre la cartera común jurídicamente vigente, distintos grados de implantación territorial y las carteras complementarias que las CC.AA. pueden mantener o ampliar en el ejercicio de sus competencias (Ministerio de Sanidad, 2026; Grupo de Trabajo del Programa de Cribado Neonatal de Enfermedades Congénitas en Prueba de Talón [GT PCN-PT], 2026).



Esta trayectoria permite apreciar una transformación que va mucho más allá del crecimiento progresivo de una prestación sanitaria. Lo que cambia no es únicamente la extensión del programa de cribado, sino también el modo en que se construye su legitimidad. A medida que la diversidad territorial hizo visibles nuevas preguntas sobre la equidad, la transparencia y la actualización científica de los programas, la autoridad basada exclusivamente en la experticia profesional dejó de ser suficiente para responder a ellas. El centro del debate comenzó a desplazarse desde la capacidad técnica para detectar enfermedades hacia los procedimientos mediante los cuales las decisiones podían justificarse ante la sociedad. Ese desplazamiento constituye, probablemente, uno de los rasgos más significativos de la evolución reciente del cribado neonatal en España y permite comprender por qué este caso resulta especialmente fértil para analizar la transición hacia una cultura científica y tecnológica posnormal.

## 4. La desigualdad territorial como expresión de una situación posnormal

La magnitud y la configuración de la variabilidad territorial han cambiado a lo largo del tiempo y no pueden representarse adecuadamente mediante una cifra única por

comunidad autónoma. La **Tabla 1** reúne dos cortes nacionales de distinto alcance: los paneles principales documentados en 2019 y el número de trastornos informado por los programas y laboratorios participantes en 2026. Como las fuentes emplean unidades y criterios de clasificación diferentes, los datos no constituyen una serie homogénea ni un *ranking* autonómico.

**Tabla 1. Configuración territorial documentada de los programas de cribado neonatal mediante muestra de sangre seca en España (2019 y 2026)**

| Territorio | Panel principal documentado en 2019 (n) | Trastornos informados por el programa en 2026 (n) | Laboratorio o centro de referencia indicado en 2026 |
|---|---|---|---|
| **Andalucía** | 26[a] | 39 | Sevilla y Málaga |
| **Aragón** | 26[b] | 42 | Zaragoza |
| **Asturias** | 8 | 31 | Oviedo |
| **Illes Balears** | 26 | 40 | Palma |
| **Canarias** | 8 | 49 | Santa Cruz de Tenerife |
| **Cantabria** | 9 | 22 | Bilbao (procesamiento de muestras)[c] |
| **Castilla y León** | 9 | 20 | Valladolid |
| **Castilla-La Mancha** | 21 | 34 | Talavera de la Reina |
| **Cataluña** | 26 | 34 | Barcelona |
| **Comunitat Valenciana** | 8 | 28 | Valencia |
| **Extremadura** | 26 | 21 | Badajoz |
| **Galicia** | 29 | 37 | Santiago de Compostela |
| **Comunidad de Madrid** | 19 | 35 | Madrid |
| **Región de Murcia** | 28[b] | 49 | Murcia |
| **Comunidad Foral de Navarra** | 9 | 28 | Zaragoza (procesamiento de muestras)[c] |
| **País Vasco** | 12 | 24 | Bilbao |
| **La Rioja** | 26[b] | 42 | Zaragoza[c] |
| **Ceuta** | 26[b] | 39 | Sevilla[c] |
| **Melilla** | 28[b] | 49 | Murcia[c] |

Fuente: elaboración propia a partir de Marín Soria *et al.* (2021), García-Villoria *et al.* (2026), Congreso de los Diputados (2026) y Ministerio de Sanidad (2026). *Contexto normativo estatal:* la cartera común pasó de 7 condiciones en 2014 a 11 en 2024, 12 en 2025 y 21 en 2026. La Orden SND/356/2026 entró en vigor el 21 de abril de 2026 y concedió un año para adaptar las nuevas incorporaciones. *Notas:* [a] en la fuente de 2019, Andalucía

se dividió en dos unidades —occidental (Sevilla/Ceuta) y oriental (Málaga)—, ambas con 26 enfermedades; [b] el dato de 2019 procede de una unidad compartida —Andalucía occidental/Ceuta, Aragón/La Rioja o Murcia/Melilla— y no constituye una estimación territorial independiente; y [c] el procesamiento de muestras en un laboratorio situado en otro territorio no modifica la responsabilidad institucional del programa de origen. *Cautela de comparación:* los cortes no forman una serie homogénea. En 2019 se contabilizaron enfermedades del panel principal; en las columnas correspondientes a 2026 constan datos reportados hasta mediados de este año. No se calculan variaciones ni rangos entre años porque cambiaron la cartera común, los criterios de clasificación y la organización analítica.

Los dos cortes documentan heterogeneidad territorial en la amplitud declarada y en la organización de los programas, pero no son directamente comparables porque han cambiado la cartera común, las unidades de recuento y los criterios de clasificación. En 2019, los paneles principales oscilaron entre ocho y 29 enfermedades; en 2026, los programas participantes informaron entre 20 y 49 trastornos. La ampliación normativa a 21 condiciones elevó el mínimo común, aunque el periodo de adaptación hasta abril de 2027 impide asumir una convergencia operativa inmediata. Estas cifras describen diferencias potencialmente relevantes para la equidad, pero no demuestran resultados clínicos, tiempos de confirmación ni acceso terapéutico. La variabilidad plantea una cuestión de justicia preventiva, cuyo alcance efectivo depende también de la confirmación, el tratamiento y el seguimiento.

Las diferencias territoriales observadas en los programas de cribado neonatal trascienden el ámbito de la organización sanitaria para situarse en el terreno de la justicia preventiva, porque pueden distribuir de manera desigual las oportunidades de detección precoz. Cuando dos recién nacidos con necesidades potencialmente equivalentes acceden a oportunidades distintas de diagnóstico precoz, en función de la comunidad autónoma en la que nacen, la discusión deja de girar exclusivamente en torno a la eficacia de una tecnología y pasa a interrogar la forma en que una sociedad distribuye las posibilidades de anticipar, prevenir o mitigar el daño.



El cribado neonatal puede entenderse como una tecnología de anticipación que desplaza el momento de visibilidad de la enfermedad y amplía las posibilidades de intervención. Cuando esa capacidad preventiva se distribuye de forma desigual entre CC.AA., también lo hacen las oportunidades de beneficio. Desde la ciencia posnormal, esta variabilidad no puede explicarse solo como efecto administrativo de la descentralización, porque las decisiones sobre qué enfermedades incorporar se adoptan bajo condiciones de evidencia incompleta y dependen también de capacidades asistenciales, disponibilidad terapéutica y valores como la equidad, la eficiencia, la sostenibilidad o la prevención del sobrediagnóstico (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 1999).

El consenso actual no cuestiona el valor del cribado neonatal como política de salud pública, sino los criterios de inclusión, el umbral de evidencia exigible, los actores legitimados para participar y la periodicidad de revisión de los programas. La incertidumbre no es solo científica, también es institucional. Detectar una enfermedad solo resulta justificable si el sistema puede confirmar el diagnóstico, ofrecer tratamiento oportuno y garantizar seguimiento.

La bioética de la salud pública aporta aquí un criterio complementario. La legitimidad de un programa de cribado no depende de maximizar el número de enfermedades incluidas, sino de mantener una relación proporcionada entre beneficios, riesgos y capacidad de respuesta del sistema sanitario (Andermann *et al.*, 2008; Webster *et al.*, 2025). La reducción de falsos positivos, la calidad de la comunicación con las familias, la continuidad asistencial o la disponibilidad de recursos especializados forman parte de esa evaluación. Esta consideración adquiere todavía mayor relevancia conforme los avances tecnológicos amplían las posibilidades de detección y generan expectativas sociales crecientes acerca de la incorporación de nuevas condiciones al programa.

Precisamente por ello, las experiencias de las familias afectadas adquieren un valor que trasciende el ámbito testimonial. Sus relatos no expresan únicamente demandas de ampliación de paneles; también permiten identificar aspectos de la organización sanitaria que permanecen poco visibles para los indicadores tradicionales, como los retrasos diagnósticos, las dificultades de coordinación asistencial o el impacto que producen las diferencias territoriales en la vida cotidiana. Desde la perspectiva de la justicia epistémica, estas experiencias constituyen una fuente de conocimiento relevante para evaluar el funcionamiento real de los programas y para comprender dimensiones de la equidad que difícilmente pueden captarse mediante indicadores exclusivamente técnicos (Rosen, 2021).

## 5. Innovación tecnológica, expansión del cribado y nuevas incertidumbres



Una de las enseñanzas más relevantes que ofrece la historia del cribado neonatal es que el progreso tecnológico no reduce necesariamente la incertidumbre. Con frecuencia ocurre lo contrario, pues cada avance amplía las posibilidades de intervención, pero también introduce nuevas preguntas sobre el alcance, los límites y las condiciones en que esa innovación debe incorporarse a la práctica sanitaria. La incorporación de la espectrometría de masas en tándem constituye un buen ejemplo de este proceso. Al hacer posible la detección simultánea de un número mucho mayor de enfermedades metabólicas a partir de una única muestra de sangre, dejó de situar el principal límite en la capacidad técnica del laboratorio y trasladó el debate hacia otros terrenos. El foco cambió hacia la utilidad clínica de las nuevas determinaciones, la organización de los programas, la sostenibilidad del sistema y los criterios que justifican la ampliación de los paneles de cribado (García-Villoria *et al.*, 2026; Valcárcel-Nazco *et al.*, 2023).

Este desplazamiento resulta especialmente significativo desde la perspectiva de la ciencia posnormal. La innovación deja de concebirse como una secuencia lineal en la que una tecnología más sofisticada conduce automáticamente a mejores resultados sanitarios. La experiencia acumulada con el cribado neonatal muestra una realidad más compleja. Una mayor capacidad diagnóstica puede traducirse en beneficios clínicos evidentes, pero también incrementar el número de falsos positivos, prolongar procesos diagnósticos inciertos, aumentar la carga asistencial de los servicios especializados o generar nuevas formas de preocupación para las familias. La cuestión ya no consiste únicamente en valorar cuánto puede detectar una tecnología, sino en examinar qué

consecuencias produce su incorporación dentro de un sistema sanitario concreto y qué responsabilidades institucionales genera esa decisión.

Algo similar ocurre con la aparición de nuevas opciones terapéuticas para enfermedades raras. Los criterios clásicos del cribado poblacional otorgaban un lugar central a la existencia de un tratamiento eficaz como condición para justificar la inclusión de una enfermedad (Wilson & Jungner, 1968). Sin embargo, la evolución reciente de la medicina ha hecho más difícil interpretar ese requisito de manera unívoca. El desarrollo de terapias avanzadas ha ampliado las posibilidades de intervención, aunque sus beneficios dependen a menudo de un diagnóstico extremadamente precoz, de una infraestructura clínica altamente especializada y de recursos económicos considerables. La noción de "enfermedad tratable" ha dejado de ser una categoría exclusivamente biomédica para convertirse también en una cuestión organizativa y política. El verdadero desafío no reside únicamente en disponer de una intervención terapéutica, sino en garantizar que esta pueda ofrecerse en condiciones de acceso equitativo y de seguimiento clínico adecuado.

La ampliación de los programas ha evidenciado distintas formas de valorar el cribado neonatal. Para familias y asociaciones, incorporar una enfermedad puede evitar sufrimiento y reconocer necesidades antes invisibilizadas; para administraciones y comités técnicos, esa demanda debe ponderarse según la evidencia, la capacidad del sistema y sus efectos sobre el programa. Desde la ciencia posnormal, esta coexistencia de racionalidades exige espacios de deliberación que integren conocimientos diversos sin sustituir el juicio experto y que permitan justificar decisiones bajo incertidumbre.



Las discusiones abiertas en torno al cribado genético y, especialmente, al eventual desarrollo del cribado genómico neonatal muestran hasta qué punto esta dinámica seguirá intensificándose en los próximos años. La secuenciación masiva promete reducir odiseas diagnósticas y ampliar la identificación precoz de enfermedades graves, pero al mismo tiempo introduce cuestiones que trascienden ampliamente el rendimiento analítico de la tecnología. La interpretación de variantes de significado incierto, el manejo de hallazgos incidentales, la información sobre riesgos de aparición tardía, la protección de datos genéticos o las implicaciones familiares del conocimiento obtenido plantean interrogantes que afectan tanto a la práctica clínica como a la organización del sistema sanitario (Friedman *et al.*, 2017; Ross & Clayton, 2019; Pàmpols Ros *et al.*, 2022; Rankin *et al.*, 2025; Couce *et al.*, 2025).

Por esta razón, la eventual incorporación del cribado genómico difícilmente puede entenderse como una simple ampliación del laboratorio neonatal. Su desarrollo supondría redefinir las relaciones entre prevención, diagnóstico, investigación biomédica, infraestructuras de datos y atención clínica longitudinal. La literatura reciente coincide en señalar que el valor de estas tecnologías depende menos de su extraordinaria capacidad de detección que de la forma en que se seleccionan las condiciones accionables, se comunica la incertidumbre, se protegen los datos personales y se garantiza un acceso equitativo a la confirmación diagnóstica, al tratamiento y al seguimiento (Rahimzadeh *et al.*, 2022; Brown *et al.*, 2026; Schnabel-Besson *et al.*, 2026). La innovación tecnológica solo adquiere sentido cuando puede

integrarse en una organización sanitaria capaz de responder de manera proporcionada a las nuevas posibilidades generadas por la propia innovación.

Aunque el presente trabajo no desarrolla un marco específico de preparación sobre implicaciones éticas, legales y sociales (ELSI, por sus siglas en inglés) para el cribado genómico neonatal, sí considera imprescindible subrayar la relevancia de este enfoque para orientar las decisiones futuras. La evaluación de tecnologías de cribado poblacional no puede limitarse al rendimiento analítico o a la utilidad clínica inmediata. También debe incorporar de forma explícita un enfoque ELSI aplicado a la producción, circulación y utilización del conocimiento genético. Aspectos como el consentimiento informado, la comunicación de resultados, la gobernanza de los datos, la protección de la privacidad, la equidad territorial o la capacidad asistencial real del sistema para responder a los hallazgos identificados forman parte de las condiciones que sostienen la legitimidad de estas innovaciones, especialmente en un sistema descentralizado como el español (Friedman *et al.*, 2017; Rahimzadeh *et al.*, 2022; Rankin *et al.*, 2025; Brown *et al.*, 2026; Schnabel-Besson *et al.*, 2026).

## 6. De la comunidad experta a la comunidad ampliada de evaluación

Durante gran parte de la historia del cribado neonatal en España, la definición de prioridades y criterios recayó principalmente en comunidades científicas, profesionales y administraciones sanitarias, cuyo papel fue esencial para consolidar los programas y sus infraestructuras. Sin embargo, la expansión tecnológica y las controversias asociadas plantean la necesidad de revisar cómo se configura la autoridad experta cuando las decisiones trascienden el ámbito estrictamente científico.



En ese proceso ocuparon un lugar especialmente relevante las iniciativas promovidas desde el propio ámbito profesional para reducir la heterogeneidad existente entre CC.AA. Las propuestas de armonización, los documentos de consenso y los grupos de trabajo impulsados por distintas sociedades científicas contribuyeron a traducir el conocimiento acumulado en recomendaciones destinadas a orientar las políticas públicas. Más que simples ejercicios de síntesis técnica, estos esfuerzos ayudaron a definir qué condiciones reunían la evidencia suficiente para incorporarse a los programas y bajo qué circunstancias esa incorporación podía considerarse clínica y organizativamente responsable. La propuesta de un Panel Uniforme Español de Cribado (SUSP, por sus siglas en inglés) constituye un ejemplo significativo de esta labor de mediación entre la producción de conocimiento científico y la toma de decisiones sanitarias (González-Lamuño Leguina *et al.*, 2021; García-Villoria *et al.*, 2026).

La documentación pública de carácter asociativo consultada para reconstruir y contextualizar las iniciativas de movilización y comunicación muestra que, con el paso del tiempo, la discusión dejó de desarrollarse únicamente en los espacios profesionales. La experiencia acumulada por las familias afectadas y por las asociaciones de pacientes comenzó a introducir preguntas que difícilmente podían responderse recurriendo solo a criterios técnicos. Conviene distinguir, no obstante, dos funciones diferentes

de esta ampliación de actores. La primera es epistémica, porque las familias y las asociaciones aportan conocimiento situado sobre retrasos diagnósticos, recorridos asistenciales, consecuencias psicosociales y efectos cotidianos de las diferencias territoriales que no siempre quedan reflejados en los indicadores técnicos. La segunda es político-procedimental, ya que su participación puede contribuir a la transparencia, la deliberación y la rendición de cuentas en decisiones que afectan directamente a recién nacidos y familias. Ambas dimensiones pueden reforzarse mutuamente, pero no son equivalentes: la primera amplía la base de conocimiento pertinente para evaluar el programa, mientras que la segunda afecta a las condiciones de legitimidad mediante las cuales se adoptan y revisan las decisiones.

## 7. Movilización ciudadana, comunicación pública y campaña asociativa

En la evolución del cribado neonatal en España, las asociaciones de pacientes han adquirido un papel creciente como actores de las políticas sanitarias, no solo mediante la demanda de nuevas prestaciones, sino también a través de la producción y difusión de información, la articulación de experiencias familiares y la visibilización pública de las desigualdades territoriales. Este proceso no responde a una iniciativa aislada, sino a la convergencia progresiva de sociedades científicas, profesionales sanitarios y asociaciones, cuyos conocimientos, experiencias y demandas han contribuido a desplazar el debate desde la ampliación de los paneles hacia cuestiones de equidad, calidad técnica, capacidad asistencial y legitimidad de los procedimientos de decisión. En este proceso, destaca el trabajo desarrollado por varias asociaciones de pacientes, como la Federación Española de Enfermedades Raras (FEDER) y la Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles (en adelante, Más Visibles), cuyas actuaciones se analizan como experiencias de comunicación, divulgación y movilización ciudadanas destinadas a potenciar el alcance del debate público sobre la situación del cribado neonatal en España.



Más Visibles ha desarrollado varios proyectos divulgativos,[1] como la película documental *La vida en una gota* (Lendínez, 2024),[2] que conecta testimonios de pacientes y familias con debates sobre acceso territorial al diagnóstico precoz, desigualdad territorial y responsabilidad institucional. La película se codificó como fuente primaria para examinar la representación pública de la desigualdad territorial y el conocimiento experiencial incorporado al relato sobre el cribado neonatal. Desde una perspectiva CTS, puede interpretarse como un recurso cultural que traslada al espacio comunicativo las consecuencias de decisiones habitualmente formuladas en términos técnicos. Los materiales contextuales documentan varias proyecciones, pero no permiten inferir recepción, percepción o, efectos sobre la opinión pública ni influencia legislativa.

[1] Más información disponible en: https://www.lasexta.com/constantes-vitales/noticias/asociacion-mas-visibles-presenta-iniciativa-legislativa-popular-aumentar-cribado-neonatal-espana-que-sea-mas-equitativo_2025101668f0d7b9dc27b32ca388559b.html.
[2] Más información disponible en: https://www.masvisibles.com/la-vida-en-una-gota.

Entre mayo de 2025 y junio de 2026, Más Visibles promovió una campaña de recogida de firmas vinculada a una propuesta denominada Iniciativa Legislativa Popular (ILP),[3] para reclamar un cribado neonatal equitativo, amplio y homogéneo en España. Por una vía institucional distinta, el Grupo Parlamentario Socialista presentó la Proposición de Ley sobre el Programa de Cribado Neonatal del Sistema Nacional de Salud, identificada con el número 122/000233, el 6 de noviembre de 2025 (Congreso de los Diputados, 2025). Ese mes, Más Visibles publicó una declaración en la que valoró esa Proposición de Ley como un avance y describió su propuesta de ILP como una vía complementaria de movilización y presión social (Congreso de los Diputados, 2025; Asociación Más Visibles, 2025).

Según los materiales contextuales, el 25 de junio de 2026 Más Visibles entregó en el Congreso de los Diputados más de 300.000 firmas recogidas durante la campaña por la ILP.[4] Aunque ese número de firmas constituye un indicador relevante de una movilización social que reclama la ampliación del cribado neonatal en España, fue inferior a la cifra de 500.000 firmas acreditadas que se requiere para validar una ILP en este país (Ley Orgánica 3/1984, art. 3.1). Por ello, en este artículo se analiza esa iniciativa como una actuación de movilización pública que estuvo orientada a visibilizar las desigualdades territoriales y a expresar una demanda social de ampliación y homogeneización del cribado neonatal en España.

En el acto de entrega de esas firmas, participaron representantes de Más Visibles y de otras asociaciones, familiares de pacientes y figuras vinculadas a la historia del cribado neonatal de España, como Magdalena Pérez Ugarte y Federico Mayor Menéndez —quien asistió en representación de su padre, Federico Mayor Zaragoza, fallecido el 19 de diciembre de 2024—. Según la cobertura periodística del acto,[5] las firmas fueron presentadas ese día como expresión de respaldo a la ley de cribado neonatal que se estaba tramitando en la Comisión de Sanidad del Congreso de los Diputados.



Tras su tramitación parlamentaria, el Pleno del Congreso aprobó definitivamente la Proposición de Ley sobre el Programa de Cribado Neonatal del Sistema Nacional de Salud, el 23 de julio de 2026 (Congreso de los Diputados, 2026). La Ley 3/2026 se publicó el 31 de julio y entró en vigor el 1 de agosto de 2026. Más allá de sus efectos legislativos inmediatos, este episodio puso de manifiesto que la discusión sobre el cribado neonatal había dejado de desarrollarse exclusivamente en el ámbito técnico, para instalarse también en el espacio de la deliberación pública.

En el plano de la repercusión pública, el 5 de noviembre de 2026 la campaña nacional de sensibilización "Nadie debería llegar tarde", impulsada por la Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles, recibió el Premio Constantes y Vitales a la "Mejor

[3] Más información disponible en: https://www.diariosigloxxi.com/texto-ep/mostrar/20250508192439/asociacion-visibles-registra-ilp-garantizar-cribado-neonatal-amplio-homogeneo-accesible.
[4] Más información disponible en: https://www.boreal.es/ilp/ley-cribado-neonatal.
[5] Más información disponible en: https://www.elplural.com/sociedad/diagnostico-precoz-enfermedades-raras-ley-cribado-neonatal-cada-vez-mas-cerca-llegan-congreso-mas-300000-firmas_393965102.

Campaña de Divulgación en Prevención Médica", en la XII edición de los galardones promovidos por laSexta y la Fundación AXA. La organización del premio destacó que la iniciativa buscaba sensibilizar a la ciudadanía, a los profesionales sanitarios y a los responsables políticos sobre la importancia del cribado neonatal, el diagnóstico precoz de enfermedades raras potencialmente tratables y la igualdad territorial en el acceso (Constantes y Vitales, 2026).[6]

La campaña asociativa y la tramitación parlamentaria constituyeron vías distintas y temáticamente próximas; muestran la coexistencia de varios canales de problematización y decisión en un contexto de creciente visibilidad pública del cribado neonatal. Las fuentes examinadas no permiten establecer una relación causal ni atribuir la Ley 3/2026 a la campaña de recolección de firmas. Por tanto, el establecimiento de esta ley se interpreta como el resultado de una convergencia contextual entre trabajo profesional, movilización asociativa, comunicación pública y decisión institucional.

## 8. Discusión: hacia una gobernanza participativa del cribado neonatal

La comparación territorial en España permite interpretar la desigualdad como una configuración móvil. Los paneles principales documentados en 2019 y los trastornos informados en 2026 no son medidas equivalentes, pero muestran que la ampliación de la cartera estatal no produjo una homogeneización inmediata. La ampliación de la cartera común a 21 condiciones en 2026 constituye un cambio sustantivo, pero no convierte esa diversidad en una fotografía inmediatamente homogénea, dado que la Orden SND/356/2026 establece un período de adaptación territorial (Ministerio de Sanidad, 2026). Por tanto, la equidad no depende solo de la convergencia numérica, sino también del momento en que se incorporan las condiciones, del estatuto que se les atribuye y de la capacidad del sistema para garantizar confirmación diagnóstica, tratamiento y seguimiento.



Como contraste contextual, las experiencias de Italia y Portugal sugieren que la reducción de la variabilidad territorial depende tanto de estructuras estables de coordinación, evaluación y actualización, como de la amplitud formal de los paneles. No se presentan estas experiencias internacionales como modelos directamente transferibles al SNS de España, sino para situar el caso español dentro de un problema más amplio de organización y armonización de los programas de cribado neonatal (Rocha *et al.*, 2021; la Marca, 2021).

En España, la ampliación y armonización resultan de la interacción entre expansión tecnológica y terapéutica, coordinación normativa e incorporación de actores profesionales, asociativos y parlamentarios. El enfoque posnormal muestra que su

[6] Más información disponible en: https://www.lasexta.com/constantes-vitales/premios/2026/mejor-campana-divulgacion-prevencion-medica-asociacion-enfermedades-raras-mas-visibles_202611056aeb5ecc4196933d7ed08b74.html.

legitimidad depende de reconocer incertidumbres, justificar criterios distributivos y articular conocimiento experto y experiencial mediante transparencia, deliberación y rendición de cuentas.

El concepto de coproducción permite precisar este desplazamiento, al considerar que el conocimiento y el orden social se configuran recíprocamente, de modo que los criterios utilizados para delimitar los paneles, valorar la evidencia y clasificar los riesgos también contribuyen a definir responsabilidades públicas y expectativas de equidad (Turnhout *et al.*, 2020). Desde esta perspectiva, las iniciativas profesionales y asociativas pueden interpretarse como intervenciones en la definición de qué se considera evidencia relevante, necesidad sanitaria o desigualdad injustificable. No obstante, la interacción entre expertos, decisores y actores sociales no supera por sí sola el modelo lineal si se atribuye a "la ciencia" la capacidad de determinar la política y se diluye la responsabilidad institucional por la decisión (Maas *et al.*, 2022).

La Ley 3/2026 abre una posibilidad institucional al prever evaluación periódica y participación de sociedades científicas, expertos externos y asociaciones de pacientes y familiares. Su alcance dependerá de que esa participación intervenga en la formulación de preguntas, la valoración de incertidumbres y la revisión de resultados, y no solo en una consulta tardía. Las funciones no son equivalentes: los especialistas aportan conocimiento técnico; las asociaciones y familias, conocimiento experiencial, y las autoridades conservan la responsabilidad de integrar las contribuciones, justificar la decisión y rendir cuentas (Maas *et al.*, 2022). La expansión genómica pondrá a prueba este arreglo al intensificar las incertidumbres y las exigencias de gobernanza de datos.



## 9. Limitaciones

Esta revisión narrativa crítica utilizó una selección intencional y teóricamente orientada, por lo que no representa exhaustivamente la literatura. Los cortes territoriales describen fechas y unidades distintas y no permiten evaluar resultados clínicos, tiempos, acceso terapéutico o calidad asistencial. El corpus seleccionado permite analizar la problematización, la participación y el cambio institucional, pero no establecer relaciones causales entre actores y reformas. Los casos internacionales son contextuales y la codificación fue realizada por una sola persona. La matriz del anexo aporta trazabilidad entre fuentes, códigos y usos analíticos.

Este artículo recoge los primeros resultados de un proyecto de investigación multidisciplinar sobre el cribado neonatal en España, desarrollado en el Área de Historia de la Ciencia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria. El avance de este proyecto permitirá aportar los resultados del trabajo empírico en futuras publicaciones, donde se profundizará el análisis de las dimensiones históricas, éticas, legales, sociales, políticas e institucionales del cribado neonatal bioquímico y genómico.

## Conclusiones

El análisis del caso español desde la ciencia posnormal muestra que la calidad de las decisiones sobre cribado neonatal depende simultáneamente de la robustez de la evidencia y de la capacidad institucional para reconocer incertidumbres, explicitar valores, revisar criterios y justificar públicamente las consecuencias de la innovación. El enfoque no se utiliza como sinónimo de participación ni como explicación causal de las reformas, sino para examinar las condiciones bajo las cuales una política preventiva puede considerarse científica, organizativa y públicamente justificable.

La trayectoria territorial española refuerza esta lectura. La equidad no puede definirse únicamente como convergencia numérica de los paneles, porque también depende de los procedimientos mediante los cuales las prestaciones se incorporan, actualizan y traducen en diagnóstico, tratamiento y seguimiento. La evolución hacia una cartera común más amplia y hacia mecanismos periódicos de evaluación muestra que la armonización constituye un proceso continuo de gobernanza y no un estado que pueda considerarse alcanzado de una vez y para siempre. En este proceso, el conocimiento experto y el conocimiento experiencial cumplen funciones distintas, pero potencialmente complementarias dentro de la evaluación de las políticas preventivas.

La eventual expansión hacia el cribado genómico constituye una prueba especialmente exigente para este modelo. Cuanto mayor sea la capacidad de producir información diagnóstica, mayor será también la necesidad de decidir qué conocimiento resulta clínicamente accionable, qué incertidumbres son asumibles y qué responsabilidades institucionales genera su incorporación. El cribado neonatal ofrece, en este sentido, un observatorio privilegiado para analizar cómo las sociedades contemporáneas intentan gobernar innovaciones cuyo valor no depende solamente de lo que la tecnología permite detectar, sino de las condiciones científicas, organizativas, éticas y democráticas que hacen justificable su utilización.



## Financiamiento

La autora declara no haber recibido financiación para elaborar este artículo ni para desarrollar la investigación en la que este se enmarca.

## Agradecimiento

La autora agradece a los profesores eméritos Stuart Blume (Universidad de Ámsterdam, Países Bajos) y Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca, España) por haberle animado a continuar investigando desde los estudios CTS; así como al catedrático Fernando Salmón y a la catedrática Montserrat Cabré por respaldar su investigación desde el Área de Historia de la Ciencia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria (España). La autora también agradece el apoyo y la

información brindada por Domingo González-Lamuño (catedrático de la Universidad de Cantabria y responsable de la Unidad de Enfermedades Raras Pediátricas del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla), entre otros profesionales del ámbito de la salud, representantes de asociaciones de pacientes y de otros sectores que están contribuyendo al desarrollo de una línea de investigación multidisciplinar, enfocada en la historia y evolución del cribado neonatal, sobre la que seguirá investigando.

**Declaración de conflicto de interés**

La autora declara no tener conflictos de interés financieros ni personales que hayan influido en la elaboración de este artículo.

**Disponibilidad de datos y materiales**

El *corpus* codificado se individualiza en el **Anexo**. Los materiales utilizados exclusivamente para verificar fechas o actuaciones públicas se enumeran por separado al final del anexo, como materiales contextuales no codificados, y no forman parte del recuento del *corpus*. En este artículo no se incluye el análisis de entrevistas realizadas (sobre las que se reportará en otra publicación) ni se generaron conjuntos de datos cuantitativos.



**Declaraciones éticas**

El estudio que dio origen a esta publicación se enmarca en un proyecto que recibió la aprobación del Comité de Ética de Proyectos de Investigación (CEPI) de la Universidad de Cantabria. La información aportada en este artículo se basa en fuentes publicadas y de acceso público; no implica la participación de seres humanos ni de animales, ni el uso de datos personales identificables.

**Declaración de uso de IA**

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

**Bibliografía**

Andermann, Anne, Blancquaert, Ingeborg, Beauchamp, Sylvie & Déry, Véronique (2008). Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: A review of screening criteria

over the past 40 years. Bulletin of the World Health Organization, 86(4), 317-319. DOI: https://doi.org/10.2471/BLT.07.050112.

Andrews, Sara M., Porter, Katherine A., Bailey, Donald B., Jr., & Peay, Holly L. (2022). Preparing newborn screening for the future: A collaborative stakeholder engagement exploring challenges and opportunities to modernizing the newborn screening system. BMC Pediatrics, 22(1), Article 90. DOI: https://doi.org/10.1186/s12887-021-03035-x.

Bidwell, David (2009). Is community-based participatory research postnormal science? Science, Technology, & Human Values, 34(6), 741–761. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243909340262.

Brown, Gemma L., Walker, Loren, Afolabi, Mutiat A., Bain, Paul A., Bonilha, Ana, Chaudhari, Bimal P., Christodoulou, John, Dai, Ziyi, Friedman, Jan M., Gaviglio, Amy, Green, Robert C., Jagu, Subhashini, Knoppers, Bartha M., Newson, Ainsley J., Stark, Zornitza, Vears, Danya F., Wilson, Aliza, Bombard, Yvonne & Lewis, Anna C. F. (2026). Genomic newborn screening: A scoping review of the field's evolution and associated ethical, legal, and social implications. European Journal of Human Genetics. Advance online publication. DOI: https://doi.org/10.1038/s41431-026-02108-8.

Castiñeras, Daisy Emilia, Couce, María-Luz, Marin, José Luis, González Lamuño, Domingo & Rocha, Hugo (2019). Situación actual del cribado neonatal de enfermedades metabólicas en España y en el mundo. Anales de Pediatría, 91(2), 128.e1–128.e14. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.05.007.



Congreso de los Diputados (2025). Proposición de Ley sobre programa de cribado neonatal del Sistema Nacional de Salud (122/000233). Boletín Oficial de las Cortes Generales, Congreso de los Diputados, XV Legislatura, Serie B, núm. 277-1, 1–6, 14 de noviembre. Recuperado de: https://www.congreso.es/public_oficiales/L15/CONG/BOCG/B/BOCG-15-B-277-1.PDF.

Congreso de los Diputados (2026). Aprobación definitiva: Proposición de Ley de modificación de normas sobre el programa de cribado neonatal del Sistema Nacional de Salud y de otra normativa (Exp. 122/000233). Boletín Oficial de las Cortes Generales, Congreso de los Diputados, XV Legislatura, Serie B, núm. 277-9, 1–7, 30 de julio. Recuperado de: https://www.congreso.es/public_oficiales/L15/CONG/BOCG/B/BOCG-15-B-277-9.PDF.

Couce, María L., Cernada, María, Boix, Hector, Sánchez-Redondo, María Dolores, Espinosa Fernández, María Gracia, González-Pacheco, Noelia, Martín, Ana, Pérez-Muñuzuri, Alejandro (2025). Current situation and new steps in newborn screening in Spain. Anales de Pediatría, 102(3), 503775. DOI: https://doi.org/10.1016/j.anpede.2025.503775.

Dondorp, Wybo, de Wert, Guido, Becking, Ellis C., Scheffer, Peter G., Bekker, Mireille & Henneman, Lidewij (2025). Autonomy and prevention: From conflicting to complementary aims of prenatal screening. Bioethics, 39(3), 259–266. DOI: https://doi.org/10.1111/bioe.13380.

Erazo, María de los Ángeles & González-Lamuño, Domingo (2026). Cribado neonatal en España: Equidad, valor clínico y retos ante la expansión tecnológica. Revista Española de Salud Pública. DOI: https://doi.org/10.67113/resp.v100i1.1744.

Friedman, Jan M., Cornel, Martina C., Goldenberg, Aaron J., Lister, Karla J., Sénécal, Karine, Vears, Danya F. & Global Alliance for Genomics and Health Regulatory and Ethics Working Group Paediatric Task Team (2017). Genomic newborn screening: Public health policy considerations and recommendations. BMC Medical Genomics, 10(1), 9. DOI: https://doi.org/10.1186/s12920-017-0247-4.

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

García-Villoria, Judit, López-Galera, Rosa María, Delgado-Pecellín, Carmen, Rausell Félix, Dolores, Colón, Cristóbal, Rocha, Hugo, Pérez, Belén, Ribes, Antonia, Couce, María Luz, González-Lamuño, Domingo & Neonatal Screening Working Group of AECOM (2026). The Spanish Uniform Newborn Screening Panel (SUSP): A national consensus framework for harmonized newborn screening. International Journal of Neonatal Screening, 12(3), 67. DOI: https://doi.org/10.3390/ijns12030067.

González-Lamuño, Domingo, Bóveda Fontán, María Dolores, Bueno Delgado, María, Gort Mas, Laura, Unceta Suárez, María & Morales Conejo, Montserrat (2021). El cribado metabólico del recién nacido como modelo asistencial de la medicina de precisión. Perspectiva desde la Asociación Española para el Estudio de los Errores Congénitos del Metabolismo (AECOM). Revista Española de Salud Pública, 95, e202101021. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/598.



Grupo de Trabajo del Programa de Cribado Neonatal de Enfermedades Congénitas en Prueba de Talón (2026). Documento de consenso para la armonización de la nomenclatura, clasificación y evaluación de las enfermedades del programa de cribado neonatal de enfermedades congénitas en prueba de talón. Ministerio de Sanidad. Recuperado de: https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/cribado/cribadoNeonatal/enfermedadesEndocrinoMetabolicas/docs/docConsenso_Armonizacion_Nomenclatura_PCN-PT.pdf.

la Marca, Giancarlo (2021). La organización del cribado neonatal en Italia: Comparación con Europa y el resto del mundo. Revista Española de Salud Pública, 95, e202101007. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/483.

Lendínez, Pedro (2024). La vida en una gota [Película]. La Patinadora Films & Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles.

Ley Orgánica (1984). 3/1984, de 26 de marzo, reguladora de la iniciativa legislativa popular. Boletín Oficial del Estado, 74, 27 de marzo. Recuperado de: https://www.boe.es/eli/es/lo/1984/03/26/3/con.

Ley 3/2026 (2026). 3/2026, de 29 de julio, de modificación de normas sobre el programa de cribado neonatal del Sistema Nacional de Salud y de otra normativa. Boletín Oficial del Estado, 186, 31 de julio, 107627–107633. Recuperado de: https://www.boe.es/eli/es/l/2026/07/29/3.

Maas, Timo Y., Pauwelussen, Annet & Turnhout, Esther (2022). Co-producing the science–policy interface: Towards common but differentiated responsibilities. Humanities and Social Sciences Communications, 9, 93. DOI: https://doi.org/10.1057/s41599-022-01108-5.

Marín Soria, José Luis, González de Aledo Castillo, José Manuel, Argudo Ramírez, Ana, López Galera, Rosa María, Pajares García, Sonia, Ribes Rubió, Antonia, García Villoria, Judith, Yahyaoui Macías, Raquel, Álvarez Ríos, Ana Isabel, Melguizo Madrid, Enrique, González Irazabal, Yolanda, Hernández de Abajo, Guillermo, Prieto García, Belén, Cardo González, Leire, Martínez Morillo, Eduardo, Robles Bauza, Juan, Bauçà Rosselló, Josep Miquel, Pérez Esteban, Gerardo, Díaz-Flores Estevez, Felícitas, Pérez Mangas, Eva, Cañadas Garzó, Verónica, Muñoz Boyero, Ana Cristina, Redondo Cardeña, Pedro A., Bueno Llarena, María Josefa, Sánchez Alarcón, Javier, Castiñeiras Ramos, Daisy, Cocho de Juan, José Ángel, Colón Mejeras, Cristóbal, Blanco Soto, Paula, Cambra Conejero, Ana, Fernández Ruano, Miguel L., Ortiz Temprado, Alicia, Egea Mellado, José María, González Gallego, Inmaculada, Juan Fita, María Jesús, Espada Saenz-Torre, Mercedes, Rausell Félix, Dolores, Marcos Tomás, Jose Vicente, Ruiz Aja, Sandra, Delgado Pecellín, Carmen & Bóveda Fontán, María Dolores (2021). Inicio, evolución y situación actual de los programas de cribado neonatal en España. Revista Española de Salud Pública, 95, e202102041. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/475.



Mayor Zaragoza, Federico (2021). 50 años de diagnóstico precoz de metabolopatías en España. En Belén Pérez González (Coord.), 50 años de cribado neonatal: Cómo afrontamos el futuro (11–28). Centro de Estudios Ramón Areces.

Meskens, Gaston (2024). The ethical motivation for post-normal science. Futures, 163, 103457. DOI: https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103457.

Ministerio de Sanidad (2026). Orden SND/356/2026, de 13 de abril, por la que se modifican, en relación con la información y vigilancia en salud pública, cribados prenatales, neonatales y de cáncer colorrectal, los anexos I, II y III del Real Decreto 1030/2006, de 15 de septiembre, por el que se establece la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud y el procedimiento para su actualización; y por la que se modifica la Orden SND/606/2024, de 13 de junio, por la que se crea el Comité Asesor para la Cartera Común de Servicios en el Área de Genética. Boletín Oficial del Estado, 96, de 20 de abril, 54856-54870. Recuperado de: https://www.boe.es/eli/es/o/2026/04/13/snd356.

Moody, Louise, Clarke, Samantha, Compton, Matt, Hughson-Gill, Rachael, Boardman, Felicity, Clark, Corinna, Holder, Pru, Bonham, James R. & Chudleigh, Jane (2025). Development of an online scenario-based tool to enable research participation and

public engagement in cystic fibrosis newborn screening: Mixed methods study. Journal of Participatory Medicine, 17, e59686. DOI: https://doi.org/10.2196/59686.

Nicolás Jiménez, Pilar, Pàmpols Ros, Teresa, García López, Fernando José, Martín Arribas, Concepción, Pérez Aytés, Antonio, García Sagredo, José Miguel, Díaz de Bustamante, Aránzazu, Dulín Iñiguez, Elena & Labrador Cañadas, María Vicenta (2021). Medio siglo de cribado neonatal en España: Evolución de los aspectos éticos, legales y sociales (AELS). Parte II, marco legal. Revista Española de Salud Pública, 95, e202101018. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/480.

Orden SND/356/2026 (2026). Orden SND/356/2026, de 13 de abril, por la que se modifican, en relación con la información y vigilancia en salud pública, cribados prenatales, neonatales y de cáncer colorrectal, los anexos I, II y III del Real Decreto 1030/2006, de 15 de septiembre, por el que se establece la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud y el procedimiento para su actualización; y por la que se modifica la Orden SND/606/2024, de 13 de junio, por la que se crea el Comité Asesor para la Cartera Común de Servicios en el Área de Genética. Boletín Oficial del Estado, Nº 96, de 20 de abril, 54856-54870. Recuperado de: https://www.boe.es/eli/es/o/2026/04/13/snd356.

Pàmpols Ros, Teresa, Pérez Aytés, Antonio, García Sagredo, José Miguel, Díaz de Bustamante, Aránzazu & Blanco Guillermo, Ignacio (2022). Cribado neonatal genómico. Perspectiva de la Comisión de Ética de la Asociación Española de Genética Humana. Parte II: Aspectos éticos, legales y sociales (AELS) de la introducción de las tecnologías de secuenciación masiva (NGS) en un programa de cribado neonatal de salud pública. Revista Española de Salud Pública, 96, e202203030. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/269.

Rahimzadeh, Vasiliki, Friedman, Jan M., de Wert, Guido & Knoppers, Bartha M. (2022). Exome/genome-wide testing in newborn screening: A proportionate path forward. Frontiers in Genetics, 13, 865400. DOI: https://doi.org/10.3389/fgene.2022.865400.

Rankin, Sara M., Marskell, Lucy, Hamad, Lina & Machin, Laura (2025). The UK National Screening Committee, the Newborn Genomes Programme, and the ethical conundrum for UK newborn screening. Journal of Community Genetics, 16(5), 589–601. DOI: https://doi.org/10.1007/s12687-025-00788-1.

Ravetz, Jerome R. (1999). What is post-normal science? Futures, 31(7), 647-653. DOI: https://doi.org/10.1016/S0016-3287(99)00024-5.

Rocha, Hugo, Marcão, Ana, Sousa, Carmen, Fonseca, Helena, Lopes, Lurdes, Carvalho, Ivone & Vilarinho, Laura (2021). Programa portugués de cribado neonatal. Revista Española de Salud Pública, 95, e202101005. Recuperado de: https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/484.

Rosen, Leah Teresa (2021). Mapping out epistemic justice in the clinical space: Using narrative techniques to affirm patients as knowers. Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine, 16(1), 9. DOI: https://doi.org/10.1186/s13010-021-00110-0.

Ross, Lainie Friedman & Clayton, Ellen Wright (2019). Ethical issues in newborn sequencing research: The case study of BabySeq. Pediatrics, 144(6), e20191031. DOI: https://doi.org/10.1542/peds.2019-1031.

Schnabel-Besson, Elena, Dikow, Nicola, Alex, Karla, Mütze, Ulrike, Straub, Hannah, Doll, Elena Sophia, Mahal, Julia, Brennenstuhl, Heiko, Mayer, Carlotta Julia, Neth, Lars, Hagedorn, Tobias, Högl, Henriette, Settegast, Sascha, Ditzen, Beate, Müller-Terpitz, Ralf, Kölker, Stefan, Schaaf, Christian P. & Winkler, Eva (2026). A multi-dimensional framework for establishing and managing a genomic newborn screening program. European Journal of Human Genetics, advance online publication. DOI: https://doi.org/10.1038/s41431-026-02045-6.

Stilgoe, Jack, Owen, Richard & Macnaghten, Phil (2013). Developing a framework for responsible innovation. Research Policy, 42(9), 1568–1580. DOI: https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.008.

Turnhout, Esther, Metze, Tamara, Wyborn, Carina, Klenk, Nicole & Louder, Elena (2020). The politics of co-production: Participation, power, and transformation. Current Opinion in Environmental Sustainability, 42, 15–21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.11.009.



Turnpenny, John, Jones, Mavis & Lorenzoni, Irene (2011). Where now for post-normal science? A critical review of its development, definitions, and uses. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 287–306. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385789.

Valcárcel-Nazco, Cristina, García-Pérez, Lidia, Linertová, Renata, Guirado-Fuentes, Carmen, Hernández-Yumar, Aránzazu, Paz-Valiñas, Lucinda, Cantero-Muñoz, Paula, Posada, Manuel & Serrano-Aguilar, Pedro (2023). Development of newborn screening policies in Spain 2003–2022: What do we actually need to reach an agreement? Rare Disease and Orphan Drugs Journal, 2. DOI: https://doi.org/10.20517/rdodj.2023.14.

Webster, Dianne, Gaviglio, Amy, Habib Khan, Aysha, Baker, Mei, Cheillan, David, Chabraoui, Layachi, Abdoh, Ghassan, Cabello, Juan, Giugliani, Roberto, Platis, Dimitris, Østrup, Jan, Howell, R. Rodney, Schielen, Peter C. J. I. & Bonham, James R. (2025). ISNS general guidelines for neonatal bloodspot screening 2025. International Journal of Neonatal Screening, 11(2), 45. DOI: https://doi.org/10.3390/ijns11020045.

Wesselink, Anna & Hoppe, Rob (2011). If post-normal science is the solution, what is the problem? The politics of activist environmental science. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 389-412. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385786.

Wilson, James Maxwell Glover & Jungner, Gunnar (1968). Principles and practice of screening for disease. Public Health Papers Nº 34, World Health Organization. Recuperado de: https://iris.who.int/handle/10665/37650.

**Anexo. Matriz de trazabilidad del *corpus* codificado**

Esta matriz reúne las 41 unidades codificadas y muestra su vía de localización, códigos temáticos y uso analítico. Los códigos C1–C11 se definen al final; una fuente pudo recibir más de un código. Los materiales empleados solo para verificar fechas o actuaciones públicas se enumeran después como contextuales no codificados y no forman parte del *corpus*.

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Andermann *et al*. (2008), *Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age* | *Bulletin of the World Health Organization*; DOI/ editorial OMS | C3, C4, C5, C8 | Actualiza los criterios clásicos de cribado y sustenta la tesis de que la expansión genética exige considerar evidencia, contexto, valores, equidad, gobernanza y revisión periódica de las decisiones. |
| 2 | Andrews *et al*. (2022), *Preparing newborn screening for the future* | *BMC Pediatrics*; DOI/editorial BMC | C3, C4, C7, C8 | Documenta los problemas de modernización del cribado y la necesidad de coordinación entre clínicos, gestores, investigadores, asociaciones, industria y otros actores; sirve como evidencia de participación multiactor. |
| 3 | Bidwell (2009), *Is Community-Based Participatory Research Postnormal Science?* | *Science, Technology, & Human Values*; SAGE/DOI | C6, C7, C8 | Permite distinguir participación de ciencia posnormal: la mera participación comunitaria no basta; son decisivas la deliberación, la ampliación de la experticia y la incorporación de hechos extendidos. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Brown *et al*. (2026), *Genomic newborn screening: A scoping review…* | *European Journal of Human Genetics*; Springer Nature/DOI | C4, C5, C7, C8 | Sustenta el análisis prospectivo del cribado genómico: consentimiento, selección de condiciones, datos, hallazgos, seguimiento, equidad y gobernanza; muestra que la expansión tecnológica multiplica los puntos de decisión y las ELSI. |
| 5 | Castiñeras *et al.* (2019), *Situación actual del cribado neonatal… en España y en el mundo* | *Anales de Pediatría*; Elsevier/ DOI | C1, C2, C4, C10 | Aporta antecedentes históricos y técnicos, especialmente el impacto de la espectrometría de masas en tándem, y documenta la heterogeneidad territorial española en perspectiva internacional. |
| 6 | Congreso de los Diputados (2025), Proposición de Ley 122/000233 | BOCG, Congreso de los Diputados | C2, C8, C11 | Fuente primaria para establecer quién presentó formalmente la proposición de ley, su contenido inicial y su justificación en términos de equidad; permite separar esta vía parlamentaria de la campaña denominada ILP. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Congreso de los Diputados (2026), Aprobación definitiva de la Proposición de Ley de modificación de normas sobre el programa de cribado neonatal del SNS, exp. 122/000233 (BOCG 277-9). | BOCG, Congreso de los Diputados. | C2, C7, C8, C11 | Documenta la aprobación definitiva por el Pleno del Congreso el 23 de julio de 2026 y permite examinar el texto resultante de la tramitación parlamentaria, incluidos los criterios de evaluación, homogeneización y participación. Se utiliza para reconstruir el desenlace parlamentario sin atribuir una relación causal directa entre la movilización asociativa y la aprobación de la reforma. |
| 8 | Couce *et al.* (2025), Current situation and new steps in newborn screening in Spain | *Anales de Pediatría (English Edition); Elsevier/ DOI* | C1, C2, C3, C4 | Síntesis de la evolución y situación del cribado neonatal en España. Documenta la variabilidad territorial existente a comienzos de 2025 y analiza el papel de las pruebas de segundo nivel, la ampliación progresiva de enfermedades y la futura incorporación de tecnologías genómicas. Se utiliza para contextualizar la transición tecnológica y organizativa previa a las ampliaciones normativas de 2025–2026. |
| 9 | Dondorp *et al.* (2025), *Autonomy and prevention... prenatal screening* | *Bioethics*; Wiley/ DOI | C3, C5, C8 | Opera como contraste analítico: permite explicar por qué las finalidades preventivas y la posición decisional de las familias en cribado neonatal difieren de las que estructuran determinadas modalidades de cribado prenatal. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Erazo & González-Lamuño (2026), *Cribado neonatal en España: equidad, valor clínico...* | Revista Española de Salud Pública; repositorio editorial | C1, C2, C3, C4, C5, C8 | Síntesis reciente de la evolución española; se utiliza para articular equidad territorial, valor clínico, capacidad organizativa y prudencia ante la expansión tecnológica. |
| 11 | Friedman *et al.* (2017), *Genomic newborn screening: Public health policy considerations...* | *BMC Medical Genomics*; DOI/ editorial BMC | C3, C4, C5, C8 | Proporciona criterios de política pública para el cribado genómico: utilidad clínica, interpretación de variantes, seguimiento, asesoramiento, gobernanza y cautela antes de sustituir las técnicas convencionales. |
| 12 | Funtowicz & Ravetz (1993), *Science for the post-normal age* | *Futures*; Elsevier | C6, C7, C8 | Fuente teórica fundacional. Sustenta incertidumbre sistémica, valores en disputa, consecuencias elevadas de la decisión, calidad y comunidad ampliada de evaluación; constituye el principal marco interpretativo del artículo. |
| 13 | García-Villoria *et al.* (2026), *The Spanish Uniform Newborn Screening Panel (SUSP)* | *International Journal of Neonatal Screening*; MDPI/ DOI | C2, C3, C7, C8, C10 | Documenta el esfuerzo profesional de armonización nacional, la variabilidad autonómica y la construcción consensuada de criterios, nomenclatura y vías diagnósticas. Es central para analizar la mediación profesional entre evidencia y política sanitaria. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 14 | González-Lamuño Leguina *et al.* (2021), El cribado metabólico del recién nacido como modelo asistencial de la medicina de precisión... | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C2, C3, C4, C5, C7 | Aporta la perspectiva profesional de AECOM sobre el cribado neonatal como modelo asistencial vinculado a la medicina de precisión. Documenta la variabilidad territorial, la evolución de los criterios de incorporación de enfermedades, el impacto de la innovación tecnológica y terapéutica y la participación de profesionales, pacientes y asociaciones. Se utiliza para analizar cómo la expansión del cribado articula evidencia, capacidad asistencial, demanda social y consideraciones éticas. |
| 15 | Grupo de Trabajo PCN-PT (2026), *Documento de consenso para la armonización...* | Ministerio de Sanidad, repositorio institucional | C2, C3, C7, C8, C11 | Fuente institucional principal para reconstruir la situación territorial reciente, estandarización de nomenclatura y clasificación, evaluación de enfermedades y participación de comunidades autónomas, sociedades científicas y asociaciones de pacientes. |
| 16 | la Marca (2021), *La organización del cribado neonatal en Italia...* | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C1, C3, C4, C10 | Aporta el modelo italiano de cribado ampliado, su base legislativa y organizativa y el papel de la espectrometría de masas; se utiliza como contraste internacional, no como comparación sistemática con España. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 17 | Lendínez (2024), *La vida en una gota* | Fuente audiovisual codificada | C2, C7, C9 | Analiza la representación audiovisual de la desigualdad territorial, la incorporación de experiencias de pacientes y familias y la construcción pública del cribado neonatal. No se emplea para inferir recepción, impacto social o influencia legislativa. |
| 18 | Ley Orgánica 3/1984, de 26 de marzo | BOE | C8, C11 | Delimita los requisitos jurídicos de la ILP estatal y permite distinguir ese procedimiento formal de la campaña asociativa examinada. |
| 19 | Ley 3/2026, de 29 de julio | BOE | C2, C3, C7, C8, C11 | Fuente normativa para la situación vigente: evaluación al menos anual, cohesión, equidad, actualización continua y mecanismos de participación. Sustenta la interpretación de la institucionalización reciente de nuevas formas de gobernanza. |
| 20 | Maas *et al.* (2022), *Co-producing the science–policy interface…* | *Humanities and Social Sciences Communications*; Springer Nature/ DOI | C7, C8 | Permite problematizar el modelo lineal ciencia-política y fundamentar la interpretación de relaciones más coproducidas entre investigación, administración y otros actores, sin confundirlas con una mera transferencia de evidencia. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 21 | Marín Soria *et al.* (2021), *Inicio, evolución y situación actual... en España* | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C1, C2, C3 | Fuente empírica fundamental para la reconstrucción histórica y territorial: documenta el origen en 1968, descentralización, universalización, armonización y variabilidad de los paneles —entre 8 y 29 enfermedades en la fotografía correspondiente a 2019—. |
| 22 | Mayor Zaragoza (2021), *50 años de diagnóstico precoz de metabolopatías en España* | Centro de Estudios Ramón Areces; volumen conmemorativo | C1, C8 | Fuente histórico-testimonial para reconstruir la iniciativa de 1968, el papel de Granada, Magdalena Ugarte y la temprana institucionalización. Se utiliza como evidencia primaria/testimonial, no como evaluación contemporánea del programa. |
| 23 | Meskens (2024), *The ethical motivation for post-normal science* | *Futures*; ScienceDirect/DOI | C5, C6, C7, C8 | Desarrolla la dimensión ética de la ciencia posnormal, la reflexividad, la inclusión de conocimiento no experto y la responsabilidad compartida en condiciones de evidencia incompleta. |
| 24 | Moody *et al.* (2025), *Development of an online scenario-based tool...* | *Journal of Participatory Medicine*; JMIR/ DOI | C5, C7, C9 | Evidencia empírica del valor de incorporar experiencias familiares y perspectivas públicas a decisiones sobre tecnologías de cribado; permite distinguir la función epistémica de la participación de su función legitimadora. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 25 | Nicolás Jiménez *et al.* (2021), Medio siglo de cribado neonatal en España... Parte II, marco legal | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C2, C3, C5, C8, C11 | Reconstruye el marco jurídico español del cribado neonatal y su doble condición de actuación de salud pública y prestación sanitaria. Se utiliza para analizar la distribución de competencias entre Estado y comunidades autónomas, los principios de equidad, eficacia y calidad y las garantías asociadas al cribado genético: información y consentimiento, interés superior del menor, protección de datos, derecho a no saber, evaluación ética y gestión de muestras biológicas. |
| 26 | Orden SND/356/2026, de 13 de abril | BOE | C2, C3, C4, C11 | Fuente jurídica primaria para la ampliación de la cartera común a 21 enfermedades y el cambio de denominación del programa; permite distinguir ampliación normativa de implantación territorial efectiva. |
| 27 | Pàmpols *et al.* (2022), *Cribado neonatal genómico... Parte II: AELS* | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C3, C4, C5, C7 | Aporta una perspectiva española sobre proporcionalidad, mejor interés del menor, consentimiento, justicia distributiva, actores comerciales, asociaciones de pacientes y consenso público ante la secuenciación genómica. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 28 | Rahimzadeh *et al.* (2022), *Exome/Genome-Wide Testing in Newborn Screening* | *Frontiers in Genetics*; DOI/ editorial Frontiers | C3, C4, C5, C8 | Fundamenta el principio de proporcionalidad y la exigencia de utilidad clínica, accesibilidad, seguimiento y protección frente a la ampliación prematura mediante secuenciación de exoma/genoma. |
| 29 | Rankin *et al.* (2025), *The UK National Screening Committee, the Newborn Genomes Programme...* | *Journal of Community Genetics*; Springer/DOI | C3, C4, C5, C8, C10 | Caso comparativo sobre las tensiones entre criterios tradicionales de cribado y programas genómicos; muestra cómo el cambio tecnológico puede alterar categorías de tratabilidad, accionabilidad y justificación de políticas. |
| 30 | Ravetz (1999), *What is Post-Normal Science* | *Futures*; Elsevier/ DOI | C6, C7, C8 | Precisa el desplazamiento desde verdad/certidumbre hacia calidad del proceso y la función de comunidades ampliadas y hechos extendidos en situaciones de elevada incertidumbre y stakes. |
| 31 | Rocha *et al.* (2021), *Programa portugués de cribado neonatal* | *Revista Española de Salud Pública*; repositorio editorial | C1, C3, C10 | Aporta el contraste portugués: programa nacional centralizado, cobertura elevada y evaluación progresiva mediante estudios piloto; ayuda a mostrar que la arquitectura institucional condiciona la armonización. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 32 | Rosen (2021), *Mapping out epistemic justice in the clinical space* | *Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine*; BMC/ DOI | C5, C7, C8 | Fundamenta la consideración del paciente como sujeto epistémico y el valor del conocimiento experiencial; se utiliza para desarrollar la dimensión epistémica —no únicamente procedimental— de la participación. |
| 33 | Ross & Clayton (2019), *Ethical Issues in Newborn Sequencing Research: The Case Study of BabySeq* | *Pediatrics*; AAP/ DOI | C4, C5 | Caso concreto sobre hallazgos de inicio adulto, autonomía futura del menor y «beneficio familiar»; ilustra cómo la genómica genera incertidumbres y conflictos normativos no presentes del mismo modo en el cribado convencional. |
| 34 | Schnabel-Besson *et al.* (2026), *A multi-dimensional framework... genomic newborn screening* | *European Journal of Human Genetics*; Springer Nature/DOI | C3, C4, C5, C7, C8 | Aporta un marco multidimensional construido por expertos clínicos, éticos, jurídicos, psicológicos y representantes de pacientes; muestra que la gobernanza del gNBS requiere criterios clínicos, diagnósticos, terapéuticos y de gestión. |
| 35 | Stilgoe, Owen & Macnaghten (2013), *Developing a framework for responsible innovation* | *Research Policy*; Elsevier/DOI | C4, C7, C8 | Se emplea para diferenciar el enfoque posnormal de la investigación e innovación responsables; aporta las dimensiones de anticipación, reflexividad, inclusión y capacidad de respuesta como marco próximo, pero no equivalente. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 36 | Turnhout *et al.* (2020), *The politics of co-production* | *Current Opinion in Environmental Sustainability*; Elsevier/DOI | C7, C8 | Introduce poder, desigualdad y despolitización en la coproducción. Sirve para evitar una lectura normativamente ingenua según la cual toda participación produce automáticamente mayor legitimidad o mejores decisiones. |
| 37 | Turnpenny, Jones & Lorenzoni (2011), *Where Now for Post-Normal Science?* | *Science, Technology, & Human Values*; SAGE/DOI | C6, C7, C8 | Revisión crítica del desarrollo y usos de PNS; permite distinguir el concepto como descripción, prescripción normativa y método, y evita convertirlo en una explicación genérica de cualquier proceso participativo. |
| 38 | Valcárcel-Nazco *et al.* (2023), *Development of newborn screening policies in Spain 2003–2022* | *Rare Disease and Orphan Drugs Journal*; DOI/ editorial | C2, C3, C7, C8 | Fuente clave para examinar desigualdad territorial, evaluación de tecnologías sanitarias, coste-efectividad y participación de asociaciones y sociedades científicas en la toma de decisiones española. |
| 39 | Webster *et al.* (2025), *ISNS General Guidelines for Neonatal Bloodspot Screening 2025* | *International Journal of Neonatal Screening*; MDPI/ DOI | C3, C5, C7, C8, C10 | Marco internacional actualizado sobre calidad del programa, consentimiento, auditoría, biobancos, seguimiento y ELSI; sirve como referencia para valorar los requisitos de un sistema de cribado robusto más allá del número de enfermedades. |

| Nº | Fuente e identificación | Vía de localización/ acceso documental | Código(s) temático(s) | Uso analítico en el manuscrito |
|---|---|---|---|---|
| 40 | Wesselink & Hoppe (2011), *If Post-Normal Science is the Solution, What is the Problem?* | *Science, Technology, & Human Values*; SAGE/DOI | C6, C7, C8 | Crítica fundamental para el manuscrito: advierte que modificar la producción científica o ampliar pares no sustituye la política, el poder ni las instituciones. Sustenta la cautela frente a explicaciones lineales sobre la relación entre movilización ciudadana y decisión política. |
| 41 | Wilson & Jungner (1968), *Principles and Practice of Screening for Disease* | OMS, *Public Health Papers* nº 34 | C3, C4 | Fuente fundacional de los principios de cribado poblacional; establece el punto de partida histórico-normativo frente al que se analizan su posterior revisión y los desafíos introducidos por las nuevas capacidades diagnósticas. |



Fuente: elaboración propia.

**Ejes de codificación**

C1: institucionalización e historia
C2: equidad territorial y armonización
C3: criterios de incorporación, evaluación, calidad y efectividad
C4: innovación tecnológica y expansión del cribado
C5: incertidumbre y dimensiones éticas, legales y sociales
C6: ciencia posnormal, calidad y pluralidad de valores
C7: participación, comunidad ampliada y conocimiento experiencial
C8: gobernanza, legitimidad, coproducción y relaciones ciencia-política
C9: comunicación y participación pública
C10: comparación internacional y modelos organizativos
C11: regulación y proceso político-parlamentario

**Materiales contextuales no codificados**

Agencias (2025). La Asociación Más Visibles registra una ILP para garantizar un cribado neonatal más amplio, homogéneo y accesible. Diario Siglo XXI, 8 de mayo. Recuperado de: https://www.diariosigloxxi.com/texto-ep/mostrar/20250508192439/asociacion-visibles-registra-ilp-garantizar-cribado-neonatal-amplio-homogeneo-accesible.

Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles (s/f). La vida en una gota. Recuperado de: https://www.masvisibles.com/la-vida-en-una-gota.

Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles (2025). Declaración de la Asociación Más Visibles sobre la Proposición de Ley de cribado neonatal y la Iniciativa Legislativa Popular. Declaración institucional, noviembre. Recuperado de: https://www.masvisibles.com/.

Boreal (s/f). Cribado neonatal homogéneo: Detectar precoz y equitativamente enfermedades en recién nacidos. Recuperado de: https://www.boreal.es/ilp/ley-cribado-neonatal.

Constantes y Vitales (2025). La asociación 'Más Visibles' presenta una iniciativa legislativa popular para aumentar el cribado neonatal en España y que sea más equitativo. laSexta, 16 de octubre. Recuperado de: https://www.lasexta.com/constantes-vitales/noticias/asociacion-mas-visibles-presenta-iniciativa-legislativa-popular-aumentar-cribado-neonatal-espana-que-sea-mas-equitativo_2025101668f0d7b9dc27b32ca388559b.html.

Constantes y Vitales (2026). Mejor Campaña de Divulgación en Prevención Médica: Asociación de Enfermedades Raras Más Visibles. laSexta, 5 de noviembre. Recuperado de: https://www.lasexta.com/constantes-vitales/premios/2026/mejor-campana-divulgacion-prevencion-medica-asociacion-enfermedades-raras-mas-visibles_202611056aeb5ecc4196933d7ed08b74.html.

de la Torre, Rodrigo (2026). El diagnóstico precoz de enfermedades raras y la Ley de Cribado Neonatal cada vez más cerca: Llegan al Congreso más de 300.000 firmas. ElPlural.com, 25 de junio. Recuperado de: https://www.elplural.com/sociedad/diagnostico-precoz-enfermedades-raras-ley-cribado-neonatal-cada-vez-mas-cerca-llegan-congreso-mas-300000-firmas_393965102..

10.35362/issn.1850-0013-1243

# *When Extended Peer Communities are not Feasible. "Bounded Science with Local People" and Knowledge Production in Violent Territories* *

# Cuando las comunidades ampliadas de pares no son viables. "Ciencia delimitada con gente local" y producción de conocimiento en territorios violentos

# Quando comunidades ampliadas de pares não são viáveis. "Ciência restrita com pessoas locais" e produção de conhecimento em territórios violentos

**Enrique García Becerra , Jesús Rodríguez Rodríguez y Jaime Paneque-Gálvez** **

*Post-Normal Science (PNS) is operationalized through Extended Peer Communities (EPCs), which guarantee knowledge quality, legitimacy and policy relevance through participation and public deliberation of stakeholders with interest in a complex problem. Yet the minimum conditions that EPCs require—like trust, safety or freedom of speech—may be absent in violent territories under criminal control. Considering such contexts, in this article we ask whether research inspired by PNS can be operationalized where EPCs are not feasible due to the unacceptable risks that they would bear onto participants; in addition, we reflect on what forms of participatory knowledge production are possible when EPCs cannot be established and ask whether they would qualify as PNS. To address these questions, we conducted a case study in Chulavista, a large-scale low-income housing development in the peri-urban fringe of Guadalajara (Mexico), which is affected by housing abandonment, criminal governance and violence. Given the safety constraints found, we adapted our methodological strategy and developed a bounded form of "science with the people" that incorporated extended facts but involved no plural deliberation nor extended peer review. We discuss its ethical implications, present our main contributions, and argue that whether such arrangements count as PNS remains an open question*.

***Keywords:*** *adaptive methodologies; housing abandonment; peri-urban areas; post-normal science; violence*



* Recepción del artículo: 27/06/2026. Entrega del dictamen: 07/10/2026. Recepción del artículo final: 16/11/2026.
** *Enrique García Becerra:* Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD), Universidad de Guadalajara, México. Correo electrónico: enrique.gbecerra@academicos.udg.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5829-9285. *Jesús Rodríguez Rodríguez:* Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México. Correo electrónico: jesus.rrodriguez@academicos.udg.mx. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6706-8723. *Jaime Paneque-Gálvez:* Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Autor de correspondencia. Correo electrónico: jpanequegalvez@ciga.unam.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9926-2742.

10.35362/issn.1850-0013-1243

La ciencia posnormal (PNS, por sus siglas en inglés) opera mediante comunidades ampliadas de pares (EPC, por sus siglas en inglés) que garantizan calidad del conocimiento, legitimidad y relevancia política gracias a la participación y deliberación pública de las partes interesadas en un problema complejo. Sin embargo, las condiciones mínimas que requieren las EPC —como confianza, seguridad o libertad de expresión— pueden estar ausentes en territorios violentos bajo control criminal. Considerando estos contextos, nos preguntamos si la investigación inspirada en la PNS puede llevarse a la práctica donde las EPC no son viables, debido a que generaría riesgos inaceptables para los participantes; además, reflexionamos sobre qué formas de producción participativa de conocimiento son posibles cuando no se pueden establecer las EPC y nos preguntamos si estas formas podrían considerarse PNS. Para abordar estas cuestiones, realizamos un estudio de caso en Chulavista, un complejo habitacional a gran escala situado en la periferia de Guadalajara (México), que se ve muy afectado por el abandono de viviendas, la gobernanza criminal y la violencia. Dadas las limitaciones de seguridad detectadas, adaptamos nuestra estrategia metodológica y desarrollamos una forma limitada de "ciencia con la gente" que incorporaba hechos ampliados, pero que no implicaba deliberación plural ni revisión ampliada de pares. Analizamos sus implicaciones éticas, presentamos nuestras principales contribuciones y sostenemos que si este tipo de acuerdos pueden considerarse PNS sigue siendo una cuestión abierta.

**Palabras clave:** abandono habitacional; áreas periurbanas; ciencia posnormal; metodologías adaptativas; violencia



A ciência pós-normal (PNS, sigla em inglês) é colocada em prática por meio de comunidades ampliadas de pares (EPC, sigla em inglês), que garantem a qualidade do conhecimento, a legitimidade e a relevância política graças à participação e à deliberação pública das partes interessadas em um problema complexo. No entanto, as condições mínimas exigidas pelas EPC —como confiança, segurança ou liberdade de expressão— podem estar ausentes em territórios violentos sob controle criminoso. Considerando esses contextos, questionamos se a pesquisa inspirada na PNS pode ser colocada em prática onde as EPC não são viáveis, uma vez que gerariam riscos inaceitáveis para os participantes; além disso, refletimos sobre quais formas de produção participativa de conhecimento são possíveis quando não é possível estabelecer as EPC e nos perguntamos se essas formas poderiam ser consideradas PNS. Para abordar essas questões, realizamos um estudo de caso em Chulavista, um complexo habitacional de grande escala localizado na periferia de Guadalajara (México), que é fortemente afetado pelo abandono de moradias, pela governança criminosa e pela violência. Dadas as limitações de segurança detectadas, adaptamos nossa estratégia metodológica e desenvolvemos uma forma restrita de "ciência com as pessoas" que incorporava fatos ampliados, mas que não envolvia deliberação plural nem revisão ampliada por pares. Analisamos suas implicações éticas, apresentamos nossas principais contribuições e defendemos que ainda é uma questão em aberto se esse tipo de acordo pode ser considerado PNS.

**Palavras-chave:** abandono habitacional; áreas periurbanas; ciência pós-normal; metodologias adaptativas; violência

## Introduction

Post-Normal Science (PNS) emerged as an alternative scientific approach to deal with complex socioenvironmental problems which required urgent decisions that, nonetheless, had high levels of uncertainty and involved different stakeholders with conflicting values and high stakes on the issue at hand (Funtowicz & Ravetz, 1993). The proponents of PNS argued that, in such situations, neither applied science nor professional consultancy were effective for producing appropriate knowledge to support decision-making. At the core of their proposal was the creation of "Extended Peer Communities" (EPCs), "consisting not merely of persons with some form or other of institutional accreditation, but rather of all those with a desire to participate in the resolution of the issue" (Funtowicz & Ravetz, 2003, p. 7). In addition to providing "extended facts" (e.g., knowledge they already possess or can produce regarding the problem under investigation), EPCs are key to ensuring knowledge quality, legitimacy and policy relevance; therefore, adopting a PNS lens is coupled with the idea of forming an EPC, which means that the production and use of expert knowledge become subject to broader forms of social scrutiny and public deliberation (Funtowicz & Ravetz, 2000).

If EPCs are a fundamental condition for "doing PNS", one may ask: What happens when creating EPCs is not feasible, for example because it is too risky for people to participate in public deliberation processes in contexts traversed by extreme violence, or because there is no social trust in public policies and decision-making processes owing to widespread corruption from local civil servants and politicians? Questions of this sort have been barely explored so far in the PNS literature, perhaps because its geographic origin and most of its development have taken place in the global North. Nevertheless, there are several recent efforts —including some from researchers based in the global South— which have sought to assess the potential limitations of PNS in contexts marked by weak institutional legitimacy, high corruption, crime, violence and power asymmetries among stakeholders (Turnpenny *et al*., 2011; Giatti, 2019; Orozco-Meléndez *et al*., 2024; García Becerra & Rodríguez Rodríguez, 2025). One major limitation that has been identified in such contexts, at least in cases where particularly adverse conditions exist, is precisely that forming EPCs may be unfeasible (Orozco-Meléndez *et al*., 2024). Consequently, it is advisable to be cautious and not to assume that conventional models of participation and knowledge co-production — as typically suggested or adopted by PNS scholars— can be implemented anywhere (Orozco-Meléndez *et al*., 2024).



Taking into consideration that conducting PNS in certain territories is beset by severe challenges, potentially including unsafe conditions for participants in EPCs, is not to say that we should necessarily discard the adoption of a PNS framework. Rather, such challenges and risks invite us to reconceptualize or reframe what seems possible in every hostile situation as compared to the PNS ideal. For instance, we may think of PNS as a flexible heuristic framework whose concrete forms of implementation will depend upon specific territorial conditions (e.g., political, institutional, criminal) (Farrell, 2011; Strand, 2017; Orozco-Meléndez *et al.*, 2024). As we will argue in this paper, understanding PNS in a more flexible way, when necessary, may imply that it cannot always or solely rely on the emergence and the expected function performed by EPCs as they were originally proposed by Funtowicz and Ravetz (1993). Accordingly,

we suggest that adopting a PNS framework in violent, dangerous territories, where the creation of EPCs would impose unacceptable risks for participants, may instead depend on designing a partial, adaptive and context-sensitive methodological strategy. We posit that adopting scientific practices inspired by the principles of PNS to the extent that is locally feasible, even if that means not forming EPCs for the sake of participants' own safety, does not necessarily undermine the ethos of PNS insofar as we are dealing with post-normal problems, i.e., those where we find the "post-normal mantra", namely: conditions where facts are uncertain, values in dispute, stakes high and decisions urgent (Funtowicz & Ravetz, 1993).

In this article we provide an empirical account to examine our initial argument on the need to tailor a PNS framework so that it fits with very harsh local conditions. We draw on a doctoral study conducted by the first author in Chulavista, a large-scale low-income housing development located in the municipality of Tlajomulco de Zúñiga, on the peri-urban fringe of the Guadalajara Metropolitan Area, Mexico. Specifically, we examine a participatory process of territorial knowledge production that we developed to identify and classify abandoned houses in Chulavista, which could be useful for revealing how criminal governance and violence may underpin, to a certain extent, the housing abandonment crisis in Mexico and the problems it entails. A feature of particular interest to analyze this phenomenon in Mexico is that peri-urban housing developments of this type, which cater for low-income people, are characterized by intense socio-spatial segregation and high levels of crime and violence. This means that conducting research in these places is usually unsafe as it poses significant risks to researchers and participants. Given such constraints, and in light of what is normally expected from a PNS lens, we ask: can research inspired by PNS be carried out in dangerous territories where EPCs cannot be established without exposing participants to unacceptable risks? In other words: what forms of participatory knowledge production and methodological strategies can be developed in violent (peri-)urban territories where the conditions required to establish an EPC are absent?



Both questions are especially relevant in Mexico given the ubiquitous presence of organized crime groups, the extreme violence they perform to exert territorial control and ensure their operations, as well as the quasi-total impunity they benefit from (Valencia, 2016; Blazquez & Le Cour Grandmaison, 2021; Lomnitz, 2023). Such groups are no longer confined to remote rural areas, but increasingly operate from urban centers, often from housing developments located in their peripheries. This trend has likely been exacerbated, at least to a certain extent, by the rapid growth of peri-urban areas associated with neoliberal housing policies (Monkkonen, 2019; Paquette-Vassalli *et al*., 2025).

Chulavista provides an appropriate case study to address the questions that underpin the argument on which we reflect in this paper. On the one hand, according to the INEGI 2020 census 3,398 of the 14,615 houses in Chulavista were inhabited (i.e., 23.3%); furthermore, the Tlajomulco de Zúñiga municipality had 77,709 vacant houses, i.e., the

largest number in the state of Jalisco[1] (IIEG, 2020; INEGI, 2020). On the other hand, Chulavista is regarded as an insecure and potentially dangerous place by most residents and the authorities. For instance, the municipal C4 system[2] had records of 69 homicide reports in Chulavista over the 2019–2022 period (Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, 2023, p. 2); yet the real figure is likely to be much higher as many homicides associated with organized crime in Mexico go unreported because of fears of reprisals.

As the reader will probably grasp, the absence of adequate safety conditions in Chulavista made it extremely difficult to attempt establishing an EPC to collectively study and seek solutions to the housing abandonment problem. In addition, many years of political neglect of the multiple everyday problems that the residents of Chulavista must endure have made them very distrustful of politicians and decisionmakers. This fact added another thick layer of complexity to our initial wish of creating an EPC. Within this narrow window to operationalize the study, the first author resorted to developing a limited form of participation from a group of seven resident women who were keen on collecting data on the status of houses across Chulavista in exchange for a weekly payment.

In this paper we analyze the participatory, adaptive and context-sensitive methodological strategy designed and implemented in the field as well as what it means for scholars who wish to adopt a PNS framework in contexts where violence may make EPCs unfeasible or undesirable on the basis of unacceptable risks to participants. In addition, we examine the results that this methodological approach produced in relation to the housing abandonment problem under investigation. Three main contributions stem from our study: 1) methodologically, we show how an initial, "ideal" research design can be adapted to better address unsafe local conditions so that it does not add further risks to participants and researchers; 2) theoretically, we reflect on what remains of the "science with the people" ideal when EPCs cannot be created and what possibilities exist to embrace the PNS philosophy in extreme situations such as those described in our study; and 3) empirically, we document the extent of the housing abandonment problem in Chulavista and classify the current state of the houses across the 19 phases of this large peri-urban development.



The article is organized as follows: Section 1 provides a brief review of debates on PNS, EPCs, (peri-)urban violence and housing abandonment in Mexico. Section 2 presents the case study, the adaptive methodology designed and put forward, and some ethical considerations. Section 3 reports on the housing abandonment inventory carried out and the methodological benefits and limitations encountered. In Section 4 we discuss our results in connection with the contributions mentioned in the previous paragraph. Finally, we provide some conclusions regarding our contributions and suggestions for future research on this topic.

[1] Guadalajara is Jalisco's capital.

[2] The C4 system is a key component of municipal security and emergency attention in Mexico. Its acronym stands for *Centro de Control, Comando, Comunicación y Cómputo* (Center for Control, Command, Communication and Computation).

## 1. Theoretical background

### 1.1. Post-normal science and operational constraints in violent contexts

PNS proposes expanding the processes of knowledge production, assessment and validation to tackle a post-normal problem. To that end, PNS has an epistemological-normative orientation that can be termed "science with the people", which implies both a democratization of science for problem resolution and an epistemological extension (Funtowicz & Ravetz, 2000). To operationalize such an orientation PNS seeks to bring together the different social actors that are affected by a specific problem and create an EPC. In that sense, EPCs are spaces where different types of knowledge converge —e.g., scientific, technical, institutional, contextual, experiential— and can lead to a better understanding and management of a complex problem.

Although PNS was originally conceived as an approach to better address complex problems that implied the existence of conflicts, it has generally been adopted in cases where conditions were relatively favorable for open participation, deliberation and exchange of ideas among social actors —i.e., for establishing effective EPCs (Turnpenny *et al*., 2011; Funtowicz & Ravetz, 2025). Recent scholarship on PNS, however, has shown that the formation of EPCs may depend on social, institutional and techno-scientific conditions that are not necessarily present in many geographic contexts across the global South (Orozco-Meléndez *et al*., 2024). Of particular relevance in that sense are locations where governmental institutions lack social legitimacy because of high levels of corruption and power abuse. That means that ordinary citizens are very unlikely to engage in deliberative processes with government officials due to distrust and significant risks of tokenistic participation. Another factor that severely hinders social participation is violence. When lay people live in places where speaking out publicly on controversial issues may threaten their lives, the idea of engaging in EPCs seems very unrealistic.



We argue that wherever such limitations exist, the central question regarding participation and public deliberation should shift: rather than asking ourselves how they should be fostered or expanded to adhere to the PNS ethos, we should carefully consider whether asking people to participate in the investigation and solution of a post-normal problem is feasible and ethically justifiable. In this article we thereby assess the feasibility of forming EPCs both as a practical and ethical question. Following Orozco-Meléndez *et al*. (2024), we argue that trust, institutional relationships and opportunities for disagreements among participants must be evaluated beforehand in cases where unfavorable conditions for safe EPCs exist. In such cases, therefore, the main problem that must be considered is people's safety.

### 1.2. Urban violence and knowledge production in Mexico

The geography of organized crime and associated violence in Mexico has been deeply reconfigured since the early 2000s. Most studies and press news focusing on this phenomenon have been concerned with the increasing spectacularization of violence and the unbearable death and disappearance toll that has characterized it, particularly

once the so-called “war against narco” was launched by President Felipe Calderón in 2006 (Valencia, 2016). Far less attention has received the analysis of how these war-like conditions affect the everyday lives of ordinary citizens, particularly in cities, for example on shaping their mobility and their interactions with people outside their inner circle (Durán-Martínez, 2018; Trejo & Ley, 2020; Blazquez & Le Cour Grandmaison, 2021; Blazquez, 2025). Nevertheless, the rapid territorial expansion of a growing number of criminal groups, the diversification of their operations, their leverage among many young people, and the uneven capacity of the State to deal with this crisis —to name a few factors— have produced contexts in which violence operates through everyday mechanisms such us informal surveillance, bribery, extortion, forced displacement, control of economic activities and appropriation of space (Lessing, 2021; Lomnitz, 2023).

Peri-urban territories are particularly relevant to understanding the dynamics of organized crime. Several scholars have shown how peri-urban precarity, weak institutional presence and a limited provision of basic public services are conducive to the establishment of hybrid forms of governance in which public officials, residents and criminals interact in complex ways (Arias, 2017; Duarte Villa *et al*., 2021; Lessing, 2021). Under such circumstances, the residents of informal settlements and low-income housing developments in the peripheries of cities must adjust to conform to the tacit rules imposed by criminal governance. In practice this regime affects everyday life in realms like economic activity, mobility, use of public space, relationships or safety measures, to name a few. Consequently, walking off their usual paths, taking photographs, journaling, or talking to unfamiliar people may acquire meanings and elicit risks quite differently than in safer urban environments. Voluntary participation in research activities or public deliberation processes is therefore very difficult for residents of this type of peri-urban territories as it may impose onto them an extra layer of insecurity.



Conditions for doing social research based on fieldwork in peri-urban territories in Mexico pose significant challenges for researchers as well. Several studies undertaken in Latin America have shown that violence is not just an additional feature of the place in which research is conducted, but an active condition that shapes the feasibility of access, observation, social interaction and knowledge (co-)production (Rodgers, 2004; Goldstein, 2012; Baird, 2018; Blazquez, 2025). Under these conditions, researchers must continuously negotiate issues like trust, dialogue, mobility, protection and safety both for them and their territorial allies. Researching in violent places thus entails adapting conventional methods and ethical protocols to fit what is possible without incurring further risks. From a PNS perspective this issue is especially problematic as it may question its foundational principles and how they are operationalized with EPCs through open participation and public deliberation among all relevant stakeholders (Orozco-Meléndez *et al*., 2024). In these contexts, it may well be unfeasible to increase participation or simply unacceptable to promote it given the risks it may carry. Is it then impossible to adopt a PNS framework in violent territories such as those that are sadly so widespread in Mexico and elsewhere in Latin America?

### 1.3. Peri-urban development, housing abandonment, and territorial deterioration

Housing abandonment in Mexico is closely connected to the urban expansion dynamics associated with the mass production of social housing from the late 1990s (Paquette-Vassalli *et al*., 2025). Factors like subsidies for mortgage financing, the opening of housing markets to large private developers and neoliberal public policies geared toward maximizing the number of houses built boosted the construction of large-scale low-quality developments in peri-urban areas that lacked appropriate access, infrastructure and basic services (Villar Calvo & Méndez Ramírez, 2014; Monkkonen, 2019). Although this housing model led to a relative decrease in the quantitative deficit that existed in the country, greater opportunities for buying low-quality housing in peri-urban areas did not guarantee access to the city (Rodríguez & Sugranyes, 2005).

The adverse social consequences of this model became apparent only a few years after large-scale low-income housing developments were first occupied. Long commuting times, high costs of mobility, insufficient or non-existent public services, limited economic opportunities and deterioration of infrastructure and housing led to the rapid abandonment of many dwellings across the country (Harner *et al*., 2017; Monkkonen, 2019). Many vacant houses were vandalized, informally occupied or used by organized crime for illicit activities, subsequently. At the same time, urban physical decay weakened residents' networks and intensified their perception of insecurity (Holguín Ávila & Maycotte Pansza, 2024; Paquette-Vassalli *et al*., 2025). Housing abandonment dynamics have thus deepened peri-urban vulnerability which, in turn, has led to more abandonment.



The Mexican case is outstanding owing to the scale of the phenomenon, the speed of urban expansion, and the interaction between urban precariousness, insecurity and violence (Reyes, 2021; González-Ochoa, 2023; Paquette-Vassalli *et al*., 2025). Vacant houses may thus be interpreted as visible footprints resulting from urban exclusion, peri-urban disinvestment, territorial stigmatization and conflict (Wacquant, 2007), which makes housing abandonment a relevant and timely post-normal problem well suited to explore the epistemological and methodological challenges that arise when we aspire to adopt a PNS framework.

### 1.4. Science with the people and participatory territorial knowledge production

Given the hostile conditions described here for the case of many peri-urban settings across Mexico, we claim that PNS' "science with the people" provides a more useful point of departure than EPCs; as the former is an epistemological and normative orientation rather than a specific mechanism to put it into practice, it should be possible to adapt it to context-specific participatory arrangements with residents to minimize the risks identified for a particular settlement. In that way, for instance, people who are affected by a problem could help record observable conditions and interpret local processes even if public deliberation cannot be safely convened. Such participatory territorial knowledge production, however, does not necessarily translate into representative or fair participation, symmetrical relationships between researchers and participants, or the greater quality of knowledge produced by EPCs that PNS aims to achieve.

In **Table 1** we summarize some dimensions that are relevant to PNS and compare them between different scientific approaches including ours in this study, which we may call "bounded science with local people". For Funtowicz and Ravetz (1993), PNS implies not just an extended community of peers —who share an interest in a given problem and work alongside to assess knowledge quality—, but also "extended facts", defined as other types of knowledge —e.g., experiential, spatial— that would not be included as evidence in normal science. Bidwell (2009) has shown that community-based participatory research is not inherently PNS; rather, it may become so when deliberation about data, analysis and subsequent action is open to a wider spectrum of interested people. These distinctions enable us to more accurately frame the participation that we could achieve in our study. We could incorporate into knowledge production some extended facts from seven participants, yet they did not participate in problem-framing, nor did they assess the quality of the knowledge ultimately produced by the academic team. Consequently, the approach we could implement is certainly different from an EPC and from a study based on key informants or focus groups.

**Table 1. Different scientific approaches and outputs across several dimensions relevant to PNS**

| Dimension | Normal science | Key informants / Focus groups | PNS with an EPC | Bounded science with local people (this study) |
|---|---|---|---|---|
| **Who produces knowledge** | Accredited experts | Researchers, drawing on participants' accounts | Experts together with all with a stake in the problem | Academic team; resident women collected data in the field, thus producing the inventory map |
| **Role of non-academic participants** | Research subjects or data sources | Informants whose views are elicited and interpreted by researchers alone | Extended peers who contribute extended facts and assess the quality of knowledge | Paid field collaborators whose territorial roots and ties as local residents made data collection possible |
| **Research design and categories** | Defined by experts | Defined by researchers | Negotiated among participants | Defined by the academic team |
| **Deliberation** | Within disciplinary communities | Moderated discussion within the researchers' agenda | Open and plural, including values and stakes | Limited discussions during trainings and map collection |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Quality assurance** | Scientific peer review | Researchers' interpretation | Extended peer review | Academic team's criteria and validation, informed by participants' local knowledge |
| **Conditions assumed** | Institutional autonomy of science | Safe meeting spaces and recruitable participants | Safety, trust, legitimacy and open spaces for deliberation | Pre-existing networks of trust, residents' ability to move without drawing attention |
| **Relation to decision-making** | Not the primary goal. Expert advice to policy if requested | Not the primary goal. Expert advice to policy if requested | A primary goal. Deliberation informs and legitimizes decisions | An important goal but not achieved. Inventory results and expert advice were provided to SEDATU though they had not been requested |

Source: own elaboration based on Funtowicz and Ravetz (1993), Bidwell (2009) and Orozco-Meléndez *et al.* (2024).



## 2. Case study and methodological strategy

### 2.1. The territorial context of Chulavista

Construction of Chulavista began in the late 1990s in the municipality of Tlajomulco de Zúñiga, which is in the southern peri-urban fringe of the Guadalajara Metropolitan Area (**Figure 1**). This housing development exemplifies the neoliberal model of peri-urban real estate development described earlier, which typically occupies agricultural land far from the city center (**Figure 2**). Chulavista was conceived as an affordable development for working-class families and was built in 19 phases, as shown in **Figure 3**. Over the years, however, it has become an emblematic case of housing abandonment in Guadalajara (Hernández Villalvazo, 2017). Following the five rationales proposed by Yin (2009) for single-case studies, Chulavista represents a "revelatory case" because it offers an opportunity to study a phenomenon that is largely inaccessible to conventional fieldwork; indeed, this abandonment and the progressive deterioration of the built infrastructure are largely linked to the criminal governance prevalent in these peri-urban areas, which in turn shapes both the daily lives of residents and what it is feasible to investigate about the phenomenon through fieldwork.

### 2.2. Restricted access and violence in Chulavista

The prevailing sense of insecurity in Chulavista reshaped the research from our very first visits. This is with good reason: those who do not live in this housing development

easily arouse suspicion. Residents, for their part, may feel as though they are being watched when they walk outside the phase where they live or the phases they must pass through on their daily commutes: “You can even feel like you’re being watched, as if they were saying, ‘She’s not from here, what is she doing here?’” (Interview 1, September 2024).

Several residents warned us from the outset that walking around Chulavista and gathering information in plain sight was dangerous due to the presence of organized crime. This is how we learned that several families had been evicted from their homes by a criminal group so that some of its members could occupy them while they operated in the area. During one of our initial meetings with residents, a heavily armed man offered to accompany us so we could gather information on the condition of the homes, assuring us that “as long as we went with him, nothing bad would happen to us”; this situation demonstrated firsthand how access to Chulavista is informally regulated by armed actors. Another resident pointed out the existence of a house where a clandestine grave had been found. This coincides with information from official sources. In addition to the homicide reports cited in the introduction, the municipal C4 recorded 13 reports of human remains and seven femicides in Chulavista between January 2019 and March 2023 (Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, n/d); the state’s geolocated crime records for Chulavista contain 2,860 entries between 2017 and April 2024, of which 158 are intentional homicides (IIEG, 2024); furthermore, Tlajomulco de Zúñiga accounts for 793 of the 1,968 records corresponding to the clandestine graves discovered in Jalisco during the 2018–2023 period; c. 40% of all the records in the state are concentrated in this municipality, which flags it as particularly violent (Gobierno de México, n/d). It should be noted that both the presence of clandestine graves and the public display of corpses serve as territorial markers of a criminal group’s violence; in Mexico and Central America, these two elements are the signs most likely to lead researchers to judge a site insecure and, consequently, to abandon their fieldwork (Wladyka & Yaworsky, 2017).



Our initial assessment of the conditions for conducting fieldwork in Chulavista led us to rule out the possibility of establishing an EPC, as the risks involved for participants seemed unacceptable to us. Had we issued an open call, publicized it through posters, door-to-door visits, or local social media, and then held public meetings to discuss the housing problem in Chulavista, this would have fully brought the issue analyzed in our research to light while simultaneously exposing participants to the criminal actors who control this peri-urban territory. At the same time, involving government officials posed a different obstacle: residents deeply distrust local authorities, and in their presence, they either withhold information or take the opportunity to complain and express their frustration over the government’s lack of attention to the situation they are facing. Some of the people we interviewed expressed their dissatisfaction with the authorities’ response, recalling instances in which police patrols had arrived hours late after criminal acts (e.g., burglaries of homes or businesses, muggings, or murders), and instances in which police officers visited drug sales points to collect money from criminals (interviews 2 and 3, September 2024). For all these reasons, we decided it would be unethical to attempt to establish an EPC in Chulavista.

### 2.3. Adaptive methodological design: "Bounded science with local people"

Our initial methodological design changed owing to the limitations we encountered in Chulavista and was adapted to what residents and their support networks considered feasible for conducting the housing inventory. While we sought to maintain the epistemological-normative aspiration of doing "science with the people" (Funtowicz & Ravetz, 2000; Funtowicz & Hidalgo, 2024), we abandoned the original goal of catalyzing broad deliberation or co-producing knowledge in a representative manner among all stakeholders involved in the issue. Ultimately, we established something akin to "bounded science with local people," in which a group of women participated voluntarily in participatory mapping to help us identify and classify the condition of the homes in Chulavista. All these women received monetary compensation for their fieldwork. Furthermore, as we will see at the end of this section, we employed several more conventional methods to contextualize the inventory and contrast the women's accounts with those of other residents.

Seven women residents, aged 40 to 55, participated in this way; they had lived in the neighborhood for at least seven years and were primarily engaged in unpaid domestic work. The first author, who, like the rest of the academic team, was not from Chulavista, had known one of the seven women for about eight years through their shared involvement in community organizing activities carried out for a political party. In February 2023, after an initial training session, this first collaborator conducted the housing inventory in the phase where she lived. Upon the joint delivery and review of this first map, the woman proposed involving six other women who had expressed interest in participating in the project and were keen on the economic compensation. Thus, a group of seven women was formed based on an existing network of trust and mutual support. As such, this group did not emerge with the aim of being a representative sample of stakeholders with a stake in the issue under study; furthermore, the perspectives of this small group of participants represent the limits of the "extended facts" incorporated into the study, which defined the scope of our methodological strategy. The group's composition excluded men, which was something not planned by the academic team either, but a request by the women themselves on the premise that adult men attract much more attention in areas where organized crime operates, especially those who are strangers.



The academic team independently defined the categories for the condition of the homes and subsequently trained the seven women at the homes of two of them. Each participant received printed maps of the areas to which they had been assigned. To conduct their surveys, the participants organized themselves independently and walked down each street, marking each house and its category. After collecting the first completed map from a participants' home, the academic team verified what it could through a brief site visit by driving a car and took some photographs to support the mapping inventory. Once all the maps were completed, they were digitized with GIS software.

The assignment of categories regarding the condition of the dwellings was based on what could be observed from the street, i.e., apparent abandonment, bricked-up or damaged doors and windows, signs of vandalism, accumulation of trash, and

temporary construction materials such as wood, cardboard, or sheet metal, indicating informal occupation following abandonment. Three of these categories indicated abandoned houses: in good condition, destroyed or severely vandalized, and boarded up (precisely to prevent vandalism or occupation). A fourth category comprised those houses that had been occupied after being abandoned, which are colloquially referred to as "*casas de paracaidistas*" [literally "skydivers' houses"][3]; in any case, it should be noted that since we were unable to verify the tenure status of the houses, this category must be interpreted with some caution, as it is possible that in some cases they were not occupied but rather lent, rented, or even inhabited by their legitimate owners. A fifth category corresponded to the municipal "*Renta tu casa*" [Rent Your House] program, which operated between 2019 and 2026 to promote the subsidized rental of abandoned homes that were in good condition. The group of women did not modify or question any of these five categories. On the contrary, their deep roots in and familiarity with this area were decisive in correctly assigning the different categories, especially the fourth and fifth. In the case of the fourth category, for example, the houses follow a recurring pattern: fences and high roofs made from scraps of wood, plastic, and tarps; makeshift doors and windows also constructed from these materials; and recycled items or accumulated trash in front of the homes.

In this study, we utilized three additional sources of information from the doctoral dissertation from which this work is derived (García Becerra, 2025), which served to contextualize the inventory and cross-check the accounts of the participating women against the opinions and knowledge of a much larger group of residents: 1) a questionnaire administered individually to 430 adults between May and June 2023, who represent a stratified sample based on the 19 phases of Chulavista; 2) two participatory mapping workshops: one with 54 high school seniors in the neighborhood, which was authorized by the principal and supervised by their teachers (November 2023); another with 15 adult residents organized by a municipal community center (January 2024); and 3) five semi-structured interviews conducted in September–October 2024, which were recorded and transcribed manually; in this case, the first author interviewed four of the seven participating women and one male resident who did not participate in the study. For security reasons, the identities of all participants in the workshops, the questionnaire, and the interviews were always coded and kept anonymous. Participation in all activities was always voluntary and preceded by an explanation of the study's purpose within the context of the doctoral research of the first author.



### 2.4. Ethical considerations

Conducting the research in Chulavista entailed, first and foremost, a series of ethical considerations. Contrary to what we would have wished, we decided not to conduct the

[3] In Mexico, people who settle in a particular place irregularly, i.e., building their own homes without permission from municipal authorities and managing basic services autonomously, without state support, are known as "*paracaidistas*" [literally "skydivers"]. Although the term is used primarily in relation to the creation of informal settlements, it also applies to the occupation of already-built homes in legally developed areas and, therefore, theoretically in accordance with urban planning criteria.

inventory ourselves—neither alone nor in the company of residents—due to the complex security situation prevailing in this neighborhood and the attention our presence would attract. Having secured the support of a female resident known to the first author, and later that of a network of female friends who were also residents, we took great care not to put them at risk under any circumstances. We recognize, in fact, that these women are exposed to chronic risks simply by living in Chulavista, and that the requested fieldwork could create new risks for them (Cronin-Furman & Lake, 2018; Eriksson Baaz & Utas, 2019; Ghosh, 2018; Krause, 2021). Therefore, after understanding the situation in Chulavista, a key goal was to design a methodological strategy in collaboration with the women and, based on their own judgment as long-term residents deeply rooted in the community, to minimize their risks. In this regard, we considered the visibility of the work to be the primary source of risk and agreed with them on a protocol to ensure it went as unnoticed as possible; thus, we agreed that they would not take photographs or ask neighbors about the homes, as these activities could be interpreted as information gathering. They generally walked the streets alone or accompanied by family members, and occasionally by acquaintances who lived in the phase where they were conducting the inventory. They carried out their walks in broad daylight and at times consistent with their daily routines so as not to attract attention. Furthermore, at their own request, no member of the academic team accompanied them so as not to arouse suspicion among other residents and members of organized crime groups.

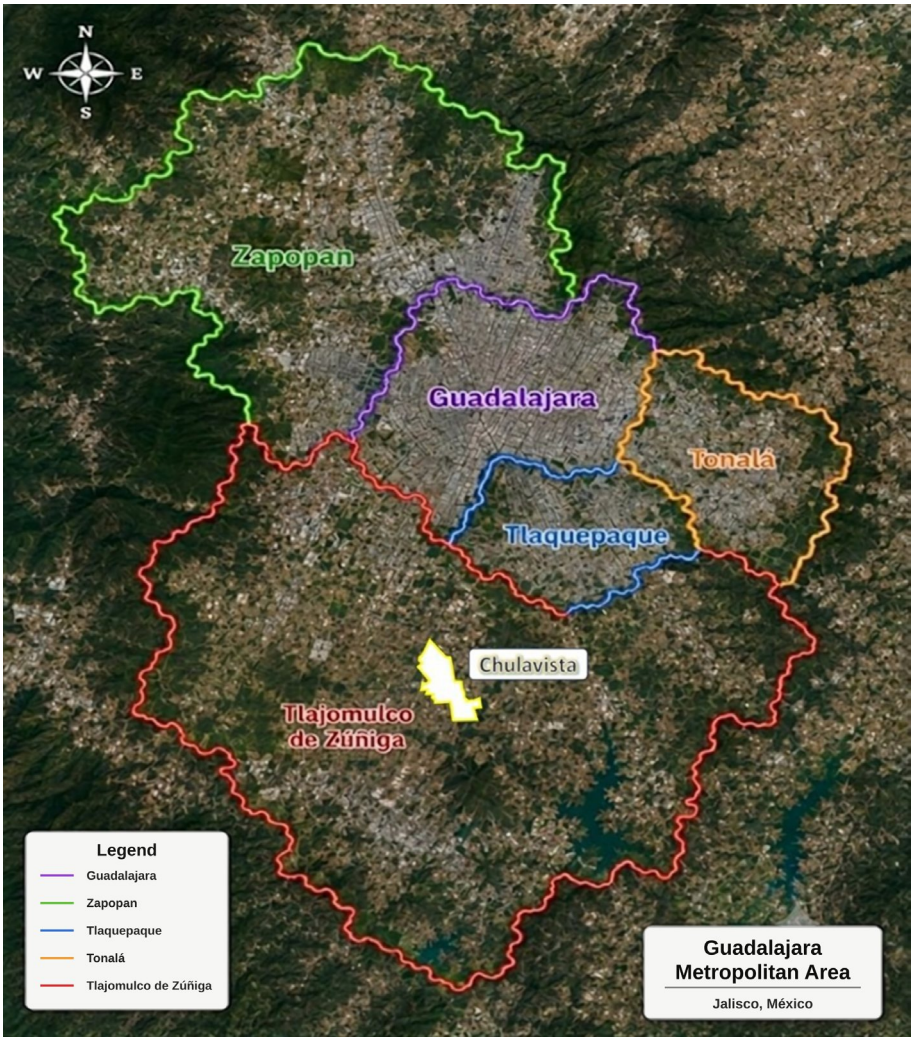
The participants noted on several occasions that they knew how to take care of themselves and did not perceive any additional risk in conducting the inventory work, since they were well-known neighbors who walked daily through different phases of the development. It is worth clarifying that no woman reported having suffered any kind of threat because of the work performed, and that the academic team asked them every week about safety issues. Some did mention feeling watched during certain walks, but they did not give it much thought since they had not been harassed. All of them worked entirely on a voluntary basis, without receiving any pressure from us. We acknowledge, however, that they had a financial incentive to participate in the work and that the absence of incidents does not in itself prove the absence of risk. Beyond the fieldwork, we agreed with them that we would always maintain their anonymity during and after the study's completion (e.g., when disseminating the results in public forums or at academic events). As we assured them, we have not disclosed their names, places of residence, or connections among them, nor have we shown images of them or any other information that could allow them to be identified. Furthermore, since local networks of trust themselves may be intertwined with armed actors (Eriksson Baaz & Utas, 2019), we have omitted information about the network of women who supported us.



Participation was based solely on a verbal agreement. This agreement covered only the creation of the inventory for as long as it took to complete it, in exchange for a weekly payment given to them every Friday after they submitted their mapping progress. The agreement did not, therefore, include their participation in the dissemination or publication of the results, which would have revealed their identities. For this reason, we consider them participants or collaborators, but not co-researchers. This was not a problem for any of them; on the contrary, several stated that their main motivation for doing the work was financial compensation. Later, one of them remarked that the

work had helped her financially, but that she had not learned anything new and that the inventory had not changed living conditions in the housing development (Interview 1, September 2024). Finally, our methodological proposal did not have to be reviewed by a university ethics committee, since institutional guidelines for conducting fieldwork in contexts of insecurity were limited to a few general recommendations regarding safety.

**Figure 1. Main municipalities that make up the Guadalajara Metropolitan Area, Mexico, and the location of Chulavista housing development**




Source: own elaboration.

**Figure 2. Top: Aerial view of several housing developments in the Municipality of Tlajomulco de Zúñiga (Guadalajara Metropolitan Area). Bottom: View of the "Chernobyl" housing development where many apartment buildings were left unfinished and many flats are abandoned**

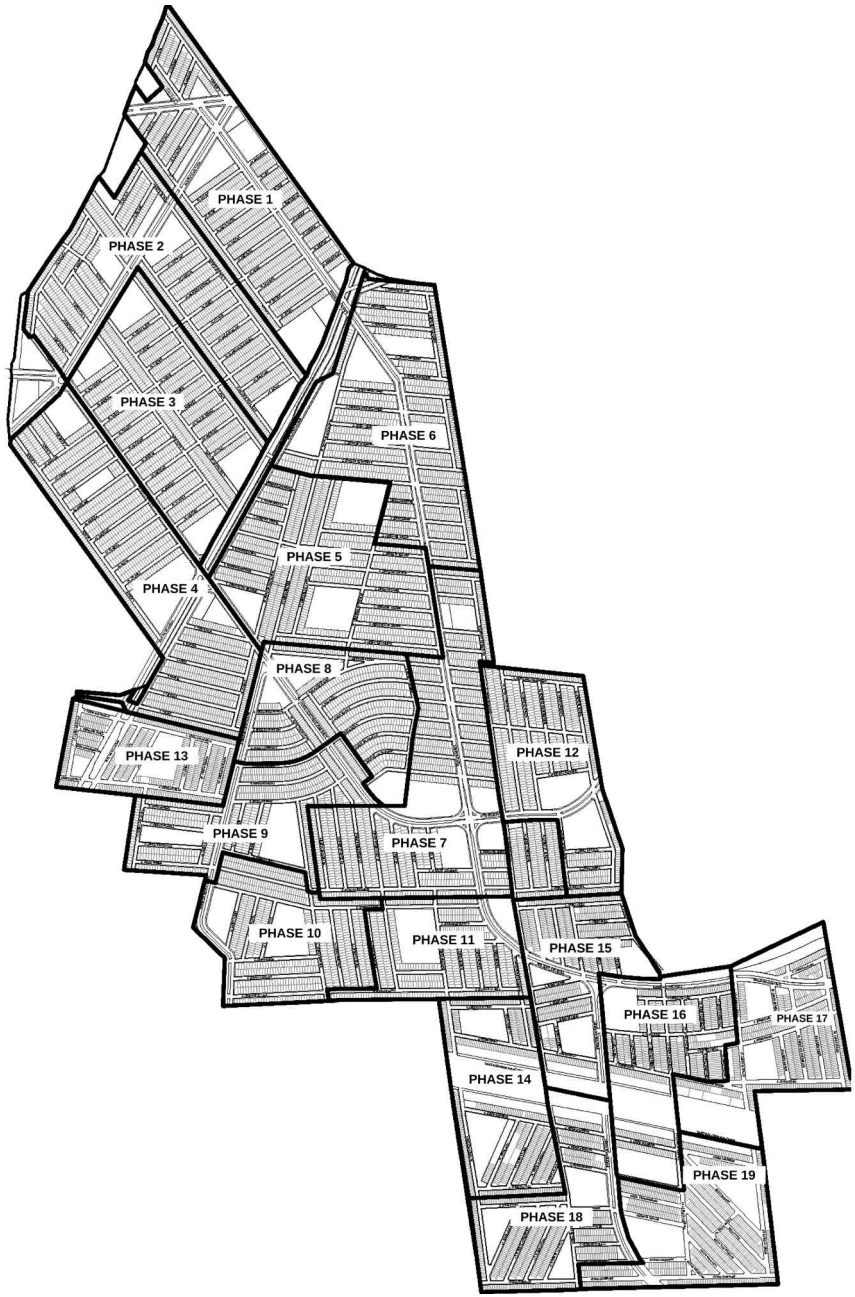





Source: own elaboration.

10.35362/issn.1850-0013-1243

**Figure 3. Map of the Chulavista housing development, which consists of 19 phases (Municipality of Tlajomulco de Zúñiga, Guadalajara Metropolitan Area)**




Source: own elaboration based on public data provided by the housing developer.

## 3. Results

The inventory recorded 1,849 houses across the 19 phases of Chulavista: 1,262 vacant (in good condition, destroyed or boarded-up), 530 occupied with unverified tenure, and 57 in the "*Renta tu Casa*" program. Leaving aside these legally rented houses, the total number of abandoned houses oscillates between 1,262 (observed vacancy) and 1,792 (adding occupied houses). Since it was unsafe for the women to verify the tenure status of occupied houses, it was not possible to assess how many of these 530 houses had actually been abandoned and then informally occupied; yet, seeing the façade of most houses within this category, it seems sensible to affirm that a significant proportion of them were not formally rented or lent. Altogether and considering the uncertainty regarding the fourth category, the proportion of abandoned houses in Chulavista ranges between 8.6% and 12.3% of the 14,615 private dwellings registered in 2020 (IIEG, 2020).

### 3.1. Extent and forms of housing abandonment

The group of women recorded multiple signs of abandonment in all 19 phases, each with between 56 and 183 inventoried houses (see **Table 2**, **Figure 4** and **Figure 5**). What varies is less the presence of abandonment than its form. Occupied houses were the most frequent category (28.7%), followed by destroyed houses (27.1%); the houses in "*Renta tu Casa*" were all in phases 12 to 15 (note, however, that these few formally rented houses were not accounted for in our assessment of house abandonment and are therefore absent from the map shown in **Figure 4**). Occupation was highly concentrated: four phases (13, 5, 11 and 7) contained half of all occupied houses, and in phase 13 two out of three inventoried houses were occupied, whereas almost none were recorded in phases 3, 4, 17 and 19. Boarded-up houses, sealed by owners or neighbors with support from a municipal program that supplies the materials (Interview 3, September 2024), were most frequent in phases 2, 3 and 4. Relative to the dwellings in each phase, inventoried houses ranged from 7.1% (phase 4) to 30.2% (phase 13). In most phases, the 2020 official census recorded higher proportions of uninhabited dwellings (16% to 36%; 23.3% overall), because it counts dwellings without residents registered on the census date, whereas our inventory recorded visible signs of abandonment, including houses informally occupied after their owners left either permanently or temporarily.

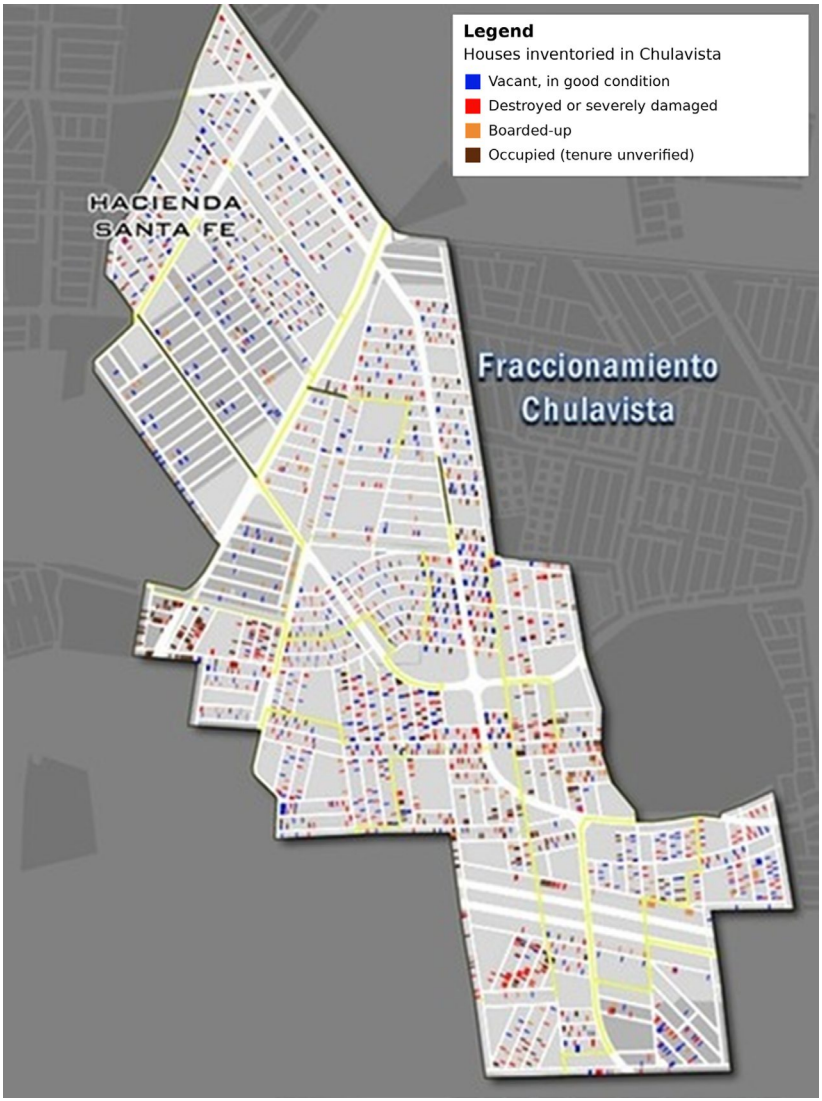
**Table 2. Inventoried houses by phase and condition, Chulavista housing development**

| Phase | In good condition | Destroyed | Boarded-up | Occupied (tenure unverified) | "*Renta tu Casa*" Program | Total | Dwellings (2020) | % dwellings |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 22 | 22 | 7 | 31 | 0 | 82 | 956 | 8.6 |
| **2** | 44 | 28 | 46 | 15 | 0 | 133 | 875 | 15.2 |
| **3** | 31 | 6 | 30 | 2 | 0 | 69 | 837 | 8.2 |
| **4** | 28 | 22 | 23 | 0 | 0 | 73 | 1,032 | 7.1 |
| **5** | 19 | 18 | 20 | 71 | 0 | 128 | 1,027 | 12.5 |
| **6** | 33 | 26 | 10 | 37 | 0 | 106 | 783 | 13.5 |
| **7** | 63 | 48 | 30 | 42 | 0 | 183 | 1,130 | 16.2 |
| **8** | 24 | 25 | 10 | 21 | 0 | 80 | 806 | 9.9 |
| **9** | 26 | 20 | 15 | 10 | 0 | 71 | 704 | 10.1 |
| **10** | 35 | 42 | 3 | 12 | 0 | 92 | 744 | 12.4 |
| **11** | 7 | 38 | 24 | 56 | 0 | 125 | 877 | 14.3 |
| **12** | 10 | 23 | 10 | 29 | 6 | 78 | 753 | 10.4 |
| **13** | 7 | 35 | 3 | 96 | 2 | 143 | 473 | 30.2 |
| **14** | 5 | 40 | 9 | 38 | 22 | 114 | 561 | 20.3 |
| **15** | 7 | 20 | 21 | 36 | 27 | 111 | 439 | 25.3 |
| **16** | 27 | 10 | 17 | 9 | 0 | 63 | 593 | 10.6 |
| **17** | 28 | 32 | 19 | 2 | 0 | 81 | 600 | 13.5 |
| **18** | 13 | 19 | 6 | 18 | 0 | 56 | 638 | 8.8 |
| **19** | 24 | 28 | 4 | 5 | 0 | 61 | 787 | 7.8 |
| **Total** | 453 (24.5%) | 502 (27.1%) | 307 (16.6%) | 530 (28.7%) | 57 (3.1%) | 1,849 | 14,615 | 12.7 |

Source: own elaboration based on the field inventory (February–April 2023); number of dwellings taken from IIEG (2020).

10.35362/issn.1850-0013-1243

**Figure 4. Inventory of houses by condition in the Chulavista housing development (February-April 2023).**




Source: own elaboration based on the field inventory.

**Figure 5. Examples of the conditions recorded in the inventory**

**Vacant, in good condition**



**Boarded-up**




**Destroyed or severely damaged**



**Occupied (tenure unverified)**



Source: photographs taken by the first author.



The women's accounts, gathered informally when the maps were collected and later in interviews, helped interpret these categories. They attributed families' departure to repeated burglaries of houses left empty during working hours, the presence of organized crime and the risks it entailed to their families, journeys of two hours or more to workplaces and schools, an irregular water supply, and several other factors related to the lack of adequate infrastructure, public services and government support to improve their living conditions; many families returned to rented housing in the central municipalities of the metropolitan area as soon as they could afford it. Vacant houses were then stripped of anything of value, filled with rubble and waste and, in some cases, used for drug consumption and sale or occupied by newcomers who collect and store garbage or recyclable materials: "they robbed the houses straight away, because they were left empty [...] and squatting came after three or four years; from then on, many squatters, houses being stripped, everything" (Interview 1, September 2024). These are the accounts of long-standing owner-residents; they are not neutral of course, and we acknowledge that the occupants of those houses would probably describe the same process in different terms.

The accounts we gathered also reveal what is at stake for those who bought a house in Chulavista: the Infonavit credit invested in the hope of owning a home instead of renting or sharing a dwelling with relatives, the lack of resources to move elsewhere

once conditions deteriorated, the lack of job opportunities, and concerns about their children growing up in an unsafe environment. Nevertheless, the experiences we documented were not uniform: some of the women considered conditions no worse than where they had previously lived, and the resident who did not take part in the inventory was satisfied to remain in a small area where neighbors maintain close ties (Interview 5, October 2024). In the survey, 66.7% of respondents had bought their house with an Infonavit credit, 81.6% attributed abandonment primarily to insecurity, and 70% reported journeys of one to two hours.

### 3.2. Scope of the women's participation and fieldwork conditions

The seven participant women covered every street of the 19 phases in nine weeks, where systematic fieldwork by the academic team had been judged too risky by these women and other residents with whom we talked and to whom we disclosed our plan at the onset of fieldwork. They also contributed knowledge that could not be obtained in a single visit: which phases had the most abandoned houses, which areas were the most dangerous, how deterioration had evolved in their own phases, the lack of adequate public spaces for children and the problems of public transport, including informal mototaxis, which residents described as expensive and unsafe and suspected of moving drugs or keeping watch for organized crime groups. This experiential knowledge was particularly useful for adapting the design of the methodological approach, for instance regarding fieldwork and the labeling of the map; yet this type of knowledge was shared informally and not systematically recorded by the academic team.



While taking their children to school, some participants came across human remains left near a school entrance, and during fieldwork they learned of a man who had been tortured and thrown from a pickup truck. They stated that, as women of their age, they could walk through most of the development without major problems, whereas young people and men in their circle, including their sons and husbands, had been victims of crime. This perception should not be overstated, however: survey respondents considered women and men similarly affected by crime (50.5% and 48.8%), and one participant, who recalled not being harmed at drug-selling points at night "simply because I am a woman", added that "now not even women are respected" and that she goes out "but not at any time" (Interview 2, September 2024). In the workshops, young people and adults mapped the most dangerous phases and places associated with drug selling, assaults, killings and clandestine graves. In the survey, 80% of respondents named insecurity as the main problem of the development, 89.1% said it contained unsafe areas and 62.8% reported feeling unsafe in the street at all times.

### 3.3. Benefits and limitations of the methodological strategy

We highlight three main benefits from the adaptive methodological strategy the academic team and the group of women put into practice despite the risks involved in fieldwork: 1) the seven women produced a very detailed map of house condition and occupation that included all the units across the 19 phases of Chulavista; it provides detail on condition and occupation by phase that census data do not offer; 2) all the

women reported that they had not been exposed to greater risks than usual while doing fieldwork and reported no threats during their surveys; and 3) the fieldwork undertaken by the women was paid and, given they were not engaged in paid labor, they reported it had been valuable as a means to support their families over the weeks that it lasted.

At the same time, we identify several important limitations in our approach: 1) all the women were directly associated with the woman that the first author knew beforehand; therefore, this small network does not offer a fully representative picture of Chulavista residents' perspectives on the housing abandonment problem nor on other issues of concern regarding this development; 2) given the risks for doing "conventional fieldwork", we could not verify the status of the many houses that were occupied (530), which had a significant effect on the assessment of the real magnitude of the housing abandonment phenomenon in Chulavista; 3) although we sought to gather more information through the deployment of conventional methods and cross-validation from official data, we do not have a reliable estimate of the accuracy of the map generated by the women; 4) given the lack of time of the participant women, their limited interest in the housing abandonment problem and safety concerns, we deemed it preferable not to try to systematically gather their experiential knowledge; and 5) the women's participation was limited. as they contributed neither to framing the problem nor to analyzing the data and assess the results and their implications; thus, this arrangement was very far from PNS' ideal of bringing together a diverse set of stakeholders and working together as an EPC.



## 4. Discussion

In what follows we discuss the main findings with respect to the contributions we anticipated at the end of the Introduction. Our principal focus here, however, is on the methodological and theoretical insights that stem from our case study and their implications for contemporary debates in STS and PNS.

### 4.1. Empirical implications: Coverage and spatial patterns of housing abandonment in Chulavista

Our spatially explicit inventory of housing abandonment in Chulavista showed that this problem does not create a uniform stock of empty houses. Fewer than a quarter of the inventoried houses were vacant and in good condition, more than half were destroyed or occupied with unverified tenure —although many of the occupied were likely squatted after abandonment as we explained—, and the mix differs sharply between phases. This is consistent with recent work on the transformation, rather than the mere emptying, of Mexico's peripheries of mass social housing (Paquette-Vassalli *et al*., 2025) and on the occupation of vacant social housing (Holguín Ávila & Maycotte Pansza, 2024). Since it records the condition of each house, the inventory distinguishes recoverable from destroyed or reoccupied houses, which census counts of uninhabited dwellings cannot do (Monkkonen, 2019).

### 4.2. Methodological implications for PNS: Fieldwork and research in violent peri-urban territories

To date, most research carried out on housing abandonment and the problems it creates in Mexico's urban peripheries has been based on official census data, administrative records, GIS analysis, or case studies conducted through conventional fieldwork methods like observation, interviews and informal talks —often off-site for security reasons— (e.g., Rodríguez & Sugranyes, 2005; Monkkonen, 2019; Salinas Arreortua & Pardo Montaño, 2020; González-Ochoa, 2023). Although these studies are important to better understand some of the features of this phenomenon in the country, unlike the approach taken here, they seldom treat territorial access as a key methodological problem. Research in violent settings, however, shows how the production of knowledge is severely constrained by the limited conditions to manage fieldwork within acceptable risks (Rodgers, 2004; Goldstein, 2012; Baird, 2018; Koonings *et al*., 2019).

In Mexico, for instance, the rapid and widespread expansion of organized crime has forced researchers to redefine their routes, interlocutors and forms of presence in the field (Maldonado Aranda, 2014). A key constraint for us in Chulavista was not only the potential risks we could face if we did the inventory, but that our own presence would have made the participants more visible and, thereby, doing fieldwork alongside would have endangered them. Hence, in adapting our strategy to what seemed feasible and ethically appropriate, minimizing risks became the overriding priority. To that end, we took very seriously the experiential knowledge of the women who conducted the inventory.



Our decision to adapt the methodological strategy in a way that kept at least a bounded form of the "science with the people" epistemological-normative goal of PNS has implications that go beyond the specific case of Chulavista. Numerous peri-urban areas in Mexico, Latin America, and other regions of the global South share similar conditions of territorial fragmentation, urban deterioration, institutional weakness, insecurity, and violence (Arias, 2017; Trejo & Ley, 2020; González-Ochoa, 2023). In these contexts, relying exclusively on conventional methods can produce biases associated with difficulties of access, uneven territorial coverage, the under-recording of phenomena that are difficult to observe directly, or even the abandonment of research owing to safety concerns. Our results suggest that adaptive methodologies based on local collaboration, even if participation is certainly bounded, can help partially reduce these limitations; this observation is consistent with studies that highlight the importance of local knowledge for unveiling complex territorial processes in contexts characterized by uncertainty, vulnerability, or restricted access (Cahill *et al*., 2007). The main methodological lesson of the study, therefore, is not that collaboration automatically resolves problems of access, but that it makes it possible to develop forms of research that are more sensitive to the real conditions under which knowledge can be produced in complex territories, particularly those shaped by violence.

### 4.3. Theoretical implications for PNS: "Bounded science with local people" and the limits of extended peer communities

"Science with the people" is not a method that replaces EPCs but the epistemological and normative orientation of PNS, which EPCs put into practice (Funtowicz & Ravetz,

2000; Funtowicz & Hidalgo, 2024). Our case study in Chulavista shows that the viability of EPCs depends on a set of conditions that cannot be taken for granted (Turnpenny *et al*., 2011; Orozco-Meléndez *et al*., 2024) and adds criminal control of the territory to the power asymmetries that may hinder collaborative research.

What we have called here "Bounded Science with Local People" retains one element of that orientation and lacks another: the participant women contributed extended facts that would have remained concealed otherwise, but the assessment of the quality of the resulting knowledge was not extended to them (Funtowicz & Ravetz, 1993; Bidwell, 2009). Nevertheless, and unlike key informants or focus-group participants whose accounts are interpreted only by researchers, the women produced the primary data in the territory, and their capacity for embeddedness and "discreet mobility" were the conditions of possibility that enabled the completion of this research. Unlike a small EPC, the workings of our seven-women group involved neither plural deliberation nor extended peer review. In that sense, we could not adopt a typical PNS framework but drew inspiration from its epistemological-normative goal.

Furthermore, the housing abandonment problem is post-normal, and the results attained show each of its defining features (Funtowicz & Ravetz, 1993). First, facts are uncertain: for instance, the tenure of 530 occupied houses is unknown, our inventory and the official census measure abandonment differently, and its causes and chronology can neither be accurately reconstructed house by house nor at the housing development scale. Second, values are in dispute: property, security and the right to housing largely diverge for owners who stayed, for owners who prefer to lose a house rather than keep paying for it (Interview 3, September 2024) and for those who found precarious shelter in abandoned houses. Third, stakes are high: a housing credit, the impossibility of moving elsewhere, the lack of job opportunities nearby, the safety of children. And fourth, decisions are urgent: vacant houses continue to be stripped and destroyed, violence and criminal control are widespread and persistent, and governmental inaction becomes more acute as the problem grows. Our study could make these stakes and values visible only partially, and from particular positions; an EPC would have been the space in which to deliberate on them.



This partiality bears on the risk of epistemic extractivism (Grosfoguel, 2016) in participatory research (Cahill *et al*., 2007). The participants were paid, but the woman who assessed the experience saw no tangible benefits beyond the payment. The final map was shown to them at a closing meeting without copies being left because of safety concerns, and the results have not been discussed with the wider community for the same reason. We gave the map and the survey results to the director of the school where the first participatory mapping workshop was held. In addition, in early 2025 we shared an inventory map with the Federal Ministry of Agrarian, Territorial and Urban Development (SEDATU) for a project on abandoned housing, and the results have been presented in academic seminars and public forums, but none of this has made its way into decision-making. Reflecting on our experience in this case, we propose five conditions to enact a non-extractive "bounded science with local people" in violent territories: fair payment, not adding risks to participants from those they already face, protecting their anonymity during and after their participation, returning knowledge

to them in a form that is relevant and does not compromise their safety, and trying to connect the findings with decision-making processes so that the study elicits actionable knowledge —even if it is uncomfortable knowledge (Orozco-Meléndez & Paneque-Gálvez, 2024). We argue that our study met the first four but not the last one, although for reasons that went beyond our possibilities.

Can research inspired by PNS then be carried out where an EPC cannot be formed without unacceptable risks? Our case suggests it can, though only in a bounded form. We have shown that a bounded arrangement can incorporate extended facts, make stakes and values visible, and bring research closer to those affected, which is consistent with the ethos of PNS when the problem is post-normal. Yet, such a limited approach cannot make room for extended peer review, plural deliberation or legitimacy for decisions, all of which have remained key aspects of PNS from its inception (Funtowicz & Ravetz, 1993; Funtowicz & Ravetz, 2025). Whether bounded arrangements for participation in dangerous contexts can be considered a partial form of PNS practice, or rather a legitimate but an insufficient approach insofar as EPCs are seen as totally necessary, is a question for debate in our view. An important one, nonetheless, as in much of Latin America, the conflicts PNS was designed to address unfold in violent territories.

## Conclusions



In this article we asked whether research inspired by PNS can be carried out in dangerous territories where EPCs cannot be established without exposing participants to unacceptable risks, and what forms of participatory knowledge production are then possible. To answer these questions, we conducted a case study in Chulavista, a large-scale low-income housing development that sits on the peri-urban fringe of Guadalajara, Mexico, which is well known due to the criminal governance that exerts a violent territorial control and a high number of abandoned houses. Given the constraints to do fieldwork as external researchers and to establish an EPC to operationalize a PNS study on this problem, we adapted our methodological strategy and came up with a form of "bounded science with local people" based on the paid participation of seven long-term resident women, recruited through a network of trust. This group of women produced an inventory of 1,849 houses across the development's 19 phases, of which 1,262 were vacant and 530 occupied with unverified tenure.

We identify three main contributions from this study. Methodologically, the case shows how fieldwork can be redesigned when the presence of external researchers is itself a significant source of risk both for themselves and participants, and what this may mean regarding the feasibility of "doing PNS" in violent territories like Chulavista. Theoretically, through our case study we clarify the distinction between "science with the people" as the epistemological-normative orientation of PNS, and EPCs as its typical methodological approach; additionally, our case illustrates a form of "bounded science with local people" that incorporates extended facts from participants without extending peer review given the unfeasibility of creating an EPC; finally, we propose a set of five conditions for participatory research not to be extractive in unsafe contexts. Empirically,

we document that housing abandonment takes different forms, with destruction and occupation outweighing simple vacancy.

Further research should examine how similar arrangements in other violent territories could build in, from the outset, the documentation of participants' contributions, their protection after fieldwork and the return of knowledge to them. It should also attempt to include more local perspectives providing safe opportunities for greater interactions between stakeholders. Another avenue worth exploring may be if bounded arrangements can open the way to EPCs over time, for example through schools, community centers or housing agencies. Whether PNS can be practiced in violent territories where EPCs are not feasible remains an open question for the PNS community.

**Financing**

Enrique García-Becerra acknowledges financial support through a full PhD grant by SECIHTI (CVU: 378282). Jesús Rodríguez Rodríguez and Jaime Paneque-Gálvez are grateful for receiving financial support through SECIHTI ' SNII program (CVU: 121982 and 589399, respectively). In addition, Paneque-Gálvez acknowledges support from DGAPA-UNAM to develop this line of inquiry, particularly through the PAPIIT IN304221 project he led.



**Acknowledgements**

The authors would like to express their deep gratitude to the group of seven women without whom this study would not have been possible. They are also thankful to the people who participated in the workshops, questionnaire and interviews. Finally, Jaime Paneque-Gálvez would like to acknowledge Ana Muñoz van den Eynde's and Marta I. González García's invitation to participate in this PNS dossier, and thanks to Manuel Crespo for his patience and support throughout the revision and publication processes.

**Conflict of Interest**

The authors declare that there is no conflict of interest.

**CRediT**

*EGB:* Investigation; Methodology; Formal Analysis; Visualization; Writing – Original draft. *JRR*: Investigation; Writing – Original draft; Project administration; Funding

acquisition. *JPG*: Conceptualization; Writing – Original draft; Writing – review & editing; Validation; Visualization; Supervision.

**Declaration on the use of AI**

The authors have not used AI for content generation, but have used Claude and DeepL for language translation and minor editions, which have been manually checked and edited as appropriate before submission. The authors take full responsibility for the content of the article.

**References**

Arias, Enrique Desmond (2017). Criminal enterprises and governance in Latin America and the Caribbean. Cambridge University Press.

Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga (n/d). Tlajomulco Gobierno Municipal. Retrieved from: https://tlajomulco.gob.mx/.

Baird, Adam (2018). Dancing with danger: Ethnographic safety, male bravado and gang research in Colombia. Qualitative Research, 18(3), 342–360. DOI: https://doi.org/10.1177/1468794117722194.



Bidwell, David (2009). Is community-based participatory research postnormal science? Science, Technology, & Human Values, 34(6), 741–761. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243909340262.

Blazquez, Adèle (2025). Dawn rose on a dead body: Armed violence and poppy farming in Mexico. University of California Press.

Blazquez, Adèle & Le Cour Grandmaison, Romain (2021). Regional configurations of violence in Mexico: Accumulation, control and representation. European Review of Latin American and Caribbean Studies / Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe, 112, 51-69. DOI: https://doi.org/10.32992/erlacs.10871.

Cahill, Caitlin, Sultana, Farhana, & Pain, Rachel (2007). Participatory ethics: Politics, practices, institutions. ACME: An International Journal for Critical Geographies, 6(3), 304–318. DOI: https://doi.org/10.14288/acme.v6i3.779.

Cronin-Furman, Kate & Lake, Milli (2018). Ethics abroad: Fieldwork in fragile and violent contexts. PS: Political Science & Politics, 51(3), 607–614. DOI: https://doi.org/10.1017/S1049096518000379.

Duarte Villa, Rafael, Braga, Camila de Macedo, & Ferreira, Marcos Alan S. V. (2021). Violent nonstate actors and the emergence of hybrid governance in South America. Latin American Research Review, 56(1), 36-49. DOI: https://doi.org/10.25222/larr.756.

Durán-Martínez, Angelica (2018). The politics of drug violence: Criminals, cops and politicians in Colombia and Mexico. Oxford University Press.

Eriksson Baaz, Maria & Utas, Mats (2019). Exploring the backstage: Methodological and ethical issues surrounding the role of research brokers in insecure zones. Civil Wars, 21(2), 157–178. DOI: https://doi.org/10.1080/13698249.2019.1656357.

Farrell, Katharine N. (2011). Snow white and the wicked problems of the west: A look at the lines between empirical description and normative prescription. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 334-361. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385796.

Funtowicz, Silvio O. & Hidalgo, Cecilia (2024). Epistemología política: ciencia con la gente. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 19(55), 215–228. DOI: https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-454.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1993). Science for the post-normal age. Futures, 25(7), 739-755. DOI: https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2000). La ciencia posnormal: Ciencia con la gente. Barcelona: Icaria Editorial.



Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2003). Post-Normal Science. International Society for Ecological Economics — Internet Encyclopaedia of Ecological Economics, pp. 1–10. Retrieved from: https://www.isecoeco.org/pdf/pstnormsc.pdf.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2025). Knowledge, power, and participation in the post-normal age. Ecological Economics, 237, 108716. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108716.

García Becerra, Enrique (2025). Evaluación del periurbano y las condiciones de vulnerabilidad desde el enfoque de la ciencia posnormal. El fraccionamiento Chulavista, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, entre 2000 y 2020 [Doctoral Thesis]. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

García Becerra, Enrique & Rodríguez Rodríguez, Jesús (2025). Geografía posnormal y crisis socioterritoriales: Una propuesta epistemológica y metodológica para espacios periurbanos. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 38(1), 1-15. Retrieved from: https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/618.

Ghosh, Devleena (2018). Risky fieldwork: the problems of ethics in the field. Energy Research & Social Science, 45, 348-354. DOI: https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.07.020.

Giatti, Leandro Luiz (2019). Participatory research in the post-normal age. Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-27924-0.

Gobierno de México (n/d). Comisión Nacional de Búsqueda de Personas. Retriewed from: https://comisionacionaldebusqueda.segob.gob.mx/.

Goldstein, Daniel M. (2012). Outlawed: Between security and rights in a Bolivian city. Duke University Press.

González-Ochoa, Dinorah Judith (2023). Policy-induced suburbanization: Mass-produced housing and location choices in Tijuana, Mexico. Housing Policy Debate, 33(3), 681-698. DOI: https://doi.org/10.1080/10511482.2021.2001671.

Grosfoguel, Ramón (2016). Del "extractivismo económico" al "extractivismo epistémico" y al "extractivismo ontológico": Una forma destructiva de conocer, ser y estar en el mundo. Tabula Rasa, 24, 123-143. DOI: https://doi.org/10.25058/20112742.60.

Harner, John, Jiménez Huerta, Edith R. & Cruz Solís, Heriberto (2017). Housing and urban growth in Guadalajara, Mexico. In Silver, Christopher, Freestone, Robert & Demaziere, Christophe (Eds.), Dialogues in Urban and Regional Planning 6: The right to the city (105–133). Routledge. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315628127.

Hernández Villalvazo, Alma Leticia (2017). Jóvenes del sector popular en Chulavista, Tlajomulco: Entre injusticias y exclusión socio-urbana y habitacional. Vínculos. Sociología, Análisis y Opinión, 10. Retrieved from: https://revistavinculos.cucsh.udg.mx/index.php/VSAO/article/view/7440.

Holguín Ávila, Raúl & Maycotte Pansza, Elvira (2024). Vivienda social invadida y la percepción de soledad: Un estudio de caso sobre los fraccionamientos con viviendas deshabitadas en el suroriente de Ciudad Juárez. Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 33(66), 57–74. DOI: https://doi.org/10.20983/noesis.2024.2.4.

Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2020). Información sociodemográfica por colonia, con base en el Censo de Población y Vivienda 2020. Retrieved from: https://iieg.gob.mx/ns/.

Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2024). Plataforma de seguridad: Delitos georreferenciados, Chulavista, 2017–2024 [Data set]. Retrieved from: https://iieg.gob.mx/plataforma_seguridad/.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Retrieved from: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/.

Koonings, Kees, Kruijt, Dirk & Rodgers, Dennis (2019). Ethnography as risky business: Field research in violent and sensitive contexts. Lexington Books. DOI: https://doi.org/10.5771/9781498598446.

Krause, Jana (2021). The ethics of ethnographic methods in conflict zones. Journal of Peace Research, 58(3), 329–341. DOI: https://doi.org/10.1177/0022343320971021.

Lessing, Benjamin (2021). Conceptualizing criminal governance. Perspectives on Politics, 19(3), 854–873. DOI: https://doi.org/10.1017/S1537592720001243.

Lomnitz, Claudio (2023). Para una teología política del crimen organizado. México: El Colegio Nacional / Ediciones Era.

Maldonado Aranda, Salvador (2014). Despejando caminos inseguros: Itinerarios de una investigación sobre la violencia en México. Alteridades, 24(47), 63-76. Retrieved from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-70172014000100007.

Monkkonen, Paavo (2019). Empty houses across North America: Housing finance and Mexico's vacancy crisis. Urban Studies, 56(10), 2075–2091. DOI: https://doi.org/10.1177/0042098018788024.

Orozco-Meléndez, Francisco & Paneque-Gálvez, Jaime (2024). Co-producing uncomfortable, transdisciplinary, actionable knowledges against the corporate food regime through critical science approaches. Environment, Development and Sustainability, 26(12), 29863-29890. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-023-03377-9.

Orozco-Meléndez, José Francisco, Paneque-Gálvez, Jaime & Kovacic, Zora (2024). Problematizing post-normal science in the Global South. Environmental Science and Policy, 161, 103867. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103867.

Paquette-Vassalli, Catherine, Esquivel, María Teresa & Pedrotti, Carolina Inés (2025). Después del abandono: La transformación de las periferias de vivienda social masiva en México. Revista INVI, 40(115), 319–344. DOI: https://doi.org/10.5354/0718-8358.2025.78509.

Reyes, Alejandra (2021). Mexico's housing crisis: Vacancy, limited access and deaf policy responses. International Journal of Urban Sciences, 25(sup1), 167–194. DOI: https://doi.org/10.1080/12265934.2020.1776145.

Rodgers, Dennis (2004). "Disembedding" the city: Crime, insecurity and spatial organisation in Managua, Nicaragua. Environment and Urbanization, 16(2), 113-124. DOI: https://doi.org/10.1177/095624780401600202.

Rodríguez, Alfredo & Sugranyes, Ana (2005). Los con techo: Un desafío para la política de vivienda social. Santiago de Chile: Ediciones SUR. Retrieved from: https://repositorio.fadu.edu.uy/items/7fa98e0f-c77c-454a-9952-3d05a42a7454.

Salinas Arreortua, Luis Alberto & Pardo Montaño, Ana Melisa (2020). Política de vivienda y habitabilidad en la periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Revista de Geografía Norte Grande, 76, 51-69. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000200051.

Strand, Roger (2017). Post-normal science. In Clive L. Spash (Ed.), Routledge Handbook of Ecological Economics (288-298). Routledge.

Trejo, Guillermo & Ley, Sandra (2020). Votes, drugs, and violence: The political logic of criminal wars in Mexico. Cambridge University Press.

Turnpenny, John, Jones, Mavis & Lorenzoni, Irene (2011). Where now for post-normal science? A critical review of its development, definitions, and uses. Science, Technology, & Human Values, 36(3), 287–306. DOI: https://doi.org/10.1177/0162243910385789.

Valencia, Sayak (2016). Capitalismo gore. Barcelona: Paidós.

Villar Calvo, Alberto Javier & Méndez Ramírez, José Juan (2014). Dos décadas de política habitacional neoliberal y su impacto en la producción de vivienda social en México: El caso del Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) (1992–2010). Proyección, VIII(16), 176-197. Retrieved from: https://bdigital.uncu.edu.ar/7876.

Wacquant, Loic (2007). Territorial stigmatization in the age of advanced marginality. Thesis Eleven, 91(1), 66-77. DOI: https://doi.org/10.1177/0725513607082003.



Yin, Robert K. (2009). Case study research: Design and methods. SAGE.

Wladyka, David & Yaworsky, William (2017). The impact of researchers' perceptions of insecurity and organized crime on fieldwork in central America and Mexico. Human Organization, 76(4), 370-380. Retrieved from: https://www.jstor.org/stable/26586860.

10.35362/issn.1850-0013-1319

# Vivir y pensar la incertidumbre. Reflexiones a la luz de una vida intelectual comprometida: una conversación con Silvio Funtowicz

**Cristina López Barrero, Isabel Argüelles Rozada y José Manuel Iglesias Granda ***

En los días 9 y 10 de abril de 2026, la Universidad de Oviedo acogió el seminario "Cultura científica en contextos posnormales". El encuentro estuvo promovido por la Cátedra de Cultura Científica (FICYT-UNIOVI), el Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo y el proyecto *Culturas posnormales de la ciencia y la tecnología*, y reunió a investigadores e investigadoras procedentes de distintos ámbitos de los estudios sobre ciencia, tecnología, sociedad y política desde una perspectiva filosófica. Entre otros ponentes invitados figuraba Silvio Funtowicz. Precisamente, el punto de partida del seminario era una cuestión central en los debates actuales sobre la función social de la ciencia: hay problemas en los que la incertidumbre sobre los hechos convive con desacuerdos sobre los valores y cuyas consecuencias exigen tomar decisiones urgentes, aun sin disponer de un conocimiento completo. Son estas situaciones las que la filosofía de la ciencia conceptualiza como "ciencia posnormal", siguiendo las ideas de Funtowicz y Jerome R. Ravetz.



El programa del seminario quiso abordar estas cuestiones desde perspectivas diversas. A lo largo de dos jornadas se sucedieron conferencias, mesas redondas y espacios de discusión dedicados a la cultura científica, la gobernanza del conocimiento, la participación pública y las relaciones entre ciencia y política en contextos posnormales. Entre los participantes se encontraban José Luis Luján, Ana Cuevas Badallo, Leandro Giri, Marta González García, Ana Muñoz van den Eynde, Carmelo Polino, Belén Laspra, Astrid Wagner, Yurij Castelfranchi, Noemí Sanz Merino y Javier Gómez. Asimismo, el programa incorporó una mesa específicamente dedicada

* *Cristina López Barrero:* Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: lopezbcristina@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3618-1243. *Isabel Argüelles Rozada*: Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: arguellesisabel@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9988-1853. *José Manuel Iglesias Granda*: Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: iglesiasgranda@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2219-7647.

CC BY

a jóvenes investigadores, de la que participaron Alejandra Rivas Carrero y Johanne W. Vermetten; además de Cristina López Barrero, Isabel Argüelles Rozada y José Manuel Iglesias Granda, realizadores de la presente entrevista a Funtowicz.

Silvio Funtowicz es filósofo de la ciencia y especialista en estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Su trayectoria comenzó en Argentina, donde enseñó matemáticas, lógica y metodología de la investigación en Buenos Aires. Durante la década de 1980 desarrolló su actividad investigadora en la Universidad de Leeds, en Inglaterra, donde comenzó también su colaboración intelectual con Ravetz, también filósofo de la ciencia. Posteriormente trabajó durante más de dos décadas en el Joint Research Centre de la Comisión Europea en Ispra, en el Instituto para la Protección y Seguridad del Ciudadano. Desde 2012 está vinculado al Centre for the Study of the Sciences and the Humanities de la Universidad de Bergen, en Noruega, y al European Centre for Governance in Complexity.

**CLB, IAR, JMIG:** Su trayectoria intelectual comenzó en la Argentina de los años 60 y 70, en pleno debate sobre ciencia, tecnología y desarrollo. Posteriormente, en Inglaterra, su encuentro con Ravetz le acercó a una tradición crítica de los usos políticos del conocimiento científico. Mirando retrospectivamente, ¿cómo interpreta esa transición y qué continuidades reconoce entre sus primeras preocupaciones por la fundamentación matemática y la crítica de la racionalidad tecnocientífica que desembocaría en la ciencia posnormal?



**SF:** Para comprender mi trayectoria hay que recordar que el mundo intelectual de los años 60 y 70 era muy diferente. Las comunicaciones eran más lentas y los intercambios científicos dependían de correspondencia, publicaciones y redes académicas reducidas. La tecnología ha transformado profundamente esas condiciones y, con ellas, nuestra manera de pensar, trabajar y relacionarnos con el conocimiento. Mi formación en Argentina estuvo vinculada a la matemática, la lógica y la filosofía analítica, especialmente a través de Gregorio Klimovsky. Buenos Aires era entonces una ciudad intelectualmente muy europea, por lo que mi llegada a Inglaterra no supuso un encuentro con una tradición completamente ajena. Sin embargo, el desplazamiento tuvo consecuencias personales e intelectuales decisivas: comprendí que nunca sería británico, pero que tampoco volvería a ser exactamente el argentino que había sido. Esa condición me proporcionó una nueva libertad intelectual. En Leeds conocí a Jerome Ravetz, aunque mi interés inicial se centraba en la obra matemática de Imre Lakatos, especialmente en *Proofs and Refutations*. Me atraía su concepción de la matemática como una actividad histórica, dialéctica y colectiva en la que las demostraciones se construyen y revisan mediante discusiones, contraejemplos y modificaciones de los criterios de validez. Hoy reconozco una continuidad que entonces no advertía. La matemática no era simplemente un sistema formal cerrado, sino una práctica comunitaria de discusión y revisión. Al conocer los trabajos de Ravetz sobre evaluación de riesgos, descubrí un problema semejante: los modelos matemáticos también servían para justificar decisiones políticas, legitimar intervenciones y determinar los riesgos que debían asumir poblaciones enteras. Cambió, por tanto, el objeto de mi investigación, pero no su preocupación fundamental: cómo se construye la autoridad

del conocimiento y qué sucede cuando se presentan como definitivas conclusiones sustentadas en presupuestos y procedimientos discutibles. La crítica del análisis cuantitativo de riesgos me permitió trasladar esa inquietud desde los fundamentos de la matemática hacia las relaciones entre conocimiento, poder y decisión pública. De esa reflexión sobre la incertidumbre y la calidad del conocimiento surgiría posteriormente nuestra formulación de la ciencia posnormal.

**CLB, IAR, JMIG:** Usted sitúa el origen de la ciencia posnormal en una reflexión sobre las relaciones entre conocimiento, poder y decisión pública. En la América Latina de los años 60 y 70, con autores como Oscar Varsavsky o Amílcar Herrera, y experiencias como la Fundación Bariloche, se abordaron esas relaciones desde la preocupación por la soberanía y la necesidad de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas propias. Cuando usted llegó a Europa, ¿se encontró con esas mismas preocupaciones?

**SF:** Realmente pueden distinguirse dos tradiciones distintas que parten de contextos diferentes. En América Latina, la cuestión de la autonomía científica y tecnológica se vinculaba a debates sobre los modelos de desarrollo y las necesidades sociales. Autores como Varsavsky y las iniciativas de la Fundación Bariloche cuestionaban también qué ciencia se hacía, para quién y con qué fines. Varsavsky criticaba el "cientificismo" y Herrera la imitación de las agendas de los países centrales, aunque compartían la confianza en que una ciencia propia impulsa el progreso. En Europa y Estados Unidos adquiría especial visibilidad otra preocupación: las consecuencias imprevistas de las tecnologías y la legitimidad de las decisiones sobre sus riesgos. La crítica de Rachel Carson o movimientos como la ciencia crítica en los años 70 representan este cuestionamiento. Así que, como ya dije, con mi llegada a Europa, descubrí que había algo que se llamaba análisis de riesgos, y decidí dedicarme a ello junto a Jerry Ravetz. De ahí surge nuestro trabajo sobre incertidumbre y calidad que culmina en *Uncertainty and quality in science for policy,* libro de 1990 en el que cuestionamos la autoridad que adquiere la cuantificación cuando se la utiliza para orientar decisiones públicas. Curiosamente, la traducción posterior al chino lleva por título 告别"魔数":科学咨询的不确定性与质量管理, es decir: *Adiós a los "números mágicos": incertidumbre y gestión de la calidad en el asesoramiento científico*. Eso era justamente lo que nosotros cuestionábamos: el poder casi mágico que adquiere una cifra cuando entra en una decisión pública. Creo que una de las tareas fundamentales de la filosofía consiste precisamente en elaborar distinciones conceptuales y esclarecer qué entendemos cuando hablamos de soberanía. Hay una concepción, especialmente vinculada al nacionalismo y a la competencia geopolítica, que me parece problemática. Si reivindicamos la soberanía tecnológica simplemente como el derecho de un país a desarrollar sus propias capacidades científicas e industriales, podemos terminar reproduciendo los mismos modelos tecnológicos que pretendíamos cuestionar. Pensemos, por ejemplo, en el desarrollo de la tecnología nuclear. ¿Debemos considerar deseable que un país pueda fabricar sus propias armas nucleares simplemente porque eso refuerza su independencia respecto de otras potencias? Creo que es necesario no dar por supuesto que toda capacidad tecnológica constituye necesariamente un progreso. Por eso, yo prefiero pensar estas cuestiones en términos de qué tecnología queremos producir y qué resulta apropiado para unas condiciones concretas. Es una pregunta semejante a la que debemos hacernos cuando hablamos de sostenibilidad:

¿qué queremos sostener exactamente? Porque hay muchas cosas que quizá no queramos conservar. Desde esta perspectiva, la autonomía tecnológica no debería consistir simplemente en imitar los desarrollos de otros países para obtener ventajas estratégicas o geopolíticas. Debería implicar también la capacidad de examinar críticamente nuestras prioridades y decidir qué conocimientos y tecnologías son adecuados para nuestras circunstancias. Lo importante es mantener esa capacidad de interrogación, en lugar de aceptar como evidentes las promesas de progreso asociadas al desarrollo tecnológico.

**CLB, IAR, JMIG:** El trabajo que acaba de mencionar, *Uncertainty and quality in science for policy*, fue el resultado de una década de investigación acerca de problemas muy concretos de evaluación de riesgos. ¿Qué descubrieron concretamente que acabase llevándolos a la ciencia posnormal?

**SF:** El análisis de riesgos de entonces seguía un esquema muy simple. Los expertos calculaban probabilidades y se suponía que la gente, una vez conociese esos números, aceptaría la tecnología por su baja probabilidad de riesgos. Cuando la población se resistía, se leía como un déficit de conocimiento. Y ese razonamiento tenía consecuencias institucionales, jurídicas y políticas. Nuestro trabajo sobre incertidumbre y calidad de la información cuantitativa dio lugar al sistema NUSAP. El caso de Windscale-Sellafield fue decisivo para desarrollar y poner a prueba estas preocupaciones. El riesgo se presentaba como una cuestión técnica, pero ocultaba lo fundamental: la calidad de los datos, la incertidumbre de los modelos, los supuestos metidos en el cálculo y quién iba a cargar con las consecuencias. Ahí vimos que la precisión de un resultado numérico no garantiza que el conocimiento que representa sirva para fundamentar una decisión. De ello salió el sistema NUSAP, que expresa no solo el valor numérico, sino también la valoración de su fiabilidad y el pedigrí del procedimiento que lo produjo. Esa base técnica se amplió con la cuestión de la pluralidad de conocimiento, donde fue importante el trabajo de Brian Wynne con los pastores de Cumbria. De este modo, la ciencia posnormal nace del reconocimiento de la insuficiencia de los procedimientos habituales de validación científica en este tipo de situaciones. Y este paso no fue solo teórico. El encuentro de Barcelona de 1987 y los posteriores intercambios con la economía ecológica abrieron un ámbito especialmente fértil para estas ideas. En el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea trabajamos en la Directiva Seveso escribiendo guías para informar del riesgo a las poblaciones afectadas. A partir de ahí se produce una evolución de la comunicación a la participación que se manifestó en la creación de las agencias europeas de medio ambiente y alimentación —entre otras— que empezaban a ver la complejidad de los problemas.



**CLB, IAR, JMIG:** La pandemia del COVID-19 y la crisis ecológica han hecho visibles para mucha gente las condiciones que ustedes describieron hace más de treinta años. El marco de la ciencia posnormal ha llegado también a las instituciones: en 2024 la Agencia Europea de Medio Ambiente y el European Centre for Governance in Complexity lo adoptaron explícitamente en su informe *Governance in complexity*, dedicado a la gobernanza de la sostenibilidad en condiciones de incertidumbre y complejidad. ¿Sigue siendo la ciencia posnormal un enfoque para abordar ciertos

problemas, o se ha convertido también en una manera de caracterizar nuestro tiempo? ¿Cómo explica el creciente reconocimiento de estas ideas?

**SF:** No pretendíamos sustituir una metodología científica por otra, sino reconocer que existían situaciones en las que las formas convencionales de producir y evaluar conocimiento no eran suficientes. Es cierto que, con el tiempo, esas situaciones se han vuelto más frecuentes y visibles. La cuestión es que las crisis no pueden comprenderse de manera independiente. Nos encontramos ante transformaciones que afectan simultáneamente a los sistemas científicos, económicos y sociales. Es cierto que el COVID-19 lo cambió todo. Ideas que durante años circularon en ámbitos relativamente reducidos se volvieron, de pronto, evidentes para muchos: los hechos inciertos, los valores en disputa, las consecuencias graves y las decisiones urgentes. Los modelos daban cifras precisas que escondían incertidumbres profundas, y las decisiones no se podían resolver solo con argumentos técnicos porque implicaban distintas prioridades. Además, la gente pudo ver que los científicos no estaban de acuerdo entre sí. Ahora bien, desde el principio hubo comunidades académicas que encontraron útiles estas ideas. En España, dentro de la filosofía de la ciencia, José Antonio López Cerezo, Marta I. González García y José Luis Luján (1997) fueron de los primeros en adoptarlas. La otra vía fue la economía ecológica y las ciencias ambientales, que nos proporcionaron una base en Barcelona desde 1987 y en Girona desde mediados de los años 90. Internet también tuvo un papel decisivo al permitir que investigadores de lugares muy distintos encontraran en la ciencia posnormal una forma de nombrar problemas que ya estaban viviendo.



**CLB, IAR, JMIG:** En “Epistemología política: ciencia con la gente”, artículo coescrito con Cecilia Hidalgo y publicado en 2024 en esta misma revista, ustedes reconstruyen la evolución de la ciencia posnormal como una transformación no solo epistemológica, sino también política e institucional. En esa trayectoria, la comunicación del riesgo dio paso a una mayor atención a la participación. Con todo, ¿puede esta transformar realmente la toma de decisiones? Estamos pensando en la distinción que plantea Brian Wynne entre participación invitada —promovida y organizada por las instituciones— y no invitada —surgida de la iniciativa de los propios afectados—.

**SF:** En nuestro trabajo con las instituciones europeas participamos en una transformación de las políticas de gestión del riesgo: inicialmente, la preocupación era comunicar información científica a las poblaciones afectadas; después se fue reconociendo que eso no era suficiente y que había que incorporar la participación. La experiencia con la normativa europea sobre riesgos de accidentes industriales, especialmente la Directiva Seveso, fue importante en este proceso. No obstante, y si bien la participación es imprescindible, no es una garantía por sí misma de la calidad epistémica ni tampoco democrática del proceso de toma de decisiones. Hay que distinguir, a este respecto, entre el aspecto normativo y la situación política concreta de dicha participación. Hoy las prioridades europeas son la seguridad, la inmigración y la defensa, mientras que el cambio climático parece haber perdido algo de protagonismo. Por eso mismo creo que esa distinción entre participación invitada y no invitada es pertinente, pero que debemos situarla en un escenario más amplio: tenemos que entender en qué contexto se produce y qué posibilidades reales ofrece dicha

participación. A veces, puede convertirse en una forma mediante la cual el sistema metaboliza la protesta y las diferencias.

**CLB, IAR, JMIG:** Cuando advertimos que las instituciones pueden intentar delimitar qué voces son legítimas, ¿cómo defender una participación abierta sin que termine legitimando afirmaciones perjudiciales o sin fundamento? Parece haber una tensión irresoluble, al menos en algunas ocasiones —como los debates sobre el COVID-19 que mencionábamos antes—, entre inclusión y calidad epistémica.

**SF:** Estamos viviendo un momento muy particular en el que se encuentran en crisis distintos sistemas que organizaban nuestra forma de vivir juntos: todo el mundo tiene un teléfono móvil y cree tener derecho a expresar su opinión. Esta situación se critica mucho, pero también es un éxito del desarrollo de las democracias. El reto es, entonces, cómo decidir juntos que queremos vivir en paz y con respeto, sin pretender, habermasianamente, que basta con sentarnos alrededor de una mesa para conseguirlo. En nuestro reciente trabajo "*Knowledge, power, and participation in the post-normal age*", de 2025, Ravetz y yo hemos vuelto sobre esta cuestión y nuestra propuesta no consiste simplemente en incorporar opiniones a un procedimiento ya establecido, ni se reduce a la coproducción de conocimiento. Partimos de la inclusión de la diversidad, de la pluralidad, en un foro, un ágora donde puedan encontrarse distintos intereses, relaciones de poder y conocimientos, y donde surjan perspectivas no planteadas de antemano. Podría aducirse que con este planteamiento daríamos cabida a perspectivas tóxicas, como el negacionismo climático. Pero entonces alguien debe decidir qué voces quedan fuera, explicar con qué autoridad toma esa decisión y aclarar el criterio de selección de dicha exclusión. Esto no significa, claro, que no existan condiciones para la participación, como son el respeto y la no violencia. Pero quienes no quieren respetar esas condiciones no están esperando nuestra autorización para actuar en la arena política. La exclusión no hace desaparecer el conflicto: simplemente puede desplazarlo a otros espacios.



**CLB, IAR, JMIG:** En sus trabajos sobre ciencia posnormal, usted ha cuestionado la confianza en que el desarrollo científico y tecnológico pueda proporcionar respuestas cada vez más precisas y concluyentes a problemas atravesados por la incertidumbre. La inteligencia artificial parece llevar esta aspiración todavía más lejos, al tiempo que introduce nuevas dificultades para la gobernanza. El motivo es que estas tecnologías no son instrumentos neutrales: incorporan intereses, valores y finalidades que condicionan su desarrollo y sus aplicaciones. ¿Disponemos de instrumentos adecuados para gobernarlas y decidir sobre esas finalidades? ¿Y qué problemas plantea la creciente autoridad que atribuimos a los conocimientos producidos por sistemas de inteligencia artificial?

**SF:** He trabajado sobre este tema este mismo año en mi artículo "*AI and the promise of organized knowledge".* En primer lugar, creo que debemos reconocer que la inteligencia artificial constituye un desarrollo científico y tecnológico extraordinario. Desde el punto de vista matemático, lo que se ha conseguido hacer es realmente impresionante. Pero reconocer esa capacidad no significa que debamos aceptar sin más las promesas que acompañan a estas tecnologías, ni mucho menos

atribuirles una autoridad que no está justificada. El primer problema es que nuestros instrumentos tradicionales de gobernanza no están adaptados a las características de estas tecnologías. Pensemos, por ejemplo, en la energía nuclear. Para fabricar una bomba atómica se necesita una infraestructura industrial muy importante, recursos especializados y unas capacidades que están concentradas en un número relativamente reducido de actores. Esto permite, al menos en principio, identificar quién dispone de esas capacidades y establecer determinados mecanismos de control. Con las tecnologías de la información, la biología sintética o la nanotecnología, la situación es diferente. Algunas de estas actividades pueden desarrollarse mediante estructuras mucho más descentralizadas, incluso en pequeños laboratorios o, como suele decirse, en un garaje. Nos encontramos en un mundo muy diferente de aquel para el que fueron concebidos nuestros instrumentos de gobernanza. Pero el problema no consiste únicamente en determinar quién controla su desarrollo. También debemos preguntarnos quién decide sobre los materiales, los conocimientos y los datos a partir de los cuales se construyen estas tecnologías. Por eso, como decía antes, la soberanía no puede pensarse exclusivamente en términos estatales. Pensemos en el caso de Henrietta Lacks, cuyas células fueron utilizadas para la investigación científica sin su consentimiento. Aquí aparece una cuestión fundamental: ¿quién tiene derecho a decidir sobre la utilización de materiales que proceden de nuestros propios cuerpos, de nuestras experiencias o de nuestras comunidades? Que los instrumentos tradicionales resulten insuficientes no significa que debamos renunciar a gobernar estas tecnologías. Significa que necesitamos repensar las escalas, los procedimientos y las formas de participación mediante las cuales se adoptan las decisiones. Una crítica influyente a los grandes modelos de lenguaje los ha descrito como “loros estocásticos” (Bender *et al.*, 2021): su capacidad para producir textos convincentes no garantiza, por sí misma, la validez de lo que afirman. Aquí reaparece una preocupación que estaba presente desde nuestros primeros trabajos. No basta con que un modelo produzca un resultado preciso o aparentemente convincente. Debemos preguntarnos cómo se ha obtenido, sobre qué presupuestos descansa, qué incertidumbres incorpora y para qué puede utilizarse legítimamente. La cuestión es también quién determina cuándo y en qué condiciones esos resultados adquieren autoridad para orientar decisiones (Bender *et al.*, 2021). Pensemos, por ejemplo, en su utilización en medicina. Un sistema de inteligencia artificial puede ofrecer un diagnóstico o recomendar un tratamiento con una apariencia de gran precisión. Pero eso no significa necesariamente que sus resultados sean adecuados para un paciente concreto, que los datos utilizados sean representativos o que el sistema haya considerado todas las circunstancias relevantes. Además, aquí se plantea un problema de responsabilidad. Podemos encontrarnos con situaciones en las que un médico debe validar las recomendaciones de un sistema automatizado sin disponer del tiempo, la información o los recursos necesarios para evaluarlas críticamente. Si se produce un error, la responsabilidad puede recaer sobre ese profesional, aunque la organización institucional del trabajo haya reducido considerablemente sus posibilidades de intervención. Por eso, el problema fundamental de la inteligencia artificial no es únicamente tecnológico. Es también epistemológico, político e institucional. Tenemos que distinguir entre la capacidad de producir información y la autoridad para utilizarla como fundamento de decisiones que afectan a las personas. Y esa autoridad exige procedimientos de evaluación, posibilidades reales de crítica y mecanismos de responsabilidad.

**CLB, IAR, JMIG:** Recuperando aquella distinción weberiana entre las distintas vocaciones intelectuales (sacerdotes y profetas) y también la noción gramsciana de "tiempos morbosos" —esos momentos de crisis en los que el viejo orden parece agotarse sin que termine de emerger uno nuevo—, ¿qué papel cree que le corresponde desempeñar hoy al intelectual? ¿Cómo mantener una posición crítica sin renunciar a la posibilidad de transformar esas mismas instituciones desde dentro?

**SF:** Mi posición personal, que tiene mucho que ver con mi trayectoria y mis experiencias, es que no debemos pretender demasiado. Creo que lo primero que tenemos que hacer es tratar de comprender qué está sucediendo, cuál es el mundo en el que nos encontramos y cuál es nuestra posición dentro de él. Por eso creo que nuestra tarea como intelectuales consiste, fundamentalmente, en crear y experimentar con alternativas. Vivimos en un mundo profundamente fragmentado. La cuestión es cómo conseguimos mantener esas diferencias dentro de un espacio común. Dentro de las instituciones he intentado, sobre todo, evitar que se cierren las puertas, porque las instituciones tienen una tendencia a consolidar sus procedimientos. Así que nuestro trabajo consiste en mantener abiertos espacios en los que puedan aparecer otras perspectivas, otros conocimientos y otras maneras de hacer las cosas, reconociendo que los problemas pueden formularse de maneras diferentes según quiénes participen en su definición.

**CLB, IAR, JMIG:** La cuestión, de nuevo, es que las instituciones tienen estructuras e intereses determinados y, por tanto, limitaciones que condicionan lo que es posible hacer y hasta plantear como problema...



**SF:** A lo largo de mi vida he conocido a muchas personas que pensaban que los asuntos políticos se resolverían con buena voluntad. Sin embargo, cuando algunas de esas personas llegaron a ocupar posiciones de responsabilidad, descubrieron que las cosas eran mucho más complicadas. Podríamos, entonces, decidir que las instituciones no merecen la pena y abandonarlas; pero, si consideramos que vale la pena preservarlas y transformarlas, tenemos que aceptar que eso exige negociar y alcanzar compromisos. Yo he sido bastante crítico con la Unión Europea y, al mismo tiempo, soy un gran defensor de la Unión Europea. El compromiso no significa, para mí, renunciar a nuestros principios, sino reconocer que actuamos en situaciones donde existen diferentes criterios de valoración y donde ninguna perspectiva puede imponerse sin más. Recuerdo, por ejemplo, el caso del modelo RAINS, utilizado en las negociaciones europeas para reducir las emisiones responsables de la acidificación. Desde el punto de vista de su rigor científico, el modelo presentaba limitaciones importantes, pero permitió que países con intereses muy diferentes alcanzaran acuerdos. ¿Era el resultado óptimo? Probablemente no, pero el óptimo no existe en este tipo de situaciones. Esto conecta con una distinción que Ravetz y yo hemos defendido desde nuestros primeros trabajos: no debemos confundir las soluciones con las resoluciones. Una solución parece representar un estado definitivo en el que el problema desaparece. Una resolución, en cambio, es un proceso que nos permite aprender, equivocarnos, corregir nuestras decisiones y seguir avanzando. Cuando hablamos de problemas complejos, atravesados por incertidumbres y conflictos de valores, no podemos esperar que la ciencia nos proporcione una respuesta definitiva.

Tenemos que construir procedimientos que nos permitan continuar actuando y aprendiendo colectivamente.

**CLB, IAR, JMIG:** Para terminar, quisiéramos volver la mirada hacia el futuro. Hoy, varias décadas después de sus primeros trabajos con Ravetz, y pensando en quienes estamos comenzando nuestra trayectoria investigadora, ¿qué consejo nos daría para mantener viva esa capacidad crítica y transformadora en un contexto que parece ofrecer cada vez menos certezas —un contexto tan posnormal—?

**SF:** No quiero presentarme como un modelo para los demás. Sí les diría que intenten construir su propio camino, pero sin perseguir molinos de viento. Es importante recuperar la noción griega de *kairós*, el momento oportuno. No quiero decir que debamos abandonar nuestros ideales, sino que tenemos que aprender a distinguir entre aquello que deseamos transformar y aquello que, en determinadas circunstancias, tenemos realmente posibilidades de cambiar. Lo contrario podría conducir a que nos frustrásemos o hasta a abandonar, y sería una lástima, porque tenemos mucho que aportar. Volviendo a la pregunta anterior, no creo que la responsabilidad del intelectual consista en situarse por encima de la sociedad para indicarle hacia dónde debe dirigirse. Tampoco en limitarse a denunciar las contradicciones de las instituciones desde una posición exterior. Creo que debemos contribuir a comprender esas contradicciones y, en la medida de nuestras posibilidades, intervenir para que sigan existiendo alternativas.

Llevándolo a mi caso y al de Ravetz, es perfectamente posible que, como etiqueta académica, la ciencia posnormal termine desapareciendo. Pero eso no me preocupa. Lo importante no es que sobreviva al modo de una nueva ortodoxia. De hecho, eso sería bastante contradictorio con lo que hemos intentado defender durante todos estos años. Hemos insistido en que la incertidumbre no es simplemente una deficiencia que algún día conseguiremos eliminar, que la pluralidad de perspectivas no es un obstáculo que debamos superar y que la ciencia, por importante que sea, no puede decidir por sí sola cómo queremos vivir. Así que, en el fondo, la ciencia posnormal es una apuesta: una apuesta por la posibilidad de vivir juntos de manera no violenta. Tenemos que decidir activamente cómo queremos convivir y construir las condiciones que hagan posible esa convivencia. Quizá esa sea la tarea que les corresponde ahora a ustedes.



**Bibliografía**

Bender, Emily M., Gebru, Timnit, McMillan-Major, Angelina & Shmitchell, Shmargaret (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? En Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (610–623). Association for Computing Machinery. DOI: https://doi.org/10.1145/3442188.3445922.

European Environment Agency (2024). Governance in complexity: Sustainability governance under highly uncertain and complex conditions (EEA Report No. 05/2024).

Recuperado de: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/governance-in-complexity-sustainability-governance.

Funtowicz, Silvio O. (2026). AI and the promise of organized knowledge. Issues in Science and Technology, XLIII(1), 42-46.

Funtowicz, Silvio O. & Hidalgo, Cecilia (2021). Pandemia posnormal: las múltiples voces del conocimiento. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, 154, 109-122.

Funtowicz, Silvio O. & Liaudat, Santiago (2022). "Criticar la retórica tecnocientífica no implica ser anticientífico sino concebir una ciencia para una sociedad distinta": Entrevista con Silvio Funtowicz. Ciencia, Tecnología y Política, 5(9), 079. DOI: https://doi.org/10.24215/26183188e079.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (1990). Uncertainity and quality in science for policy. Springer.

Funtowicz, Silvio O. & Ravetz, Jerome R. (2025). Knowledge, power and participation in the post-normal age. Ecological Economics, 237, 108716. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108716.

González García, Marta I., López Cerezo, José A. & Luján López, José L. (1997). Ciencia, tecnología y sociedad: Lecturas seleccionadas. Barcelona: Ariel.



Hidalgo, Cecilia & Funtowicz, Silvio O. (2024). Epistemología política: Ciencia con la gente. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 19(55), 215-228. DOI: https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-454.

Wagner, Lucrecia (2021). La ciencia posnormal encuentra a la ecología política. Entrevista a Silvio Funtowicz. Ecología Política, 62, 127-131. Recuperado de: https://www.ecologiapolitica.info/la-ciencia-posnormal-encuentra-a-la-ecologia-politica-entrevista-a-silvio-funtowicz/.

10.35362/issn.1850-0013-1319

# RESEÑAS

10.35362/issn.1850-0013-1319




***¡No hay derecho!***
***Contra las nubes y la tecnodominación feudal***

**Javier Echeverría**
Ediciones Asimétricas,
Madrid, 2026, 160 págs.

Por **José Luis Granados** *



El 19 de agosto de 2024, Microsoft comunicó a Javier Echeverría que cambiaría las condiciones de sus servicios. El destinatario hizo algo infrecuente ante ese tipo de mensajes: las leyó. Quedó "impresionado" y decidió escribir ¡No hay derecho! (Echeverría, 2026, pp. 11-12). Según el aviso, seguir utilizando los servicios después del 30 de septiembre contaría como aceptación. Si no estaba de acuerdo, debía dejar de usarlos y cerrar su cuenta. La escena tiene gracia hasta que nos ponemos en su lugar: para aceptar bastaba continuar; para marcharse había que averiguar qué ocurriría con treinta años de archivos, correos y hábitos de trabajo. De esa diferencia entre la facilidad de quedarse y el coste de salir nace el libro.

En 1994 Echeverría compró Office 2.0. Conserva incluso los manuales impresos; el de Access tiene 903 páginas que no leyó porque nunca utilizó el programa. El actual Microsoft 365 "no se vende, sino que se alquila" (Echeverría, 2026, p. 14). Aquella compra tampoco le daba la propiedad del código, pero sí una copia instalada con la que podía trabajar sin depender tanto del proveedor. Hoy, en muchos servicios, la cuenta de usuario, los servidores y las actualizaciones permiten a la empresa intervenir mientras los utilizamos. Podemos poseer el ordenador y haber escrito un documento y, aun así, depender de otra compañía para abrirlo. La suscripción tiene un precio visible, pero

* Universidad del País Vasco. Correo electrónico: joseluis.granados@ehu.eus. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5881-6163. Esta reseña se ha realizado en el marco del Programa Posdoctoral de Perfeccionamiento de Personal Investigador Doctor del Gobierno Vasco (2023-2028).

esa dependencia es más difícil de medir. La inquietud alcanza también a la propiedad intelectual: Echeverría teme que la licencia concedida a Microsoft para utilizar los contenidos creados por sus usuarios comprometa sus derechos de autor, aunque conceder una licencia de uso no equivale, por sí mismo, a transferir la titularidad de esos derechos (Echeverría, 2026, pp. 23–27).

Lo que más me gusta del libro es que Echeverría empieza por su propia experiencia. Cuenta lo que le sucede con sus archivos y vuelve a las ideas con las que lleva décadas estudiando ese mundo. La teoría entra así cuando hace falta: quien trazó el mapa del tercer entorno necesita ahora orientarse en él. Desde *Telépolis* (1994) y *Cosmopolitas domésticos* (1995) hasta *Los señores del aire* (1999) y *Tecnopersonas*, escrito con Lola S. Almendros (2020), ha descrito ese entorno como un espacio donde actuamos y nos relacionamos mediante tecnologías. Aquí utiliza la sigla TeDIC para las tecnologías electrónicas de datos, información y comunicación (Echeverría, 2026, p. 18). La ampliación de las conocidas TIC recuerda que al comunicarnos también producimos datos.

Al revisar sus antiguas copias de seguridad, Echeverría cuenta que su ordenador, equipado con Windows 11, actualizaba las carpetas que abría y las transfería a Microsoft 365 (Echeverría, 2026, pp. 30-31). Se entiende así que emprenda una “arqueología digital privada” y vuelva a equipos y programas antiguos. Ofrecen menos funciones, pero algunas pueden seguir utilizándose sin aceptar nuevas condiciones. Él mismo se declara “un fiel descreído”, aunque “obligado a practicar” (Echeverría, 2026, p. 31). La ocurrencia dice algo serio: abandonar un servicio puede ser difícil precisamente porque nos ha servido durante años.



Echeverría sitúa la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, celebrada entre 2003 y 2005, en la historia de la privatización de Internet. La cumbre reunió a gobiernos, empresas y sociedad civil para discutir, entre otros asuntos, cómo gobernar la red. No explica por sí sola el poder que las plataformas adquirieron después; hicieron falta inversiones, decisiones públicas y modelos de negocio desarrollados durante muchos años. El libro nos recuerda que la situación actual tiene historia y que Internet pudo organizarse de distintas maneras. Cuando olvidamos las decisiones tomadas, el resultado empieza a parecernos inevitable.

Las palabras también influyen en lo que alcanzamos a ver. “Dato” suena a algo que estaba ahí y alguien recogió. Al hablar de “tecnodatos”, Echeverría señala las tecnologías que crean y procesan esos registros (Echeverría, 2026, p. 68). Busco una dirección en una aplicación; esta puede guardar mi búsqueda, asociarla a otras e inferir algo sobre mí. Ninguno de esos pasos viene dado por la dirección que buscaba, y la inferencia tampoco produce necesariamente dinero. El libro ayuda a seguir ese recorrido. También invita a preguntarse por los demás: si sincronizo la agenda de mi teléfono, ¿quién decide sobre los datos de las personas que figuran en ella?

La palabra “nube” lleva la mirada hacia arriba. Echeverría llama "tecnoesfera" a la Tierra rodeada de tecnonubes que “fecundan con datos” redes, pantallas y mentes (Echeverría, 2026, p. 48); también habla del “tecnoaire” por el que viajan las señales (Echeverría, 2026, pp. 52-53). Pero buena parte de esa infraestructura está en tierra. Los centros de datos consumen electricidad y, en muchos casos, elevadas cantidades

de agua para refrigerarse. Esa continuidad entre el espacio digital y sus apoyos físicos fue uno de los puntos de partida de "Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar", publicado en esta revista en 2021. Allí nos apoyamos en la teoría de los tres entornos de Echeverría para concebir la tecnosfera como un sistema de artefactos, agentes y acciones cuya dimensión digital depende materialmente de los otros entornos (Granados Mateo, 2021, pp. 18-20).

Echeverría propone redes telemáticas públicas y pide que el espectro electromagnético, del que dependen las comunicaciones inalámbricas, se declare bien común de la humanidad (Echeverría, 2026, p. 50). La propuesta invita a bajar a lo concreto. Una red pública necesita a alguien que la construya y mantenga. También necesita reglas de acceso que sus usuarios puedan conocer y discutir. Declarar común un recurso sería un comienzo; habría que organizar su uso.

El libro invierte además una de las imágenes más conocidas de Echeverría. En *Cosmopolitas domésticos* mirábamos el mundo desde casa. Hoy, escribe, "los auténticos cosmopolitas son las grandes empresas de datos" (Echeverría, 2026, p. 80). En una pantalla vemos nuestro recorrido por un servicio. La empresa puede reunir millones de recorridos y descubrir relaciones que ninguno de sus usuarios alcanza a ver por separado. Eso no significa que sepa todo sobre nosotros ni que gane dinero con cada huella. Significa que la capacidad de observar está repartida de forma muy desigual.

Quien controla la plataforma puede, además, cambiar lo que permite hacer en ella. Echeverría llama "tecnoderecho" a las reglas que los señores de las nubes establecen mediante sus "edictos" (Echeverría, 2026, p. 101). Conviene distinguir cómo actúan esas reglas. Un contrato fija condiciones de uso; una decisión de moderación puede retirar una publicación; una actualización puede suprimir una función. Las tres cosas afectan al usuario, pero no tienen la misma base jurídica ni se pueden discutir por las mismas vías. Una cláusula, al menos, puede leerse. A veces una función desaparece de la pantalla sin que sepamos a quién pedir explicaciones.



Aquí encuentro la idea más poderosa del libro. Para limitar lo que hacemos, una empresa no necesita darnos una orden. Puede cambiar los permisos, exigir una cuenta o eliminar una opción del programa. Su poder se entiende mejor si preguntamos qué controla exactamente, cómo introduce esos cambios y qué posibilidades tenemos de impugnarlos.

El contraste entre el "tecnoderecho" y las leyes europeas exige una precisión. Echeverría afirma que los reglamentos y las directivas de la Unión Europea "no tienen fuerza legislativa" (Echeverría, 2026, p. 70). El Tratado distingue la fuerza obligatoria de esas normas del procedimiento por el que se aprueban. Los reglamentos obligan y se aplican directamente; las directivas obligan a los Estados destinatarios en cuanto al resultado y les dejan elegir cómo alcanzarlo. Unos y otras pueden ser actos legislativos si se aprueban mediante un procedimiento legislativo (Unión Europea, 2016, arts. 288-289). El RGPD, al que Echeverría dedica varias páginas, se aprobó mediante el procedimiento legislativo ordinario. Su considerando 18, reproducido en el libro, aclara

además que la excepción para actividades exclusivamente personales o domésticas no se extiende a los responsables o encargados que proporcionan medios para tratar los datos relacionados con ellas (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2016). Estas precisiones afinan la pregunta del autor. Tener derechos no garantiza que podamos hacerlos valer cuando una restricción se incorpora al funcionamiento del servicio.

También conviene precisar qué significa el "feudalismo" del subtítulo. Echeverría considera el tecnocapitalismo "perfectamente compatible" con el tecnofeudalismo (Echeverría, 2026, p. 119) y entiende el feudalismo como "un modo de relación social" (Echeverría, 2026, p. 145). La analogía invita a preguntar quién cambia las reglas de un servicio, qué alternativas hay y cuánto cuesta abandonarlo. Una suscripción cara puede cancelarse fácilmente. Salir de una red gratuita donde hemos hecho contactos y encontrado trabajo quizá sea mucho más difícil. Descargar una lista de nombres no equivale a llevarse la comunidad.

Las "tecnoplusvalías" intentan explicar qué obtienen las empresas de esa relación. El propio Echeverría presenta su argumento como exploratorio, "ante todo heurístico" (Echeverría, 2026, p. 134). Al distribuir contenidos, almacenar información o utilizar servicios digitales se pueden generar nuevos datos (Echeverría, 2026, p. 145). El libro distingue, con buen criterio, entre acumularlos y conseguir después ingresos a partir de ellos (Echeverría, 2026, pp. 130-131). Queda por demostrar cuánto valor se crea en cada caso, qué parte procede de la actividad de los usuarios y quién se apropia de sus resultados. Contar huellas todavía no es hacer cuentas.



El epílogo, "Vivir en modo avión", busca formas de recuperar autonomía sin renunciar a la técnica. Echeverría critica el "tecnologismo", la creencia de que una tecnología es mejor solo por ser nueva, e imagina pequeñas tecnorrepúblicas con servidores domésticos y redes vecinales gestionadas en común (Echeverría, 2026, p. 147 y pp. 151-152). El libro se ofrece, por ahora, en papel. La elección tiene gracia y sentido en una obra sobre nuestra dependencia de las plataformas. También evita la nostalgia: Echeverría recuerda que ni siquiera este volumen existiría sin imprentas, encuadernación y técnicas de edición (Echeverría, 2026, p. 147). Podemos leer sus páginas sin que nadie las actualice a distancia; al cerrarlo, volvemos a espacios donde otros sí pueden cambiar las reglas.

Por eso su propuesta de redes sociales públicas va más allá del consejo de desconectarse. Prohibir ciertas plataformas a los menores sin ofrecerles otros lugares de encuentro dejaría la tarea a medias, sostiene (Echeverría, 2026, pp. 152-153). Una red pública necesitaría financiación y mantenimiento, pero también la capacidad de comunicarse con otras redes y reglas que sus usuarios puedan discutir. Habría que decidir qué información guarda y cómo puede reclamarse ante una exclusión. La libertad que busca el libro no puede depender de que cada persona sepa administrar un servidor en su casa.

"Los señores del aire son grandes reguladores", escribe Echeverría al final (Echeverría, 2026, p. 154). El correo de Microsoft deja de parecer entonces un incidente privado.

Sus cláusulas alcanzan actos tan sencillos como abrir un archivo propio. Las analogías del libro necesitan a veces límites más precisos; sus tecnorrepúblicas, instituciones capaces de sostenerlas. Pero la escena que lo puso en marcha sigue dando en el blanco. Echeverría leyó lo que casi todos aceptamos sin leer. La tarea pendiente es que la lectura no sea lo último que podamos hacer antes de pulsar “Aceptar”.

**Bibliografía**


Echeverría, Javier (1994). Telépolis. Barcelona: Destino.

Echeverría, Javier (1995). Cosmopolitas domésticos. Barcelona: Anagrama.

Echeverría, Javier (1999). Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno. Barcelona: Destino.

Echeverría, Javier (2026). ¡No hay derecho! Contra las nubes y la tecnodominación feudal. Madrid: Ediciones Asimétricas.

Echeverría, Javier & Almendros, Lola S. (2020). Tecnopersonas: Cómo las tecnologías nos transforman. Gijón: Trea.

Granados Mateo, José Luis (2021). Futuros tecnocientíficos: nuevos desafíos en torno a la geoingeniería solar. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, 16(46), 11-40. Recuperado de: https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/210.

Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea (2016). Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016. Diario Oficial de la Unión Europea, L 119, 1-88.

Unión Europea (2016). Versión consolidada del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. Diario Oficial de la Unión Europea, C 202, 47-200.




# *La técnica en el pensamiento del exilio republicano. Una conversación a cuatro voces*

**José Manuel Iglesias Granda**
CSIC & Plaza y Valdés Editores,
Madrid, 2026, 494 págs.

Por **Alejandra Rivas Carrero** *



José Manuel Iglesias Granda, profesor de filosofía de la Universidad de Oviedo, acaba de publicar una obra que, sin duda, representa una contribución cardinal a la reconstrucción de la filosofía de la técnica en lengua española. Dicha obra se titula *La técnica en el pensamiento del exilio republicano. Una conversación a cuatro voces*, y demuestra cómo la labor de cuatro filósofos republicanos exiliados —José Gaos, Juan David García Bacca, Eduardo Nicol y Adolfo Sánchez Vázquez— fue mucho más que reflexionar, de vez en cuando, sobre los efectos de la modernización. Estos filósofos se embarcaron a elaborar diagnósticos sistemáticos acerca de la idea de técnica y de sus consecuencias ontológicas, antropológicas, políticas y culturales, entre otras. Iglesias Granda, muy ingeniosamente, presenta este legado como una conversación, tan interna como conflictiva, articulada en torno a cuatro concepciones filosóficas, o "voces", diferentes.

Uno de los más grandes aciertos de Iglesias Granda consiste, justamente, en no presentar el pensamiento del exilio republicano como una corriente homogénea. El autor, de hecho, habla de un legado "tetrapolar", compuesto por cuatro miradas cuya idiosincrasia se revela en sus contrastes y encuentros. Sí, Gaos, García Bacca, Nicol y Sánchez Vázquez comparten una preocupación por la técnica, y una preocupación no abstracta, exenta del mundo, sino suscitada por un contexto histórico marcado

* Investigadora predoctoral en lógica y filosofía de la ciencia, Universidad de Salamanca, España. Correo electrónico: rivascarrero.alejandra@usal.es. ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9994-0142.

por la Segunda Guerra Mundial, la Guerra Fría, la industrialización, la expansión de la sociedad de consumo, los procesos revolucionarios latinoamericanos y la crisis ecológica. Pero la abordan desde concepciones distintas acerca del ser humano, la cultura, la historia, e incluso de la propia filosofía.

Gaos interpreta la técnica, fundamentalmente, siguiendo el rastro de la tecnocracia. Su preocupación se dirige hacia una forma de organización de la vida en la que la aceleración, la producción y la eficiencia acaban sometiendo al ser humano bajo su dominio. El progreso de la técnica aparece íntimamente ligado, por tanto, a una secularización de ideales religiosos, a la búsqueda de una suerte de eternidad inmanente a base de convertir el tiempo en rendimiento y la vida en explotación. En este sentido, la técnica supone una amenaza para la humanidad, haciendo que corramos el riesgo de perder nuestro aliento vital.

Nicol realiza un diagnóstico todavía más pesimista. Para él, la modernidad ha convertido el control de la realidad en el ideal regulador de la civilización. La naturaleza es despojada de su condición de interlocutora, deja de ser un plano de reciprocidad y alianza, y pasa a ser un conjunto de recursos disponibles. Esta lógica conduce a una crisis ecológica que desemboca en el "régimen de la razón de fuerza mayor" (p. 295): una coyuntura en la que el ser humano se ve obligado a orquestar su propia supervivencia apelando únicamente a la técnica. Nada pueden hacer el arte, la filosofía o la religión, el Espíritu Absoluto de Hegel se descubre enteramente desarmado. En palabras de Iglesias Granda, la técnica en Nicol no es sino "un destino fatídico que la humanidad debe asumir como irremediable" (p. 258).



Sánchez Vázquez, por su parte, rechaza la idea de que la técnica sea autónoma o intrínsecamente responsable de sus efectos. A sus ojos, la técnica no se entiende, y de hecho no puede sustentarse, sin los fines y los valores que la orientan. Es precisamente por eso que desempeña un papel clave en la transformación de las sociedades, siempre y cuando se integre en un proyecto político emancipador. La reflexión de Sánchez Vázquez inocula en la filosofía de la técnica una dimensión axiológica y praxeológica, que busca pensar cómo los sistemas técnicos pueden actuar sobre una sociedad. Así pues, el filósofo hispanomexicano, que nació en España y falleció en México, hace la técnica "una suerte de caballo de Troya que da pie al cambio social" (p. 343).

En esta conversación a cuatro voces, García Bacca ocupa una posición singular. Si bien hace suyo el desvelo de Gaos ante la omnipresencia de la técnica, rehúsa heredar su mirada sombría. Comulga con Sánchez Vázquez en cuanto a la maleabilidad política de la técnica, aunque su propuesta es más ontológica y antropológica. Frente a Nicol, se niega a aceptar que el imperio de la técnica decrete, de manera inexorable, el ocaso de la filosofía y la asfixia de la libertad. Para García Bacca, la técnica abre un mundo de posibilidades sí, pero esas posibilidades deben ser apropiadas, vertebradas y encauzadas por el propio ser humano. Como filósofo que se aparta de la búsqueda de definiciones restrictivas, García Bacca acude a la poesía para dilucidar su idea de técnica. Bajo su óptica, el ser humano, con la técnica en su costado, es como el caminante que aparece en el verso XXIX de los *Proverbios y cantares* de Antonio Machado:

> "Caminante, son tus huellas / el camino, y nada más; / caminante, no hay camino, / se hace camino al andar. / Al andar se hace camino, / y al volver la vista atrás / se ve la senda que nunca / se ha de volver a pisar. / Caminante, no hay camino, / sino estelas en la mar" (Machado, 1989, pp. 239-240).

En su libro, Iglesias Granda saca a la luz el poder de la filosofía de la técnica de García Bacca para construir una antropología filosófica que ya no es griega, ni medieval, sino propiamente contemporánea. Su idea de transfinitud, particularmente, nos permite formular una respuesta contemporánea a la pregunta "¿qué es el ser humano?": "un ser y el único ser que es, para sí mismo y en sí mismo, problema, que sabe trocar *esencia* en *problema*, *existir* en *aventura*" (García Bacca, 1957, p. 193). De acuerdo con esta definición, el ser humano es un ser que, a través de la técnica, lucha contra cualquier límite, y aunque lo supere, se seguirá tropezando con nuevos límites. La transfinitud consiste, precisamente, en la huida del ser humano de su finitud natural. Y la clave para consumar semejante fuga reside en la técnica. A diferencia del griego, el ser humano moderno concibe la técnica como obra exclusivamente suya, creyéndose ahora amo del universo, con lo que "ha tomado en sí mismo y sobre sí su responsabilidad" (García Bacca, 1957, p. 15). La técnica hace al ser humano demiurgo, o, como nos dice el propio Iglesias Granda, capturando con gran precisión el pensamiento de Bacca, "el hombre debe actuar como Dios creando, introduciendo gobierno y orden donde por sí habría entropía y caos" (p. 253).

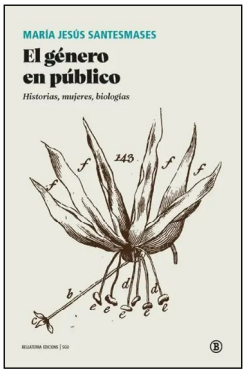
En *La técnica en el pensamiento del exilio republicano...,* Iglesias Granda reconstruye todo un legado filosófico, convocando una conversación a cuatro voces que resuena con un eco casi profético en nuestro presente tecnificado. Gaos, García Bacca, Nicol y Sánchez Vázquez no hablan al unísono. Sus diagnósticos se cruzan, se contradicen, y, en ese roce, revelan la complejidad de toda una época, marcada por la guerra, la industrialización, la crisis ecológica y una promesa (o amenaza) de emancipación política. Gaos advierte contra la tecnocracia; Nicol lleva este pesimismo hasta sus últimas consecuencias, con su idea de técnica como deriva fatalista; y Sánchez Vázquez introduce una nota de esperanza política: la técnica como "caballo de Troya", capaz de abrir brechas en el orden establecido y propiciar el cambio social. Pero es quizá García Bacca quien ofrece la imagen más potente y poética, con una idea de técnica que convierte al ser humano en demiurgo de su propio mundo. Al articular estas cuatro voces, Iglesias Granda logra iluminar todo un hito olvidado de la filosofía en español.



**Bibliografía**

García Bacca, Juan David (1957). Antropología filosófica contemporánea. Buenos Aires: Editorial Mediterráneo.

Machado, Antonio (1989). Poesías completas. Madrid: Espasa-Calpe.




## *El género en público. Historias, mujeres, biologías*

**María Jesús Santesmases**
Bellaterra Edicions,
Manresa, 2026, 208 págs.

Por **Lucía Martos Martín-Consuegra**
y **Elsa Rodríguez Álvarez** *



"Ese es el punto de partida de este texto: un mundo de género, en el que el género clasifica y desclasifica, envuelve y desvela saberes y prácticas propias de las ciencias, de la biología y, en ella, de la genética" (p.14). Con esta breve cita que María Jesús Santesmases escribe en la introducción del libro podemos hacernos una idea muy rápida y precisa de lo que la autora va a tratar en el texto que hoy reseñamos: *El género en público. Historias, mujeres, biologías.*

Antes de entrar en materia, nos gustaría destacar algunos aspectos sobre la trayectoria de Santesmases que resultan especialmente relevantes para comprender esta obra. Santesmases es profesora de investigación en el Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España. Su investigación se centra en la historia de la experimentación en biología y biomedicina, prestando especial atención a la relación entre ciencia y género. En este sentido, analiza los presupuestos, los sesgos y las consecuencias políticas que las investigaciones han tenido sobre aquellos cuerpos que han quedado fuera de determinadas categorías normativas.

Santesmases es, sin duda, una de las figuras más relevantes del ámbito iberoamericano en el desarrollo de la historia de la ciencia con perspectiva de

* *Lucía Martos Martín-Consuegra*: Departamento de Filosofía, Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: UO298144@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0009-0004-6783-1762. *Elsa Rodríguez Álvarez*: Departamento de Filosofía, Universidad de Oviedo, España. Correo electrónico: UO293581@uniovi.es. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-7360-6505.

género. Una historia que trata de poner atención a los estudios feministas y cuestiona concepciones que se han presentado como universales. Esto lo hace a través de un recorrido histórico en el que la autora muestra diferentes violencias a las que los cuerpos han sido sometidos en virtud de su género, clase o raza. Sus publicaciones más recientes tratan sobre la recuperación histórica de las mujeres científicas en España entre 1975 y los 2000, la historia de la imaginería del embarazo y los estudios sobre las paradojas del desarrollo de antibióticos, entre otros muchos.

El título del libro hace referencia a la forma en que el género ha sido representado y estudiado por la ciencia, especialmente por la biología y la biomedicina. Las categorías no han sido únicamente construidas en el ámbito privado, sino también configuradas por las instituciones, las políticas y los discursos científicos. Estos espacios han contribuido a establecer clasificaciones tales como "orden/desorden" así como a distribuir el reparto de tareas por géneros y otorgar valor intrínseco a cada una de esas tareas. Como propone Santesmases, las representaciones científicas "han manufacturado, a mano y a máquina, una cultura del conocimiento experto que guía y gobierna a la sociedad contemporánea en órdenes de género, cuerpos clasificados y políticas reproductivas" (p. 27).

El libro se divide en seis capítulos cuyo hilo conductor es el desvelamiento de una nueva perspectiva desde la que entender diversos momentos de la historia de la ciencia, que anteriormente habían sido estudiados desde la visión hegemónica de una ciencia androcéntrica. Santesmases comienza presentando el marco epistemológico desde el que escribe: la historiografía feminista y los estudios de género que practican la desclasificación. Desde este lugar expone, a lo largo de la obra, cómo las teorías científico-biológicas acerca del sexo (en su interdependencia con el género) han sido atravesadas, en su proceso de construcción, por intereses sociales y culturales, y siempre desde interpretaciones situadas, mostrándolas así como contingentes.



En este camino que traza la autora vemos también el papel de las mujeres en la construcción de esas teorías científicas. Su trabajo, invisibilizado y menospreciado por la autoridad científica, era en muchas ocasiones manual y práctico, y moldeó la base material que permitiría posteriormente un desarrollo científico-tecnológico en el ámbito biomédico. Como bien señala, la interseccionalidad de género y clase es notablemente visible en la doble opresión que estas trabajadoras sufrían al no ver reconocido su trabajo, ni económicamente ni en la autoría de los "descubrimientos", que terminaba siendo masculina.

Santesmases destaca la cocina como uno de los espacios históricamente no autorizados y excluidos del conocimiento epistémico. En él, las mujeres han llevado a cabo y transmitido durante siglos saberes y prácticas tradicionalmente relegadas al ámbito de lo privado y de lo no epistémico, y en cuya sabiduría está, entre otras cosas, el origen de la práctica médica. Con el minucioso recorrido al que Santesmases nos invita, conseguimos ver el proceso de naturalización de valores sociales a través de la ciencia, destapando la ya conocida imposibilidad de alcanzar una ciencia libre de valores. Llegamos así al círculo vicioso de la autolegitimación de estos valores: el orden actual (o del momento concreto al que nos refiramos) de las cosas perfila los resultados de las investigaciones científicas, y esos resultados legitiman ese orden.

Esto nos puede llevar a hablar de control, tema también transversal en la obra. Concretamente hablamos de control sobre los cuerpos, un control en este caso relacionado con la dimensión sexo/género, que castigó y castiga a todo cuerpo disidente de la norma, porque tiene poder para ello, un *biopoder*, utilizando el concepto de Foucault. Este control, explica Santesmases, pasa por una pulsión clasificatoria y se extiende a todos los campos de la biología. Las clasificaciones genéticas creadas para plantas e insectos —como es el caso de la mosca *Drosophila*— se extrapolaron a seres humanos. También fue así en el caso de las culturas visuales que se generaron en forma de dibujos y fotografías, en un intento, tal vez, de universalizar leyes biológicas, tratando de ajustar una realidad dinámica y orgánica a un marco fijo de interpretación.

La sociedad esperaba, en palabras de Santesmases, "certidumbres de la medicina y la biología en torno al orden tanto como al desorden social, órdenes y desórdenes que se exhibían como artefactos distribuidores de la autoridad que los definía y los hacía circular" (p. 89). En otras palabras, se buscaba (y se busca en la actualidad) que la ciencia confirmara las opiniones y sesgos que ya manejábamos. De hecho, ocurre con frecuencia que al encontrarse la ciencia con datos que no confirman aquello que se estaba esperando encontrar, se les resta valor. Es el caso de la configuración dicotómica de los sexos. Hace ya un siglo de la primera vez que un genetista dio cuenta de variaciones en los llamados "cromosomas sexuales". Como explica Santesmases, estos no solo se encontraron en las formas clásicas "XX" y "XY", sino que también aparecieron como "Xo", "XXY" o "XXX", entre otros, aunque estas apariciones se relacionaron con anomalías y con defectos de las formas normales de los cromosomas. Sin embargo, como menciona la autora, este marco se ve desbordado por la propia materialidad de los cuerpos, y no son desconocidas las críticas ampliamente fundamentadas dirigidas hacia la teoría unificada del sexo. Desde el poder epistemológico se habla de una "realidad" que no existe como absoluta, y eso es precisamente lo que se pone de manifiesto en esta obra.



En relación con ese control de los cuerpos que mencionábamos, un ejemplo concreto que se expone en la obra es el del embarazo. Desde su desarrollo, la técnica de la ecografía —y las imágenes obtenidas de ella— se ha utilizado para crear un relato concreto sobre la gestación que desplazó la experiencia de la madre, reduciendo este acontecimiento al del desarrollo embrionario y fetal. Estas imágenes, por sí solas, no encierran ningún saber en específico, pero adaptándolas a un relato puede crearse la ilusión contraria. De hecho, específicamente en el cuarto capítulo —"Luz y sonido. Rayos X y ecografía"—, Santesmases aborda cómo las imágenes tienen y adquieren significados que, a su vez, generan culturas y pueden llegar a traducirse en prácticas políticas. Así, las ecografías, y cualquier imagen científica, tienen la capacidad de ejercer un poder epistémico y político sobre los cuerpos y, además, pueden participar en la configuración de discursos. Así, en la época franquista, se utilizaron como instrumentos para apoyar las políticas antiabortistas del régimen. Una autoridad masculina mantuvo el control sobre el cuerpo de las mujeres y sobre los relatos del embarazo, sirviéndose, entre otras cosas, de esas imágenes. A través de ellas se presentaba el embarazo como un proceso sostenido en el aire, que no reconoce la interacción entre el embrión y el cuerpo de la mujer ni la experiencia encarnada de ella, lo que terminó construyendo un relato ideal y reduciendo a la mujer a la función reproductiva.

En suma, *El género en público...* constituye una exposición rigurosa y crítica de la construcción científica del actual sistema sexo/género, mediante el análisis de la historia de la biología y de la biomedicina desde una perspectiva feminista, un método que pone en relieve cómo la producción científica del conocimiento sobre los cuerpos no es neutral, sino que está atravesada por sus contextos y sesgos. Consideramos que este libro proporciona una base material fértil para continuar explorando el significado de entender la ciencia como conocimiento situado para el cuestionamiento de los determinismos y esencialismos biológicos y la violencia que generan hacia los cuerpos. Podemos ubicar este trabajo en el espacio de los estudios sobre ciencia, tecnología y género (CTG), donde se cruzan los territorios propios y compartidos de la historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia y el ámbito ciencia, tecnología y sociedad (CTS), y para el que la perspectiva feminista resulta imprescindible. En definitiva, se trata de un libro fundamental para toda aquella persona interesada en los estudios de la ciencia en general, y es una pieza clave dentro de la red de investigadoras que trabajan por construir una nueva visión de la práctica y el conocimiento científicos.

# SOBRE ESTE NÚMERO

# Evaluadoras y evaluadores del número

Las siguientes personas evaluaron los artículos publicados en el presente número de la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

**Francisco Aristimuño:** doctor en ciencias económicas por la Universidad de Buenos Aires (UBA) y magíster en políticas de ciencia, tecnología e innovación por la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), ambas instituciones de Argentina. Actualmente trabaja en el Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo de la UNRN. Es investigador asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y profesor adjunto regular de la UNRN en las asignaturas "Estadística 1" e "Historia del pensamiento económico" de la licenciatura en ciencias económicas. A su vez se desempeña como docente en la maestría en ciencia, tecnología e innovación, en el doctorado con mención en ciencias sociales y humanidades de la UNRN, y en el doctorado en ciencias económicas de un consorcio de universidades nacionales de la Patagonia. Sus investigaciones giran en torno a las políticas de ciencia y tecnología de Argentina y a la historia del pensamiento económico y probabilístico.



**Fabiana Bekerman:** profesora y licenciada en sociología (Universidad Nacional de San Juan, Argentina) y doctora en ciencias sociales, con mención en sociología (Universidad Nacional de Cuyo, UNCUYO, Argentina). Actualmente, se desempeña como investigadora independiente en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con lugar de trabajo en el Instituto de Ciencias Sociales, Humanas y Ambientales (INCIHUSA) con sede en el Centro Científico y Tecnológico de Mendoza. Es docente efectiva en la Cátedra de Teoría Sociológica Contemporánea de la carrera de sociología, en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de UNCUYO. Es codirectora del Centro de Estudios de la Circulación del Conocimiento Científico (CECIC) y codirectora de la diplomatura de posgrado en ciencias sociales de la información y análisis de datos, ambos dependientes de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de UNCUYO. Es miembro de la Comisión de la Memoria del CONICET y coordinadora del Programa de Cursos Avanzados del INCIHUSA-CCT Mendoza-CONICET.

**Leonardo Castro González:** *research fellow* en el departamento de Economía Agraria de la Universidad de Cambridge y *honorary senior research fellow* en la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad de Bristol, ambas de Inglaterra. Trabajó en el Alan Turing Institute como investigador en el programa de política pública. Tiene un doctorado en economía por la Universidad de Birmingham y una maestría en ciencias de la complejidad por King's College London. Previo a su experiencia académica y profesional en el Reino Unido, obtuvo su licenciatura en física por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se especializa en inteligencia artificial para la ciencias sociales y humanidades, ciencias de la complejidad y de redes, y economía geográfica.

**Anna García Hom:** socióloga especializada en análisis y gobernanza del riesgo, sistemas sociotécnicos y decisión bajo incertidumbre. Licenciada en sociología por la Universitat de Barcelona y doctora en prevención y seguridad integral por la Universitat Autònoma de Barcelona. Su trayectoria combina investigación, docencia, transferencia y práctica profesional. Ha trabajado sobre percepción y comunicación del riesgo, construcción social de la inseguridad, controversias sociotécnicas y gobernanza de infraestructuras y tecnologías emergentes, con especial atención a los procesos de decisión en condiciones de incertidumbre. Ha publicado en *Futures*, *Public Understanding of Science*, *Journal of Information Technology & Politics*, *Papers* y *Revista CTS*, entre otras publicaciones; es autora de una contribución publicada por la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE y de libros publicados por Ariel y Aranzadi. Actualmente desarrolla su actividad como consultora independiente en inteligencia y análisis estratégico y publica artículos de análisis en *infoLibre* y *La Vanguardia*.



**Héctor Gustavo Giuliano:** doctor y magíster en epistemología e historia de la ciencia por la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF) e ingeniero en electrónica de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), ambas de Argentina. Realizó becas de investigación en la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Se desempeñó profesionalmente en Telefónica de Argentina, donde participó de numerosos proyectos nacionales e internacionales, alcanzando la categoría de ingeniero *senior*. Actualmente es responsable de la Cátedra de Introducción a la Ingeniería, en la Universidad Católica Argentina, e investigador categorizado en la misma institución, abocado al estudio de temas de filosofía de la ingeniería. Es autor de los libros *La ingeniería: una introducción analítica a la profesión* e *Interrogar la tecnología: algunos fundamentos para un análisis crítico*.

**María Goñi Mazzitelli:** investigadora de la Universidad de la República (Udelar), Uruguay. Profesora adjunta en la Unidad Académica de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), en el Prorrectorado de Investigación. Coordina el Observatorio para la Igualdad de Género de la Udelar y es integrante del Centro Estudios Interdisciplinarios Feministas (CEIFem). Es licenciada en sociología diplomada en políticas públicas y género por la Udelar; magíster en ciencia, tecnología y sociedad por la Universidad de Quilmes (UNQ), Argentina; y doctora en ciencias sociales por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Trabaja en dos líneas de investigación: análisis sobre las prácticas de investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria e

igualdad de género en la educación superior y en las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Integra el Nodo ESIT (Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina).

**Patricia Iribarne:** licenciada en biología humana, con perfil biosocial; magíster en ciencias ambientales por la Universidad de la República (Udelar), Uruguay; y doctoranda en estudios territoriales por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Es docente coordinadora de la Unidad de Extensión de la Facultad de Ciencias de Udelar. Integra diversos procesos inter y transdisciplinarios, así como la Comunidad de Práctica de Ecosalud Uruguay. Forma parte del Nodo ESIT (Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina), una plataforma colaborativa internacional que forma parte de la Red InComplex (Red Latinoamericana de Sistemas Complejos). Se destaca su interés por impulsar iniciativas inter y transdisciplinarias, participativas y territoriales, así como profundizar en sus marcos conceptuales, metodológicos, pedagógicos y epistemológicos. En los últimos años ha participado en diversos proyectos que integran ciencia, arte, ambiente, participación social, facilitación de procesos y desarrollo territorial, en ámbitos de vinculación universidad-territorio.

**Belén Laspra:** profesora ayudante doctor en el área de Lógica y Filosofía de la Ciencia del Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo (UNIOVI), España. Es licenciada en filosofía (2007), magíster en estudios sociales de la ciencia y la tecnología (2009), magíster en tecnologías de la información y la comunicación (2011), y doctora en filosofía (2016) por UNIOVI. Su tesis doctoral, titulada "Concepto y Dimensiones de la Cultura Científica", recibió el Premio Extraordinario de Doctorado. Cursó parte de sus estudios de doctorado en la Universidad de Tampere, Finlandia, y posteriormente desarrolló sus estudios postdoctorales en el International Center for the Advancement of Scientific Literacy, de la Universidad de Michigan, Estados Unidos. Su línea de investigación es la percepción y comprensión social de la ciencia y la cultura científica.



**Guillermo Marín Penella:** doctor en filosofía y filología por la Universitat de les Illes Balears, España, y actualmente trabaja como investigador consultor en el proyecto "Ethics and Governance of Earth Cooling Research: from Concepts to Implementation", del Inter-American Institute for Global Change Research (IAI). Su investigación se sitúa en la intersección entre la filosofía de la ciencia reguladora, la epistemología y la ética, con especial atención a la evaluación de evidencia, incertidumbre, riesgos y beneficios en tecnologías emergentes, desde la regulación farmacéutica hasta la geoingeniería solar. Es también magíster en lógica y filosofía de la ciencia por las universidades de Salamanca, Valladolid y Granada, y graduado en filosofía por la Universidad de Granada, España, y en Historia del Arte por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Ha desarrollado su trayectoria investigadora principalmente en España y ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Manchester, Reino Unido, y la Universidad de Burdeos, Francia.

**Noemí Sanz Merino:** doctora en filosofía y profesora titular en la Universitat de les Illes Balears, España. Especialista en estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Su trayectoria investigadora se ha centrado especialmente en el análisis de las políticas públicas en torno a la ciencia y la tecnología, tanto en las de su regulación como en las de promoción de la cultura científica. Además de haber publicado diversos

trabajos sobre estos temas en revistas internacionales de prestigio y alto impacto, como *Public Understanding of Science* y *Social Epistemology*, es también autora del manual *Lógica, Metalógica y Filosofía de la Lógica* (Ediciones UIB, 2024) y editora de la obra colectiva *Mujeres en la Filosofía* (Sindéresis, 2024).

**Obdulia Torres González:** profesora titular e investigadora de la Universidad de Salamanca (USAL), España, donde forma parte del Instituto Universitario de Estudios de la Ciencia y la Tecnología y del Grupo de Investigación Estudios sobre Ciencia y Tecnología. Su investigación se centra en la filosofía de la ciencia y de las ciencias sociales y en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), con especial atención a las relaciones entre ciencia, género y sociedad, así como a las desigualdades de género en la producción y organización del conocimiento científico. Entre sus publicaciones destacan trabajos sobre indicadores de género, desigualdad en la filosofía, controversias científico-tecnológicas públicas, experticia y segregación horizontal en la ciencia. Ha participado y dirigido proyectos de investigación financiados en convocatorias nacionales sobre las relaciones entre ciencia, política y sociedad, y sobre el papel de los expertos en las controversias científico-tecnológicas. Actualmente dirige el doctorado interuniversitario en lógica, filosofía de la ciencia y estudios sociales de la ciencia, coordinado desde la USAL.

**Ana María Úsuga Ciro:** socióloga por la Universidad de Antioquia, Colombia. Maestra y doctora en filosofía de la ciencia por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especializada en estudios filosóficos y sociales sobre ciencia y tecnología (CTS). Actualmente, trabaja en el Instituto Mora, en la Ciudad de México, desarrollando una investigación encaminada a analizar la relación entre la política energética, el problema de la contaminación del aire en espacios interiores y los sistemas de cuidados en México. Sus principales líneas de investigación son: ciencia y valores, estudios filosóficos de problemas socioambientales, sistemas, modelos y protocolos de evaluación científica.

NOVIEMBRE DE 2026
volumen 21 - número 63
ISSN: 1850-0013

# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



**ARTÍCULOS**

**Repensar la eficiencia. Relevancia epistémica y evaluación del diseño de artefactos**
Diego Lawler y María Inés Silenzi

**Ciência aberta na América Latina. propostas de adaptação crítica frente às assimetrias globais**
Bruno Nogueira Galvão Pereira

**La Agencia I+D+i de Argentina. Evolución institucional, ejecución presupuestaria e instrumentos de promoción orientada (1996-2023)**
Andrés Carbel

**DOSSIER:** ***Ciencia para la política en contextos posnormales***

**Presentación**
Ana Muñoz van den Eynde

***The Tragedy of Change. How Combining Biosemiotics and Post-Normal Science Can Increase the Quality of the Sustainability Discourse***
Mario Giampietro y Sandra G. F. Bukkens

***Post-Normal Modelling and the Epistemology of Ignorance***
Alberto Fragio Gistau y Óscar Carpintero

**La imagen social de la ciencia para la política en contextos posnormales**
Unai Coto Suárez , Ramón Iker Soria Royuela y Ana Muñoz van den Eynde

**Hacia una teoría empíricamente fundamentada de la producción participativa de conocimientos en la gobernanza ambiental**
Zora Kovacic y Roger Strand

**Cribado neonatal, ciencia posnormal y gobernanza participativa en España. Desigualdad territorial, iniciativas profesionales y movilización ciudadana**
María de los Ángeles Erazo Pesántez

***When Extended Peer Communities are not Feasible. "Bounded Science with Local People" and Knowledge Production in Violent Territories***
Enrique García Becerra, Jesús Rodríguez Rodríguez y Jaime Paneque-Gálvez

**Vivir y pensar la incertidumbre. Reflexiones a la luz de una vida intelectual comprometida: una conversación con Silvio Funtowicz**
Cristina López Barrero, Isabel Argüelles Rozada y José Manuel Iglesias Granda

**RESEÑAS**

**¡No hay derecho! Contra las nubes y la tecnodominación feudal**
Javier Echeverría. Reseña: José Luis Granados

**La técnica en el pensamiento del exilio republicano. Una conversación a cuatro voces**
José Manuel Iglesias Granda. Reseña: Alejandra Rivas Carrero

**El género en público. Historias, mujeres, biologías**
María Jesús Santesmases. Reseña: Lucía Martos Martín-Consuegra y Elsa Rodríguez Álvarez

OEI · centro redes · INSTITUTO eCyT · LABJOR · iscte INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA