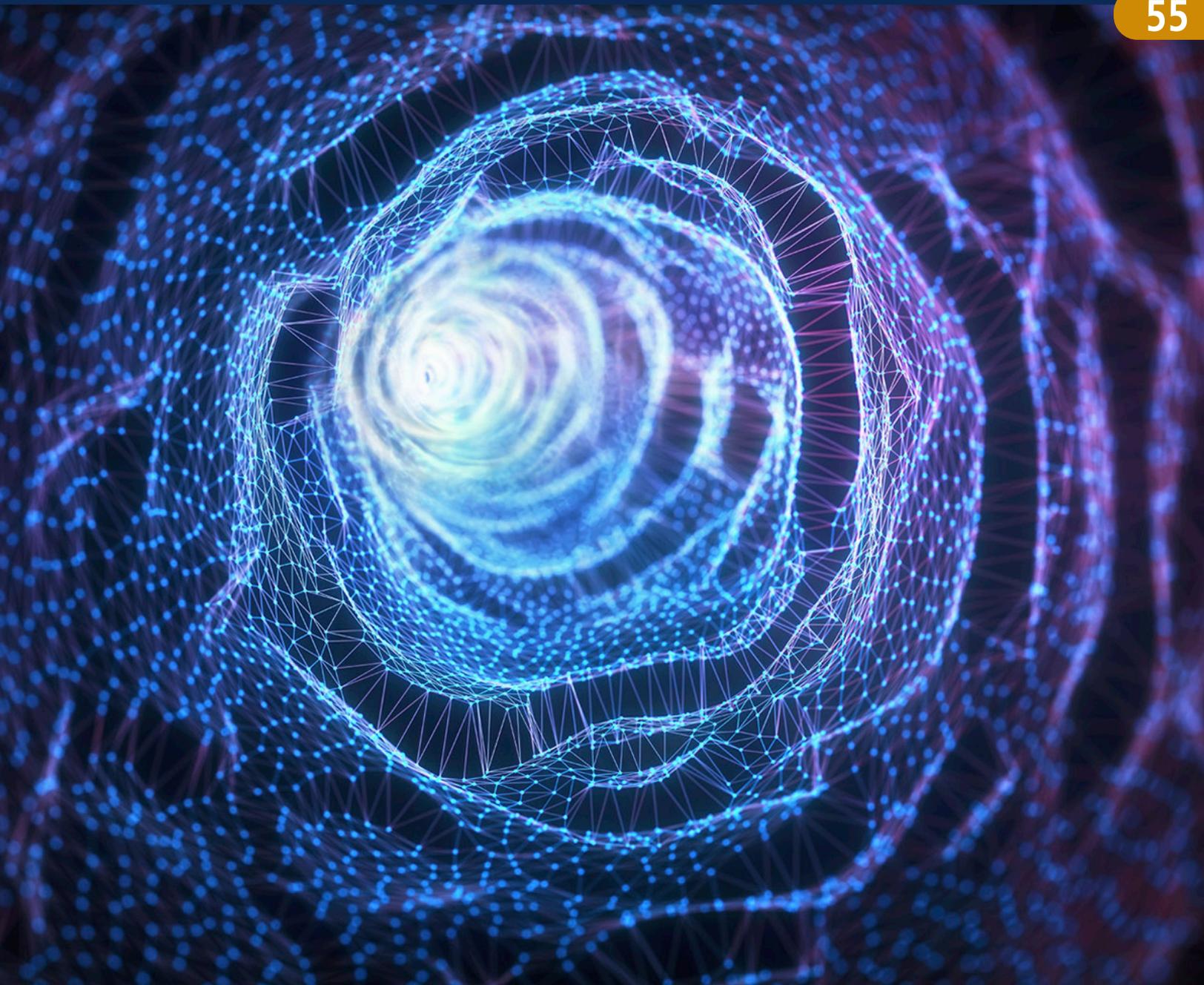


# nómadas

BOGOTÁ, JULIO-DICIEMBRE DE 2021 · REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES · DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y T. C., UNIVERSIDAD CENTRAL

55



## Promesas, trayectos y dilemas de la convergencia tecnocientífica

55

# nómadas

Pequeñísima  
estrella,  
parecías  
para siempre  
enterrada  
en el metal: oculto,  
tu diabólico  
fuego.  
Un día  
golpearon  
en la puerta  
minúscula:  
era el hombre.  
Con una  
descarga  
te desencadenaron,  
viste el mundo,  
saliste  
por el día,  
recorriste  
ciudades,  
tu gran fulgor llegaba  
a iluminar las vidas [...]

*Oda al Átomo* (fragmento)  
Pablo Neruda (Chile, 1904-1973)

\* \* \*

Quien quiera fortalecer su espíritu  
debe abandonar la reverencia y la sumisión.  
Obedecerá algunas de las leyes,  
pero la mayoría las violará,  
abandonará leyes y costumbres,  
la obvedad aceptada e inadecuada.  
Mucho le enseñarán los placeres.  
No temerá el acto destructivo;  
la mitad de la casa debe ser demolida.  
Así es como se desarrollará virtuosamente en el conocimiento.

*Fortalecimiento*  
Constantino Kavafis (Egipto, 1863-1933)



UNIVERSIDAD  
CENTRAL

# nómadas

Publicación semestral de la  
Dirección de Investigación y Transferencia de Conocimiento

## CONSEJO SUPERIOR

Rafael Santos Calderón · **PRESIDENTE**  
Fernando Sánchez Torres  
Natalia Ruiz Rodgers  
Flor Ángela Plazas · **REPR. DE LOS DOCENTES**  
Bryan Camilo Rodríguez · **REPR. ESTUDIANTIL**  
Irma Carolina Ortigón · **SECRETARIA GENERAL**

Jaime Arias Ramírez · **RECTOR**  
Óscar Herrera Sandoval · **VICERRECTOR ACADÉMICO**  
Paula Andrea López · **VICERRECTORA ADMINISTRATIVA**  
José Augusto Galvis · **DIRECTOR (E) DE INVESTIGACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO**

---

FUNDADORA REVISTA NÓMADAS · María Cristina Laverde Toscano  
DIRECTOR REVISTA NÓMADAS · Manuel Roberto Escobar C.  
COORDINADORA EDITORIAL · Ruth Nélide Pinilla E.

---

## CUERPO EDITORIAL

### EDITORAS DE ESTE NÚMERO

Constanza Pérez Martelo y Nina Alejandra Cabra Ayala

## COMITÉ CIENTÍFICO

Arturo Escobar: *Universidad de Carolina del Norte – Estados Unidos*  
Carl Langeback: *Universidad de los Andes – Colombia*  
Carles Feixa Pàmols: *Universitat Pompeu Fabra – España*  
Dominique Vinck: *Universidad de Lausana – Suiza*  
Eva Giberti: *Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales – Argentina*  
Gabriel Restrepo F.: *Universidad Nacional de Colombia*  
Guillermo Orozco G.: *Universidad de Guadalajara – México*  
Hermann Herlinghaus: *Universidad de Freiburg – Alemania*  
Ingrid Bolívar: *Universidad de los Andes – Colombia*  
Jesús Martín-Barbero: *Universidad Nacional de Colombia*  
Juliana Flórez: *Pontificia Universidad Javeriana – Colombia*  
Lya Yaneth Fuentes: *Universidad Central – Colombia*  
Manuel Roberto Escobar: *Universidad Central – Colombia*  
Mario Rufer: *Universidad Autónoma Metropolitana – México*  
Rocío Rueda Ortiz: *Universidad Pedagógica Nacional – Colombia*  
Santiago Castro Gómez: *Pontificia Universidad Javeriana – Colombia*  
Sílvia Borelli: *Pontificia Universidad Católica de São Paulo – Brasil*

## EQUIPO DE ACOMPAÑAMIENTO EDITORIAL

Andrea Neira Cruz: *Universidad Central – Colombia*  
Carlos Eduardo Valderrama: *Universidad Central – Colombia*  
Constanza Pérez Martelo: *Universidad Central – Colombia*  
Dairo Sánchez-Mojica: *Universidad Central – Colombia*  
Sonia Marsela Rojas: *Universidad Central – Colombia*

## CORRECCIÓN DE ESTILO

Rodrigo Díaz Lozada y Francisco Díaz-Granados

## TRADUCCIÓN DE TEXTOS

Diana Carolina Peláez y Laura Yolanda Calderón

## EDICIÓN GRÁFICA E ILUSTRACIÓN

Daniel Fajardo Bautista

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Victoria E. Peters R.

---

## EDICIÓN Y PUBLICACIÓN

Dirección de Investigación y  
Transferencia de Conocimiento  
Universidad Central  
Carrera 5 No. 21-38, Bogotá – Colombia  
PBX: (+57-601) 323 9868  
E-mail: [nomadas@ucentral.edu.co](mailto:nomadas@ucentral.edu.co)  
[www.ucentral.edu.co](http://www.ucentral.edu.co)  
Bogotá – Colombia

## DISTRIBUCIÓN

Siglo del Hombre Editores S.A.  
[libreriasiglo.com](http://libreriasiglo.com)  
Tels. (+57-601) 337 7700 – 344 0042  
Bogotá – Colombia  
Precio del ejemplar: Colombia \$40.000.00

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762

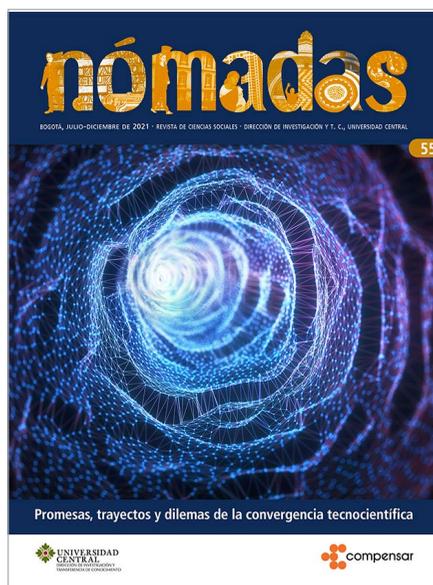
## CANJE Y SUSCRIPCIONES

Dirección de Investigación y  
Transferencia de Conocimiento  
Universidad Central

## DERECHOS RESERVADOS

NÓMADAS autoriza la reproducción parcial o total  
de los artículos siempre y cuando se cite la fuente:  
(autor/a, título del artículo, nombre de la revista y número).





Obra de portada:  
KIYOSHI TAKAHASE SEGUNDO  
*Imagen de la Ciencia y la Tecnología*  
Ilustración 3D  
Alamy.com  
2020

*NÓMADAS*, revista científica de periodicidad semestral, publica artículos con perspectiva crítica del ámbito de las ciencias sociales, principalmente de disciplinas como la sociología, la antropología, la filosofía, la psicología, los estudios culturales y la educación. Su objetivo, en primera instancia, busca delinear algunos de los principales debates alrededor de la generación del conocimiento en temas prioritarios para Latinoamérica, así como establecer vínculos entre los desarrollos específicos de estas temáticas en la Región y las discusiones y propuestas provenientes de otras partes del mundo. En segunda instancia, quiere promover preguntas de investigación alrededor de problemas sociales contemporáneos desde una postura crítica mediante la cual se asocie el saber con los sistemas valorativos de los que se desprende. Por último, *NÓMADAS* pretende fomentar vínculos novedosos entre el conocimiento y la sociedad.

La revista se distribuye por canje, donación y suscripción entre miembros de la comunidad científica, entidades gubernamentales, el sector académico, los centros de investigación y la comunidad en general interesada en el debate de las ciencias sociales.

*NÓMADAS* se encuentra indexada en el Índice Bibliográfico Nacional Publindex de Colciencias (B), y está registrada en los siguientes índices y bases internacionales:

- SCOPUS
- SCIELO Citation Index (Web of Science)
- SCIELO Colombia
- Redalyc
- Dialnet
- DOAJ
- CSA Sociological Abstracts
- CLASE
- CREDI
- HELA
- International Political Science Association (IPSA)
- Latindex
- Political Science Complete (EBSCO)
- ProQuest
- Ulrich's Periodicals Directory

- 8 Editorial
- 10 Sobre la ilustración de este número

## **Promesas, trayectos y dilemas en la era de la convergencia tecnocientíficas**

### 1. Promesas, discursos y formas de la convergencia

- 13 Prometo, luego existo: ciencia, conocimiento y promesas en la modernidad periférica | Pablo Kreimer
- 29 Las prioridades retóricas de la política brasileña de nanotecnología. Análisis de Innovación, Regulación y Riesgos  
Josemari Poerschke de Quevedo y Noela Invernizzi
- 45 La convergencia tecnocientífica y sus traducciones político-institucionales, profesionales y organizacionales  
Matthieu Hubert, Ana Spivak L'Hoste y Bárbara Burton
- 63 De las nanotecnologías a la industria 4.0: una evolución de términos | Guillermo Foladori y Ángeles Ortiz-Espinoza
- 75 Convergencias tecnológicas: selección y adopción | Edgar E. González

### 2. Convergencia y transformaciones del poder

- 95 Ciencia ciudadana y nuevas relaciones de poder y control | José Luís Blasco Ejarque, Francisco Tirado  
y Joan Rovira Martorell
- 111 Convergencia tecnológica en Argentina y México, entre potencialidades globales y asimetrías locales  
Eduardo Robles-Belmont, Leandro Lepratte y Javier Ávila
- 125 Cuatro líneas para pensar la divergencia tecnológica | Fernando Tula Molina
- 143 Tecnología, sexo y poder: enfoque biopolítico de la profilaxis preexposición en el Estado español | Abel P. Pazos

### 3. Dilemas y preguntas de la convergencia

- 161 La figura del *cyborg* para una agenda de investigación psicosocial | Heidi J. Figueroa Sarriera
- 177 Del *hype* a la desilusión: expectativas sociotécnicas sobre CoronApp en Colombia | Juan Pablo Centeno  
y Mónica Paola Vásquez
- 199 La ficción del pasado como recurso para comprender la condición humana | Gonzalo Peñaloza y Mónica Rueda-Noy

## **Procesos de creación**

- 219 "Maturana" a la deriva | Geovanni Forero

- 227 Artista invitado: Festival ArtTec – Arte y tecnología

## **Nuevos Nómadas**

- 241 La tecnología como factor de humanización o las tecnologías de la deshumanización | Wilson Díaz Gamba,  
Angely Katherine Torres Melo y Cindy Marcela Sierra Rivera

## **Reflexiones desde la Universidad**

- 253 Audiovisual comunitario como experiencia crítica de la modernidad | Carlos Augusto Giraldo Castro  
y Camilo Rincón Ramírez

## **Reseñas**

- 265 Procesos de producción de conocimiento en prácticas de comunicación de la ciencia promovidas por grupos de  
investigación colombianos en el campo de las nanociencias y nanotecnologías. (Proyecto finalizado)  
Constanza Pérez Martelo
- 269 Senderos bifurcados, subjetividades convergentes: trayectorias y experiencias científicas de investigadores sociales  
en Argentina, Colombia y México. (Libro) | Ana María Úsuga Ciro

- 8 Editorial  
10 Sobre a ilustração desta edição

## **Promessas, trajetos e dilemas da convergência tecnocientífica**

### *1. Promessas, discursos e formas da convergência*

- 13 *Prometo, logo existo: ciência, conhecimento e promessas na modernidade periférica* | Pablo Kreimer  
29 *As prioridades retóricas da política brasileira de nanotecnologia. Análise sobre Inovação, Regulação e Riscos*  
*Josemari Poerschke de Quevedo e Noela Invernizzi*  
45 *A convergência tecnocientífica e suas traduções político-institucionais, profissionais e organizacionais*  
*Matthieu Hubert, Ana Spivak L'Hoste e Bárbara Burton*  
63 *Das nanotecnologias à indústria 4.0: uma evolução de termos* | Guillermo Foladori e Ángeles Ortiz-Espinoza  
75 *Convergências tecnológicas: seleção e adoção* | Edgar E. González

### *2. Convergência e transformações do poder*

- 95 *Ciência cidadã e novas relações de poder e controle* | José Luís Blasco Ejarque, Francisco Tirado e Joan Rovira Martorell  
111 *Convergência tecnológica na Argentina e no México, entre potencialidades globais e assimetrias locais*  
*Eduardo Robles-Belmont, Leandro Lepratte e Javier Ávila*  
125 *Quatro linhas para pensar a divergência tecnológica* | Fernando Tula Molina  
143 *Tecnologia, sexo e poder: abordagem biopolítica da profilaxia pré-exposição no Estado espanhol* | Abel P. Pazos

### *3. Dilemas e perguntas da convergência*

- 161 *A figura do cyborg para uma agenda de investigação psicossocial* | Heidi J. Figueroa Sarriera  
177 *Do hype à desilusão: expectativas sociotécnicas sobre CoronApp na Colômbia* | Juan Pablo Centeno  
*e Mónica Paola Vásquez*  
199 *Entre o explicar e o predizer: a ficção do passado como recurso para compreender a condição humana*  
*Gonzalo Peñaloza e Mónica Rueda-Noy*

## **Processos de criação**

- 219 *“Maturana” a la deriva* | Geovanni Forero  
227 *Artista convidado: Festival ArtTec – Arte e tecnologia*

## **Novos nômades**

- 241 *A tecnologia como fator de humanização ou as tecnologias da desumanização* | Wilson Díaz Gamba,  
*Angely Katherine Torres Melo e Cindy Marcela Sierra Rivera*

## **Reflexões desde a Universidade**

- 253 *Audiovisual comunitário como experiência crítica da modernidade* | Carlos Augusto Giraldo Castro  
*e Camilo Rincón Ramírez*

## **Resumos**

- 265 *Processos de produção de conhecimento em práticas de comunicação da ciência promovidas por grupos de  
pesquisa colombianos no campo das nanociências e nanotecnologias. (Projeto concluído)* | Constanza Pérez Martelo  
269 *Trilhas bifurcadas, subjetividades convergentes: trajetórias e experiências científicas de pesquisadores sociais na  
Argentina, a Colômbia e o México. (Livro)* | Ana María Úsuga Ciro

8 Editorial

10 About the illustration of this issue

## **Promises, Paths and Dilemmas of the Technoscientific Convergence**

### 1. Promises, discourses, and forms of convergence

13 *I Promise, Therefore I Am: Science, Knowledge, and Promises in Peripheral Modernity* | Pablo Kreimer  
 29 *Rhetorical Priorities of Brazilian Nanotechnology Policy. Analysis on Innovation, Regulation, and Risks*  
 Josemari Poerschke de Quevedo and Noela Invernizzi

45 *The Technoscientific Convergence and its Political, Institutional, Professional, and Organizational translations*  
 Matthieu Hubert, Ana Spivak L'Hoste and Bárbara Burton

63 *From Nanotechnologies to Industry 4.0: An Evolution of Terms* | Guillermo Foladori and Ángeles Ortiz-Espinoza  
 75 *Technological Convergences: Selection and Adoption* | Edgar E. González

### 2. Convergence and Power Transformations

95 *Citizen Science and New Relations of Power and Control* | José Luis Blasco Ejarque, Francisco Tirado  
 and Joan Rovira Martorell

111 *Technological Convergence in Argentina and Mexico, between Global Potentialities and Local Asymmetries*  
 Eduardo Robles-Belmont, Leandro Lepratte and Javier Ávila

125 *Four Lines to Think about Technological Divergence* | Fernando Tula Molina

143 *Technology, Sex, and Power: Biopolitical Approach to Pre-exposure Prophylaxis in the Spanish State* | Abel P. Pazos

### 3. Convergence Dilemmas and Questions

161 *The Figure of the Cyborg for a Psychosocial Research Agenda* | Heidi J. Figueroa Sarriera

177 *From Hype to Disappointment: Sociotechnical Expectations about CoronApp in Colombia* | Juan Pablo Centeno  
 and Mónica Paola Vásquez

199 *The Fiction of the Past as a Resource to Understand Human Condition* | Gonzalo Peñalosa and Mónica Rueda-Noy

## **Creation Processes**

219 "Maturana" Adrift | Geovanni Forero

227 *Invited artist: Festival ARTTEC – Art and technology*

## **New Nomads**

241 *Technology as humanization factor or technologies of dehumanization* | Wilson Díaz Gamba,  
 Angely Katherine Torres Melo and Cindy Marcela Sierra Rivera

## **Reflections from the University**

253 *Community Audiovisual as a Critical Experience of Modernity* | Carlos Augusto Giraldo Castro  
 and Camilo Rincón Ramírez

## **Reviews**

265 *Knowledge Production Processes in Science Communication Practices Promoted by Colombian Research  
 Groups in the Nanoscience and Nanotechnology field (Finished project)* | Constanza Pérez Martelo

269 *Bifurcated Paths, Converging Subjectivities: Trajectories and Scientific Experiences of Social Researchers  
 in Argentina, Colombia, and Mexico (Book)* | Ana María Úsuga Ciro



# En el 2021 seguimos diciéndole **SÍ** al **BIENESTAR** *integral*



Ayudando a ubicar laboralmente a más de  
**38.200 personas**  
a través de nuestra **Agencia de Empleo.**

.....  
Entregando beneficios a cada uno de los  
**7.352 jóvenes** de nuestra Fundación Universitaria Compensar,  
por más de **\$5.500 millones.**



Favoreciendo a más de **36.200 adultos mayores**  
con nuestro portafolio de servicios.

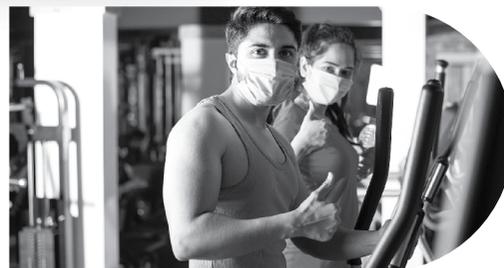
Consolidándonos como uno de los principales  
vacunadores contra el Covid 19, con más de  
**1.800.000 dosis aplicadas.**

.....  
**Abriendo cinco nuevas sedes de salud**  
en Sogamoso, Cali, Popayán, Girardot y Mosquera.



Realizando más de **67 millones de actividades**  
de caja y salud.

**Entre muchas otras acciones.**



## Y en el 2022

continuaremos trabajando todos los días  
para construir de la mano  
**un mejor futuro.**

*Nada en este mundo debe ser temido... solo entendido.  
Ahora es el momento de comprender más, para temer menos.*

Marie Curie

*Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,  
la electricidad y la energía atómica: la voluntad.*

Albert Einstein

*El mismo deseo de escapar de la prisión de la Tierra se manifiesta en el intento de crear vida en un tubo de ensayo [...].  
La única cuestión que se plantea es si queremos o no emplear nuestros conocimientos científicos y técnicos en este sentido, y tal cuestión no puede decidirse por medios científicos; se trata de un problema político de primer orden y, por lo tanto, no cabe dejarlo a la decisión de los científicos o políticos profesionales.*

Hannah Arendt

La pregunta fundamental de este número de *NÓMADAS* es por el sentido mismo de la ciencia y la tecnología en el contexto contemporáneo, partiendo de la premisa de que preguntar es el movimiento que nos ayudará a superar los temores, cultivados por tantos poderes sin proyecto, y lograr entender más para temer menos, como nos señala Curie. Aceptar ciegamente los proyectos tecnocientíficos puede llevar a la especie humana a su propia extinción e incluso a la de otras formas de Vida de manera irreparable. Así pues, la posibilidad de *temer menos para entender más* nos confronta con el hecho de que evitar las posiciones oscurantistas que rechazan los descubrimientos científicos por un temor apocalíptico es tan peligroso como aceptar acríticamente toda innovación sin preguntar siquiera por sus implicaciones más inmediatas.

En segundo lugar, este número se pregunta por la voluntad, que Einstein entiende como más poderosa que cualquier otra forma de energía. La pregunta que surge acá es si la voluntad de conocer, la voluntad de

descubrir, puede ir en contra de la Voluntad de Vivir. En su *Visión del mundo*, ese libro hermoso que recopila reflexiones sobre las implicaciones sociales y culturales de la ciencia, Einstein nos recuerda también que el vapor, la electricidad y la energía atómica han ayudado a mejorar las condiciones de la vida humana, pero que, usadas sin límite o sin reflexión, pueden llevar también a la destrucción masiva. En este segundo movimiento de la pregunta por el sentido de la convergencia tecnocientífica, atendemos a la imperiosa necesidad de reflexionar sobre la voluntad y las fuerzas que se despliegan con dicho proyecto.

Como tercer principio de nuestra pregunta, y en concordancia con los dos puntos anteriores, subrayamos la interpelación que hace la filósofa Hannah Arendt en su libro *La condición humana* respecto del sentido político del hacer y del uso de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea. Mas allá de la pregunta por si es posible crear humanos intervenidos o “mejorados” artificialmente o de si podemos alterar la genética de otras formas de vida, el asunto crucial es preguntarnos qué implicaciones tienen estas acciones. Desde esta perspectiva, Arendt nos aporta tal vez el argumento más importante de este número, esto es, la dimensión política del hacer científico y la necesidad de generar espacios para discutir al respecto de los alcances y límites que debe tener esta producción de conocimiento.

Así pues, este número de *NÓMADAS* atiende a la necesidad de pensar en las profundas transformaciones que nos trae la llamada convergencia tecnocientífica o el inicio de posibilidades Nano, Bio, Info y Cogno (NBIC) en diversas rutas. Al respecto, es importante destacar que ya en la segunda mitad del siglo XX se intensificó esta transformación científica que, además de tener rápidos desarrollos, plantea cambios profundos a la condición humana y a nuestras maneras de hacer muchas de las cosas que definen la vida social. Ahora bien,

ya entrados en la segunda década del siglo XXI, la convergencia NBIC ha tenido diversas transformaciones y, de hecho, se pueden identificar varios momentos clave en la consolidación de este proyecto tecnocientífico.

En este sentido, los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) han aportado elementos para comprender las dinámicas vinculadas a la convergencia en ciencia y tecnología. Una de las dimensiones se relaciona con las formas como han circulado las visiones de convergencia entre distintos ámbitos y la manera como se han introducido en las agendas y políticas de CTI. Un punto de discusión al respecto es si las distintas formas de convergencia (NBIC, sobre problemas, de instituciones, de tecnologías, de sectores, entre otras) se han incorporado acríticamente desde espacios hegemónicos de producción de conocimiento hacia otros no hegemónicos. Al respecto, varios estudios han aportado elementos para comprender las formas de reconstrucción local y los flujos de conocimiento en torno a tales visiones de convergencia, que no responden totalmente a un proceso de imitación o isomorfismo en política de CTI. En este número de *NÓMADAS*, proponemos continuar los diálogos sobre el tema, con reflexiones sobre las formas en que las visiones de convergencia se han reconstruido a nivel de las políticas, prácticas y contextos institucionales de CTI, y las apuestas metodológicas que han permitido aproximarse al estudio de estos fenómenos. En este orden de ideas, encontramos que las nociones de convergencia se han transformado y reconstruido en distintos contextos. Estudios de prácticas de articulación entre actores en estos campos muestran la emergencia de diversas formas de interacción, que incluyen elementos de convergencia y divergencia.

Ahora bien, al revisar los principales debates surgidos a la hora de reflexionar sobre este modo de producción tecnocientífico, aparece como una prioridad la necesidad de pensar en las implicaciones ontológicas y antropológicas de estas transformaciones, así como en los cambios en la economía, el trabajo, el medio ambiente, el arte, las formas de comunicación y la vida cotidiana. También se resalta la importancia de participar en estos debates y de plantear las preguntas necesarias para que esta convergencia convoque a múltiples esferas del conocimiento, se integren agendas que nos permitan vislumbrar el mundo hacia el que nos dirigimos, se reconfiguren los límites que salvaguarden la Vida, la dignidad y la presencia en el mundo de las

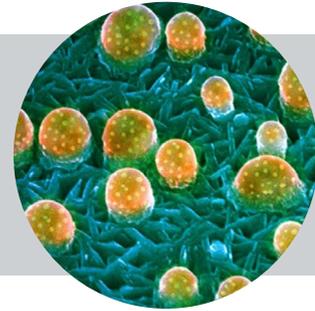
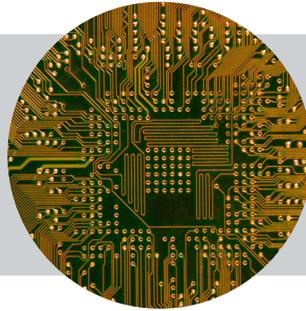
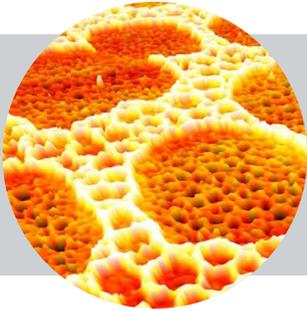
diversas formas de humanidad y se regulen nuestras interacciones con otras formas de la vida.

En este orden de ideas, es importante formular preguntas que visibilicen reflexiones sobre las diversas implicaciones que este entorno tecnocientífico puede traer en las próximas décadas. Desde este punto de vista, este número de *NÓMADAS* se propone en torno a preguntas tales como: ¿cuáles son los principales aportes, transformaciones y riesgos que conllevan los desarrollos de la convergencia tecnocientífica en la condición humana, social y en el cuidado de la Vida en sus diversas manifestaciones?, ¿cuáles son las formas de convergencia y divergencia entre arte, ciencia y tecnología?, ¿cómo han variado las promesas de la convergencia en los últimos años?, ¿qué efectos tienen las aplicaciones de la bioingeniería y la nanotecnología en diversas formas de tratamiento de cuerpos vivos?, ¿de qué maneras se reconfiguran el concepto y las prácticas de poder como consecuencia de los desarrollos NBIC?

El monográfico recorre tres trayectos orientados a responder a esas preguntas. En el primero se presentan contribuciones sobre las promesas, los discursos y las distintas formas de la convergencia, así como su traducción en distintos ámbitos. Los textos del segundo trayecto aportan en la comprensión de las transformaciones del poder ligadas a la convergencia. En el tercer trayecto se transita por algunos dilemas y preguntas de la convergencia, asociados a las modalidades de incorporación de las tecnologías digitales en el cuerpo y la vida cotidiana, los ciclos de expectativas sociotécnicas generados y las posibilidades de los relatos de ficción histórica para la comprensión de la condición humana y sus relaciones con la ciencia y la tecnología.

Finalmente, este número invita a pensar que, así como la energía atómica puede usarse para crear fuentes de energía limpias o para desarrollar bombas de extinción masiva, cada descubrimiento o adaptación del proyecto tecnocientífico que articula los desarrollos a escalas nano de la materia, que puede incidir en la organización misma de la vida, crear sistemas de información que incluso pueden superar la inteligencia humana o formas de control asfixiantes que se venden al mejor postor, cada posibilidad de estos desarrollos debe ser pensada en su dimensión ética y política, concitando un debate interdisciplinario en el que las ciencias sociales y las humanidades pregunten sin temor ni condescendencia.

# Sobre la ilustración de *NÓMADAS* No. 55

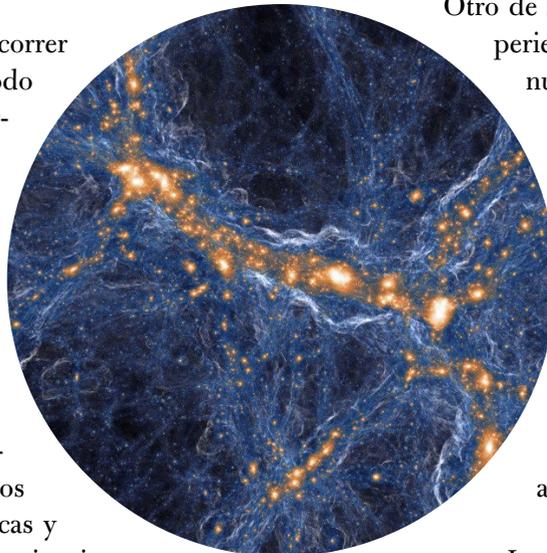


La ilustración de este número hace una apuesta por la convergencia entre arte, ciencia y tecnología, con el ánimo de invitar a los lectores a ver lo imperceptible a nuestros ojos, bien sea porque se da a escalas increíblemente pequeñas o increíblemente grandes. En este sentido, las imágenes que proponemos para acompañar las reflexiones de este número nos permiten ver en conjunto las formas de la materia a escala nano, así como las figuras siempre inquietantes de cuerpos cósmicos mucho más grandes que nuestro propio planeta.

Nuestra invitación es a recorrer imágenes de mundos de otro modo desconocidos, que se han abierto a nuestra percepción gracias a los encuentros entre arte y ciencia, a la luz de la pregunta por las implicaciones de la convergencia nano, bio, info, cogno (NBIC). En este número exploramos imágenes científicas junto con propuestas de arte contemporáneo que conjugan tecnología, música y nuevos medios, y visitamos obras artísticas y científicas que se dirigen a una experiencia sensible singular.

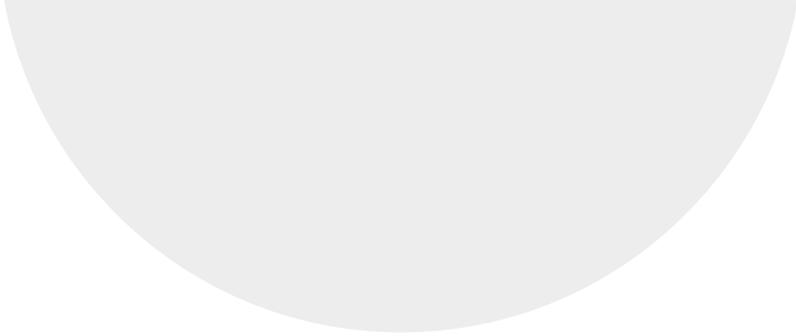
Uno de los senderos que recorreremos en este viaje estético nos acerca al nanomundo, para luego transitar hacia fenómenos a escalas micro y macro. Expresamos un agra-

decimiento especial a Pedro A. Serena del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), por el préstamo de varias imágenes pertenecientes a la exposición *Un paseo por el nanomundo*. Todas las imágenes que participaron en los dos certámenes que dieron origen a la exposición, y su descripción amplia, están disponibles en estas páginas (<https://www.icmm.csic.es/spmage/spmagegallery07.php>, <https://www.icmm.csic.es/spmage/spmagegallery09.php>).



Otro de los senderos nos lleva a una experiencia audiovisual de la mano de nuestro artista invitado: *El festival ArtTec*. Agradecemos muy especialmente a sus creadores por aceptar acompañarnos en el trayecto de este número con su apuesta por obras interactivas. Múltiples medios y formas de expresión conviven en esta plataforma cultural, con variadas manifestaciones de convergencia entre arte y tecnología.

La puerta para entrar en este recorrido de obras artísticas y científicas es la imagen de la portada, ilustración en 3D sobre ciencia y tecnología, elaborada por Kiyoshi Takahase Segundo, 2020 (Alamy.es). Esperamos que los/las lectores/as disfruten este viaje.



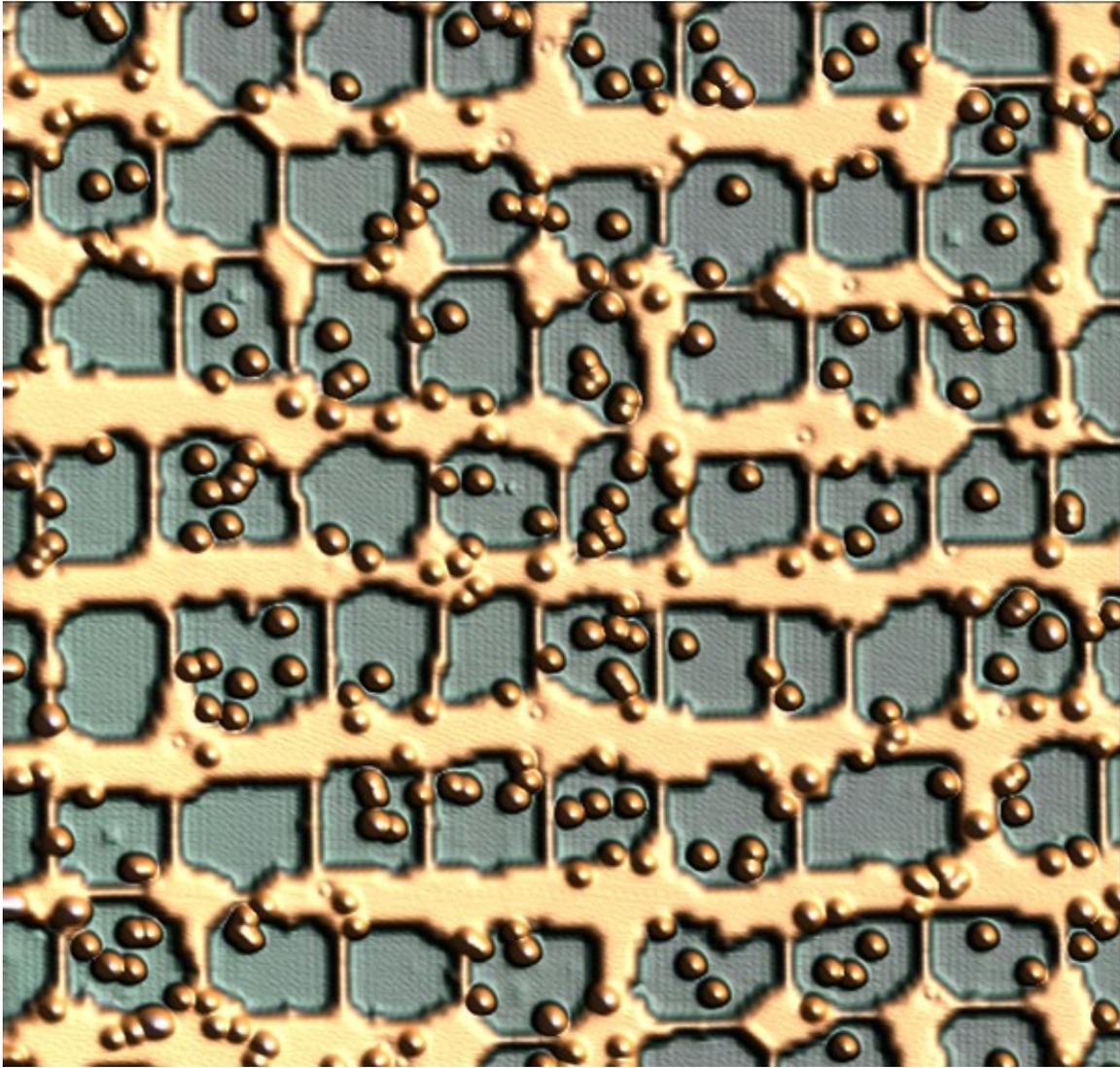
# Promesas, trayectos y dilemas de la convergencia tecnocientífica

---

*Promessas, trajetos e  
dilemas da convergência  
tecnocientífica*

---

*Promises, Paths  
and Dilemmas of the  
Technoscientific Convergence*



▪ "Patchwork con lentejuelas atómicas": átomos de hierro, cobalto y manganeso, 2009 | Capturada por: Sander Otte, National Institute of Standards and Technology (Estados Unidos). Exposición "Un paseo por el nanomundo": [icmm.csic.es](http://icmm.csic.es)

# 1. Promesas, discursos y formas de la convergencia

*Promessas, discursos e formas da convergência*

*Promises, discourses, and forms of convergence*

# Prometo, luego existo: ciencia, conocimiento y promesas en la modernidad periférica

*Prometo, logo existo: ciência, conhecimento e promessas na modernidade periférica*

*I Promise, Therefore I Am: Science, Knowledge, and Promises in Peripheral Modernity*

Pablo Kreimer\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a1

El objeto de este artículo es reflexionar en torno a las dimensiones conceptuales y los dispositivos que se ponen en marcha en la estructura de las promesas tecnocientíficas en contextos de sociedades periféricas. Para ello, el autor considera el caso de la enfermedad de Chagas a lo largo de un siglo, analizando el modo de construcción original de la cuestión a comienzos del siglo XX, y luego su formulación más moderna a comienzos del siglo XXI: el Proyecto Secuenciamiento del Genoma del *T. cruzi* (agente causal de la enfermedad de Chagas). Finalmente, analiza lo que se muestra y lo que se oculta en el desarrollo de las promesas tecnocientíficas en contextos no hegemónicos.

**Palabras clave:** promesas tecnocientíficas, sociedades periféricas, países centrales, enfermedad de Chagas, Proyecto Secuenciamiento del Genoma del *T. cruzi*, big data.

*O objeto deste artigo é refletir em torno das dimensões conceituais e os dispositivos que se colocam em andamento na estrutura das promessas tecnocientíficas em contextos de sociedades periféricas. Para isso, o autor considera o caso da enfermidade de Chagas ao longo de um século, analisando o modo de construção original da questão a começos do século XX, e sua formulação mais moderna a começos do século XXI: o Projeto Sequenciamento do Genoma do T. cruzi (agente causal da enfermidade de Chagas). Finalmente, analisa o que se mostra e o que se oculta no desenvolvimento das promessas tecnocientíficas em contextos não hegemônicos.*

**Palavras-chave:** promessas tecnocientíficas, sociedades periféricas, países centrais, enfermidade de Chagas, Projeto Sequenciamento do Genoma *T. cruzi*, big data.

*The purpose of this article is to reflect on the conceptual dimensions and dispositives that are put in place in the structure of techno-scientific promises within peripheral societies and contexts. For this, the author brings in the case of Chagas disease and analyzes the original mode of construction of the question at the beginning of the 20th century; also, its most modern formulation: the T. cruzi Genome Sequencing Project (causal agent of Chagas disease), at the beginning of the 21st century. Finally, it analyzes the clarities and opacities within the development of techno-scientific promises in non-hegemonic contexts.*

**Keywords:** Technoscientific Promises, Peripheral Societies, Central Countries, Chagas Disease, *T. cruzi* Genome Sequencing Project, Big Data.

\* Investigador Superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Conicet (Argentina). También es director del Centro Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Maimónides (Argentina). Doctor en Ciencia, Tecnología y Sociedad del Centre STS, Paris. Correo: pkreimer@yahoo.com

original recibido: 10/06/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 13~27

La humanidad vive una situación inédita: la mayor parte del mundo ha sido invadida por un virus, situación que no es enteramente novedosa (abundan los textos sobre antecedentes de pandemias) pero sí lo es en la era actual de la globalización y el modo en que se expandió en pocas semanas. Casi de inmediato comenzaron a dispararse diversas acciones simultáneas, cada una abriendo grandes puertas al debate: negación de la enfermedad, acciones más o menos coercitivas de los gobiernos, movilización y alerta de los sistemas de salud, amenaza a la geopolítica y a las economías y, por supuesto, movilización masiva de las tecnociencias como recurso último frente al pánico o al escepticismo de una vasta red de actores sociales. Haciendo eco de ese recurso, diversos sistemas, instituciones y actores formularon rápidamente promesas, como la pronta identificación del virus, el secuenciamiento de su ADN, la obtención de kits de diagnóstico, nuevos tratamientos y, como frutilla del postre, la ansiada vacuna que, en plazos difícilmente imaginables poco tiempo antes, pasó de “proyecto tecnocientífico” a “producto de uso masivo”. Es cierto que el desarrollo científico siempre ha funcionado bajo la estructura de promesas que, en su modo de formulación, sus modulaciones, las características de sus actores y las condiciones de su producción y cumplimiento (o no), fueron cambiando a lo largo del tiempo.

Thomas Mormann, en un número especial de la revista *Centaurus* dedicado precisamente a las promesas, señala que estas cumplen un papel importante no solo en la vida cotidiana, sino también en la ciencia moderna. Incluso, uno podría decir que son esenciales para la ciencia, ya que sin hacer ciertas promesas, difícilmente se obtendrá el apoyo social necesario para llevar a cabo su investigación (sea la promesa mundana de que ayudará a construir nuevos dispositivos tecnológicos

útiles o la promesa general pseudorreligiosa de que esta ciencia hará una contribución esencial a encontrar la “verdad que nos hará libres”) (Mormann, 2017, pp. 189-90). En términos empíricos, autores como Latour (1983, 1984) y sus trabajos sobre Pasteur, ya mostraron hace varias décadas que la ecuación podía invertirse: no solo la ciencia puede ser movilizadada por diversos actores, sino que también los propios científicos pueden movilizar a otros agentes para dotar de valor de verdad a sus proposiciones: aquí no es lo verdadero lo que se *transfiere* como útil, sino que, en la medida en que resulta útil, deviene verdadero.

La mayor parte de los estudios sobre promesas científicas o tecnocientíficas se han centrado en lo que hemos denominado “ciencia hegemónica” (Kreimer, 2019), y casi no hay estudios que tomen en cuenta estas formulaciones en contextos periféricos. Ello se debe, seguramente, a que los estudios CTS desarrollados en los países centrales, a pesar de su insistencia en la localidad y en el carácter situado de los conocimientos, así como su énfasis en la posición simétrica e imparcial del analista (Collins, 1981), han tenido muchas dificultades para comprender que, al cabo de varias décadas, habían “naturalizado” el hecho de concentrarse sobre la parte más dinámica y hegemónica de la producción de conocimiento e ignorado lo que Harding (2008) llamó las “ciencias desde abajo”.

El análisis de la estructura de las promesas tecnocientíficas tiene diversos componentes importantes, como veremos más adelante, pero uno absolutamente crucial es el modo en que se construye, cómo se articula –ideal o empíricamente– la relación entre producción, industrialización y uso de conocimientos. Como mostramos hace ya varios años, este tipo de relaciones adquiere formas estructuralmente diferentes

en los contextos periféricos, donde uno de los cuellos de botella más importantes ha sido la enorme cantidad de conocimientos producidos localmente que –por razones múltiples y complejas– nunca han logrado ser utilizados en sus contextos de emergencia (Kreimer, 2006). Es más, a menudo los conocimientos que se producen para abordar problemas sociales específicos de un contexto periférico no son utilizados allí, pero sí en espacios en donde la industrialización de esos conocimientos está fuertemente institucionalizada, proceso que hemos denominado “explotación cognitiva” (Kreimer y Zukerfeld, 2014). Ferpozzi (2020) califica a este proceso como “consecuencias patológicas” de dichas promesas en contextos periféricos.

Para discutir estos problemas elegí trabajar con un ejemplo que conozco bien, por haberlo investigado durante casi veinte años: la enfermedad de Chagas en América Latina. De un modo similar a como operan las ciencias biológicas (que construyen “organismos modelo”), mi interés no está tanto puesto en la enfermedad de Chagas como tal, sino en lo que su estudio nos puede mostrar como cuestiones estructurales y en dinámicas propias de momentos históricos determinados. La estructura del artículo es la siguiente: en el segundo apartado presentaré los elementos que configuran la estructura de las promesas tecnocientíficas. En el tercer apartado veremos en forma sucinta la construcción histórica de la enfermedad de Chagas como problema científico y social, así como la formulación de promesas en torno de ella, concentrándonos en particular en la formulación de la promesa “moderna”. El cuarto apartado analiza esta última en un contexto más amplio de promesas sobre el secuenciamiento del genoma humano, así como de otros organismos. En el quinto apartado haremos un análisis, munidos de los dispositivos teóricos presentados. Finalmente, al concluir esta sección, y luego de haber visto lo que las promesas formulan, mostraremos aquello que ocultan y lo situaremos en el contexto particular de América Latina.

## La estructura de las promesas tecnocientíficas<sup>1</sup>

Helga Nowotny (2016) señala que la ciencia moderna llegó con la promesa explícita de producir conocimientos sin precedentes que se aplican a cuestiones prácticas para el mejoramiento de la sociedad. Esto llegó a ser vis-

to como el equivalente secular a la salvación espiritual, con la que, ciertamente, competía en el fundamento de la sociedad moderna. Así, debía mejorar las condiciones materiales de vida, contribuyendo a la riqueza y el bienestar. Nowotny retoma la bella fórmula de Hanna Arendt, según la cual la promesa consiste “en traer el futuro al presente”, y a ello le agrega una afirmación –a mi juicio– difícil de sostener: según ella, “las soluciones técnicas [...] son más fáciles de implementar y adoptar que las soluciones que implican cambios en el tejido social de la sociedad, cuestionan las jerarquías establecidas y van en contra de los intereses creados” (2016). Lamentablemente, no tenemos el espacio aquí para discutir esta idea, pero podemos aprovechar el desliz de Nowotny para avanzar en un primer elemento significativo: toda promesa tecnocientífica moviliza a la vez dimensiones técnicas o cognitivas y dimensiones relativas al orden social, todo ello en el marco de una construcción de futuro, es decir, de un ordenamiento futuro de las dimensiones técnicas y las dimensiones sociales.

Un segundo elemento tiene que ver con el tipo de proyecciones hacia el futuro. Mülberger y Navarro (2018) señalan que una promesa significa “alguna obligación moral de entregar algo en el futuro”, lo que implica aplicar una teoría específica, una metodología o recurrir a un determinado campo de estudio. Pero ello no significa (contrariando a cierto sentido común) que las promesas emergen simplemente desde espacios cognitivos consolidados hacia el Estado o la sociedad. Por el contrario, frecuentemente esos espacios pretenden consolidarse *a través de la formulación* de promesas. Dicho de otro modo, las promesas –dirigidas a otros actores sociales o instituciones, a organismos de financiamiento o hacia el público en general– se co-construyen junto con el campo desde el cual emergen. Más aún, pueden ser un medio elegido estratégicamente para consolidar un nuevo campo emergente. Dentro de ese imaginario, entonces, el cumplimiento o el logro de dichas promesas sería, al mismo tiempo, el de la consolidación, fortalecimiento o construcción de la legitimidad de lo que podríamos llamar “campo o especialidad de la ciencia proponente” (o “prometedor”, en el sentido de que propone la promesa), pero también “promisorio” como nuevo campo. Parece imposible despegar las promesas asociadas al descubrimiento de la doble hélice del ADN y todas las potencialidades allí enunciadas del desarrollo de la biología molecular como campo relativamente

autónomo que surge en ese momento y habría de mostrarnos los verdaderos “secretos de la vida” (Morange, 1998; Fox, 2000; Kreimer, 2010).

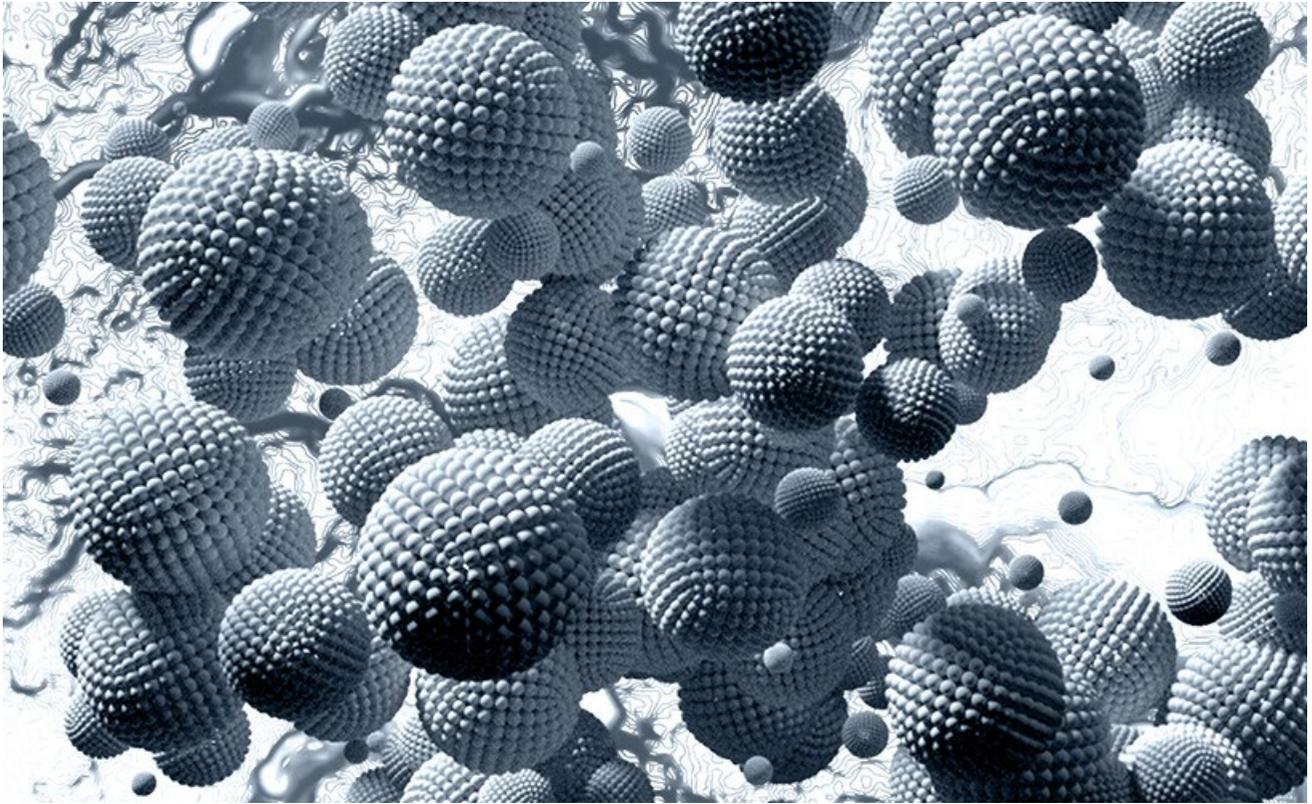
En rigor, la emergencia de nuevos campos ha estado fuertemente asociada con las ideas de futuro (y de dichos futuros con las promesas que los nuevos conocimientos aportarán), como lo prueban múltiples ejemplos. Ya mencionamos los casos de la biología molecular y, en una de sus ramificaciones más poderosas, la genómica (compilación de genomas de diversos organismos). Pero otras promesas no han sido menos poderosas en su formulación asociada al desarrollo de un nuevo campo. La física nuclear, como sabemos, es inseparable del Proyecto Manhattan y de la fabricación de la bomba, pero el impresionante desarrollo de este campo tuvo que generar promesas que fueran, si no tan eficaces, al menos más seductoras que la mera capacidad de destrucción. Así debe entenderse el Programa “Átomos para la paz”, lanzado en 1953 por el presidente Dwight D. Eisenhower. Como señala Krige (2006), además del evidente efecto de propaganda (tanto para desarmar los efectos nocivos de la bomba como para mostrar a un país preocupado por los usos pacíficos de la ciencia y la tecnología), el programa tuvo el efecto de generar una red de laboratorios públicos y privados que, bajo la promesa de los usos pacíficos, fue desplegando un inmenso desarrollo de este nuevo campo.

El caso más reciente del campo “nano” (nanociencias y nanotecnologías) es otro ejemplo interesante acerca de cómo las promesas se van coproduciendo con la emergencia y consolidación de un campo. Selin (2007), quien analizó este fenómeno desde la perspectiva de la Teoría de Actor Red, resalta el papel de algunos sujetos fundadores de este campo, incluidas las disputas –casi siempre presentes– por atribuirse el nacimiento, la paternidad o el linaje del nuevo campo. Así, considera el papel de Eric Drexler y de su libro (publicado en 1986) *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, donde plantea que la nano promete ser “una tecnología anticipada que brinda un control exhaustivo de la estructura de la materia a nivel molecular. Esto implica la fabricación molecular, en la que los materiales y productos se fabrican mediante el posicionamiento preciso de las moléculas de acuerdo con un diseño de ingeniería explícito” (Drexler, 1992, p. 1). Con su retorno a los primeros trabajos de Latour, Selin hace un aporte interesante al estudio de las pro-

mesas, ya que señala que quienes las formulan deben crear intereses, cambiar los intereses propios (asumir los intereses de los que se traducirán), tomar un desvío (un atajo) del camino de uno hacia los intereses de los demás y reorganizar intereses y objetivos (desplazar objetivos, inventar nuevos grupos, etc.).

En una perspectiva más comprensiva, Joly (2010) nos sugiere que una promesa está compuesta de varios ingredientes: 1) un vínculo con un problema dado que debe resolverse. Cuanto más urgente y ampliamente reconocido el problema, más atractiva es la promesa y más legítimas son las acciones tomadas; 2) la credibilidad de los proponentes y de la red social de quien hizo la promesa (ya sea un individuo o un colectivo más amplio); 3) los defensores de una nueva promesa tienen que luchar contra (y excluir) otras soluciones posibles (o plausibles) para resolver el problema. Las promesas aparecen como el elemento clave de la coordinación orientada hacia el futuro; 4) los proponentes deben mostrar no solo el “punto de llegada” sino también formas creíbles de lograrlo. Considero que estos cuatro puntos pueden constituir el punto de partida de un programa más amplio para el análisis de las promesas científicas, pero a ellos se le deben agregar algunas cuestiones adicionales. El siguiente componente sería: 5) quienes formulan una promesa muestran que sus saberes disciplinarios –o de sus especialidades– son más eficaces, tienen menos efectos perjudiciales, son más deseables socialmente o incluso “más modernos” que las formulaciones realizadas por otros campos que sean potencialmente competidores.

Como es común en la mayor parte de la literatura que analizamos, suele predominar una visión que Law y Lin (2017) han denominado “perspectiva euro-norteamericana”, que olvida, parcial o totalmente, el requisito del carácter situado del conocimiento, para poner el foco solo en el mundo desarrollado/industrializado, como si fuera el *locus*. Aunque muy recientemente han surgido diversos textos que invocan una mirada más simétrica entre los diferentes espacios de producción y uso de conocimientos (Verran, 2002; Harding, 2008; Anderson, 2009), cuando se trata de discutir la dinámica de las “grandes cuestiones” tales como la dinámica de los campos científicos o la emergencia de promesas tecnocientíficas, los espacios de observación son casi exclusivamente los contextos hegemónicos. Esto no sería del todo grave si pensamos que, a fin de



▪ *Nanocápsulas para detectar el cáncer, 2006 | Autor: GiroScience/Shutterstock*

cuentas, cada uno está preocupado por su aldea. Pero lo problemático es que se siga considerando estos contextos como “los lugares”, los únicos donde dichos procesos ocurren, o más complicado aún, que lo que sucede en esos barrios periféricos del mundo no afecta aquello que se observa en los contextos centrales. Por lo tanto, nuestro siguiente componente será: 6) las promesas se realizan siempre en un contexto determinado, apuntando a actores específicos, cuyos vínculos con actores (dentro o fuera del campo científico) en otros contextos son un elemento explicativo de la modalidad de formulación.

Por último, un aspecto que debemos agregar a las consideraciones anteriores refiere a quién o quiénes son los destinatarios de las promesas tecnocientíficas. Dicho de otro modo, bajo qué argumentos se construye la idea de “credibilidad” de las promesas, en relación con quienes deberían otorgarle dicho estatus. Esquemáticamente, las promesas pueden dirigirse (en forma no excluyente) al público en general (lo cual incluye a los consumidores), a las autoridades públicas o tomadores de decisiones, a los actores económicos (empresas, fondos de inversión, etc.) y, crecientemen-

te, a las agencias de financiamiento de la I+D, cuya importancia ha sido creciente en los últimos años como consecuencia del aumento de la competitividad en las convocatorias de proyectos (Audétat, 2015). Así, nuestro último componente será: 7) las promesas tecnocientíficas apuntan siempre a uno o varios destinatarios, en relación con quienes despliegan discursos y retóricas específicas para generar la credibilidad necesaria en estos procesos.

Una vez que ya contamos con una revisión de los componentes principales que articulan las promesas tecnocientíficas, podemos considerar la enfermedad de Chagas y sus promesas para observar qué lecciones nos permite aprender sobre estas dinámicas.

## La construcción de Chagas como problema a comienzos del siglo XX y del XXI. Pasos en la formulación de una promesa

Carlos Chagas, quien había descubierto la enfermedad que luego llevaría su nombre, le escribió en 1928 una

reveladora carta a su colega Salvador Mazza, que había fundado en el Norte de la Argentina una misión (Mepra) para el estudio de esta enfermedad:

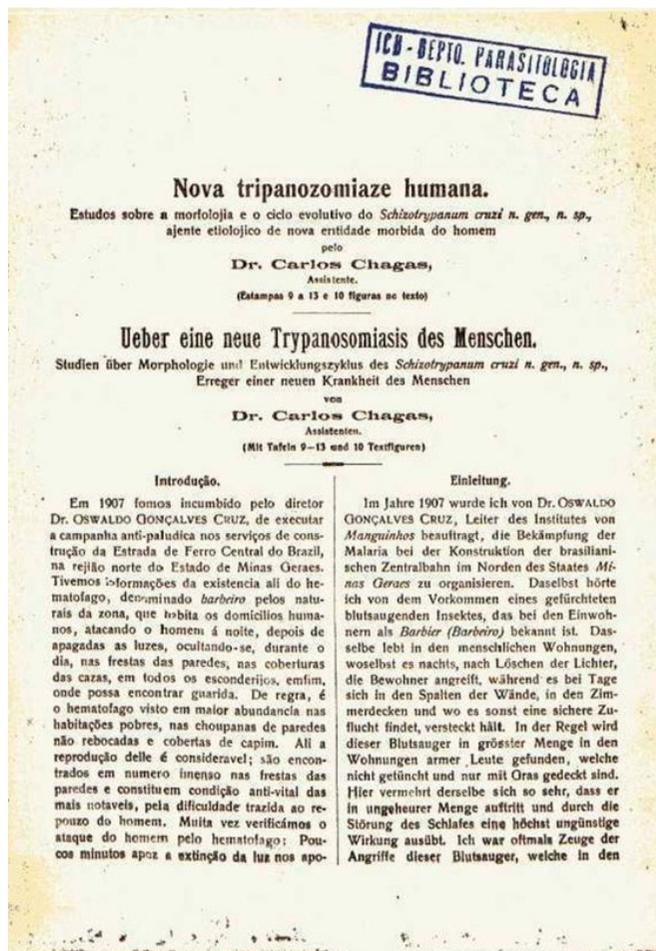
Hay un designio nefasto en el estudio de la Tripanosomiasis. Cada trabajo, cada estudio, apunta un dedo hacia una población mal nutrida que vive en malas condiciones; apunta hacia un problema económico y social, que a los gobernantes les produce tremenda desazón pues es testimonio de incapacidad para resolver un problema tremendo. Es un problema de vinchucas, que invaden y viven en habitaciones de mala factura, sucias, con habitantes ignorados, mal nutridos, pobres y envejecidos, sin esperanza ni horizonte social y que se resisten a colaborar. (Carta de Carlos Chagas a Salvador Mazza, 1928. Archivo: Biblioteca de la Casa de Oswaldo Cruz, Río de Janeiro.)

Como vemos, en una sola oración Chagas define con eficacia el problema público: se trata, antes que nada, de un problema económico y social, y son ellos, los médicos que identificaron la enfermedad, quienes están en condiciones de definirla, de producirla en la esfera pública. En efecto, es un problema social y económico porque los afectados por la enfermedad son pobres rurales que viven en condiciones miserables y a quienes, además, se los ignora (excepto los propios médicos, que son el puente que nos conecta con esas poblaciones). Pero es también un problema de *vinchucas*, o *pito*, o *barbeiro*, o *chinche*, según se la defina en cada país de América Latina (su nombre científico es *Triatoma infestans*), esto es, del insecto vector de la enfermedad que se aloja en los intersticios de las viviendas rurales. Otro problema es que esta población, además de pobre, es ignorante y se “resiste a colaborar”. Y Chagas encuentra un inconveniente adicional: “Hábleles de esta enfermedad y tendrá a todos los gobiernos en contra. Pienso que a veces más vale ocuparse de infusorios o de batracios que no despertar alarma de nadie” (Carta de Carlos Chagas a Salvador Mazza, 1928).

La invocación que Chagas le hace a Mazza en la carta es triple: por un lado, hay que convencer a los pobres rurales de que están enfermos (figura 1), lo cual no es tan simple, porque se trata de una enfermedad nueva y que no “se ve” ya que en buena parte de los casos es asintomática. En segundo lugar, hay que convencer a las autoridades de que hay una nueva enfermedad, producto de las condiciones de vida de

esas poblaciones que hacen posible el contagio a través de la transmisión vectorial. En tercer lugar, y tal vez lo más importante, le dice “somos nosotros”, los “médicos infectólogos”, quienes tenemos la llave para intervenir sobre este problema.

Figura 1. Primer artículo de Chagas en donde informa de la nueva enfermedad



Fuente: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1(2):159-218.

Podríamos decir que en el acto mismo de construir el problema en el espacio público, en la advocación a las autoridades, está también la fabricación de una promesa. De este modo, primero Carlos Chagas en Brasil y luego Salvador Mazza en la Argentina se sitúan como intermediarios que conocen la naturaleza del *Trypanosoma cruzi*, entre los políticos y tomadores de decisión (aquellos que, según Chagas, uno tendrá en contra, si pretende “hablarles de esta enfermedad”), los pobres rurales y los parásitos sin voz (Callon, 1986; Latour, 1983). La carta

de Chagas también podría leerse como una búsqueda de conseguir aliados para su causa, tanto enrolando a su colega como movilizándolo a los campesinos para dotar de legitimidad a su posicionamiento en el campo<sup>2</sup>.

Esta operación, desde mi punto de vista, excede a estos actores específicos y aún a las redes que estos articulan. Lo que están legitimando en este modo de construcción del problema público es *un campo de conocimientos* que aparece como legítimo para definir los términos del problema y, al mismo tiempo, los modos en que otros actores habrán de intervenir, sustentados en la base cognitiva previamente construida por ese saber, fuertemente disciplinario o propio de una comunidad de especialistas.

\*\*\*

En las décadas siguientes se sucedieron diversas reconfiguraciones de este problema, desde la epidemiología, que determinó su alcance y extensión (geográfica y social); la cardiología, que investigó las lesiones cardíacas causadas por la enfermedad; la bioquímica, que identificó la composición del parásito; la entomología, que estudió al insecto vector (*Triatoma infestans*); los estudios sobre hábitat, que trabajaron sobre las condiciones de vida de las poblaciones afectadas y su interacción con parásitos e insectos; y la biología molecular, que formuló una fuerte promesa basada en la búsqueda de blancos moleculares donde atacar al parásito y generar compuestos con los cuales desarrollar nuevas drogas. He trabajado en detalle estas reconfiguraciones en otros trabajos<sup>3</sup>, pero me interesa aquí observar cómo se enuncia la más moderna de las promesas sobre la enfermedad de Chagas, relacionada con el secuenciamiento del genoma del *T. cruzi*.

El 15 de julio del 2005 se publicó un artículo en la revista *Science*, firmado por 81 autores de diferentes nacionalidades, en el que se anunciaba el secuenciamiento completo del genoma del *T. cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas (figura 2). El trabajo fue el resultado de un consorcio conformado por 21 laboratorios de diferentes países (la mayoría, latinoamericanos: siete de Brasil, cuatro de Argentina y dos de Venezuela. El resto se repartían entre Europa y Estados Unidos) y fue impulsado (y parcialmente financiado) por la Organización Mundial de la Salud, a través del Programa de Investigación y Formación sobre Enfer-

medades Tropicales (TDR), entre otras instituciones. Se trató de un verdadero ejemplo de puesta en práctica de lo que podemos definir como “Mega Science” (Jacob y Hallonsten, 2012; Kreimer, 2019): decenas de laboratorios que trabajan, en forma coordinada, para un programa común, cuya complejidad –técnica, en este caso– supera las posibilidades de la organización tradicional de grupos de investigación en laboratorios públicos. Así lo señalaba uno de los integrantes, cuando el proyecto llevaba la mitad de su desarrollo:

La secuenciación de GSSs ya comenzada tiende a la obtención de 20.000 secuencias para finales del 1999, con lo que se habrá obtenido un número total de bases secuenciadas de 9.000.000, o sea, aproximadamente un 20% del genoma haploide total (“expression sequence tags”). Este número obtenido en los últimos 2 años es más de cien veces superior a todos los genes identificados previamente al inicio del proyecto genoma del *T. cruzi*. (Frasch *et al.*, 1999)

El artículo, publicado cuando el proyecto ya había finalizado, nos define ante todo el problema con cifras muy impactantes que pretenden llamar la atención sobre la importancia del problema mismo (muy conocido en América Latina):

El *Trypanosoma cruzi* causa la enfermedad de Chagas en humanos. La infección aguda puede ser letal, pero la enfermedad generalmente evoluciona a una etapa crónica, que está acompañada, en un 25 a 30% de los casos, por debilitamiento severo y finalmente la muerte. Se estima que entre 16 y 18 millones de personas están infectadas, principalmente en América Central y del Sur, con 21,000 muertes reportadas cada año. El *T. cruzi* normalmente se transmite por insectos reduvid a través de las heces del vector después de una picadura de insecto y también después de una transfusión de sangre. Los intentos de desarrollar vacunas para enfermedades parasitarias han sido inútiles, y existe una falta crítica de métodos para el diagnóstico y el tratamiento. (El Sayed *et al.*, 2005, p. 409)

Luego de la descripción técnica del trabajo desarrollado y de las características generales del genoma, viene la parte de lo que llamaré la “promesa moderna”: implicaciones para nuevas terapias.

La elucidación de las vías críticas en la reparación del ADN, la replicación del ADN y la meiosis y la identificación de

numerosas proteínas quinasas y fosfatasa que ofrece el análisis de los genomas de *Trypanosoma* *prometen proporcionar nuevos objetivos farmacológicos*. Las diferencias con la maquinaria eucariota típica para la escisión / reparación de nucleótidos, el inicio de la replicación del ADN y la presencia de ADN polimerasas similares a las bacterias utilizadas en la replicación del genoma mitocondrial *proporcionan puntos potenciales de ataque contra los parásitos*. Además, la presencia de varios PKs con poca similitud con los de otros eucariotas presenta *nuevas posibilidades para el desarrollo de fármacos dirigidos*. La actividad superficial de TS, que es, al menos en *T. cruzi*, esencial para la incorporación del ácido siálico del huésped en los glicoconjugados de parásitos, es *otro objetivo para la intervención quimioterapéutica*. La elucidación del repertorio completo de TS *cruzi* activos debería ayudar en este esfuerzo. (El Sayed *et al.*, 2005, p. 414, énfasis agregado)

Figura 2. Secuenciamiento del genoma del *T. cruzi*

### The Genome Sequence of *Trypanosoma cruzi*, Etiologic Agent of Chagas Disease

Najib M. El-Sayed,<sup>1,2\*</sup> Peter J. Myler,<sup>3,4,5\*</sup> Daniella C. Bartholomeu,<sup>1</sup> Daniel Nilsson,<sup>6</sup> Gautam Aggarwal,<sup>3</sup> Anh-Nhi Tran,<sup>6</sup> Elodie Ghedin,<sup>1,2</sup> Elizabeth A. Worthey,<sup>3</sup> Arthur L. Delcher,<sup>1</sup> Gaëlle Blandin,<sup>1</sup> Scott J. Westenberger,<sup>1,7</sup> Elisabet Caler,<sup>1</sup> Gustavo C. Cerqueira,<sup>1,8</sup> Carole Branche,<sup>6</sup> Brian Haas,<sup>1</sup> Atashi Anupama,<sup>3</sup> Erik Arner,<sup>6</sup> Lena Åslund,<sup>9</sup> Phillip Attipoe,<sup>3</sup> Esteban Bontempi,<sup>6,10</sup> Frédéric Bringaud,<sup>11</sup> Peter Burton,<sup>12</sup> Eithon Cadag,<sup>3</sup> David A. Campbell,<sup>7</sup> Mark Carrington,<sup>13</sup> Jonathan Crabtree,<sup>1</sup> Hamid Darban,<sup>6</sup> Jose Franco da Silveira,<sup>14</sup> Pieter de Jong,<sup>15</sup> Kimberly Edwards,<sup>6</sup> Paul T. Englund,<sup>16</sup> Gholam Fazelina,<sup>3</sup> Tamara Feldblyum,<sup>1</sup> Marcela Ferella,<sup>6</sup> Alberto Carlos Frasch,<sup>17</sup> Keith Gull,<sup>18</sup> David Horn,<sup>19</sup> Lihua Hou,<sup>1</sup> Yiting Huang,<sup>3</sup> Ellen Kindlund,<sup>6</sup> Michele Klingbeil,<sup>20</sup> Sindy Kluge,<sup>6</sup> Hean Koo,<sup>1</sup> Daniela Lacerda,<sup>1,21</sup> Mariano J. Levin,<sup>22</sup> Hernan Lorenzi,<sup>22</sup> Tin Louie,<sup>3</sup> Carlos Renato Machado,<sup>8</sup> Richard McCulloch,<sup>12</sup> Alan McKenna,<sup>6</sup> Yumi Mizuno,<sup>6</sup> Jeremy C. Mottram,<sup>12</sup> Siri Nelson,<sup>3</sup> Stephen Ochaya,<sup>6</sup> Kazutoyo Osoegawa,<sup>15</sup> Grace Pal,<sup>1</sup> Marilyn Parsons,<sup>3,4</sup> Martin Pentony,<sup>3</sup> Ulf Pettersson,<sup>9</sup> Mihai Pop,<sup>1</sup> Jose Luis Ramirez,<sup>23</sup> Joel Rinta,<sup>3</sup> Laura Robertson,<sup>3</sup> Steven L. Salzberg,<sup>1</sup> Daniel O. Sanchez,<sup>17</sup> Amber Seyler,<sup>3</sup> Reuben Sharma,<sup>13</sup> Jyoti Shetty,<sup>1</sup> Anjana J. Simpson,<sup>1</sup> Ellen Sisk,<sup>3</sup> Martti T. Tammi,<sup>6,24</sup> Rick Tarleton,<sup>25</sup> Santuza Teixeira,<sup>6</sup> Susan Van Aken,<sup>1</sup> Christy Vogt,<sup>3</sup> Pauline N. Ward,<sup>12</sup> Bill Wickstead,<sup>18</sup> Jennifer Wortman,<sup>1</sup> Owen White,<sup>1</sup> Claire M. Fraser,<sup>1</sup> Kenneth D. Stuart,<sup>3,4</sup> Björn Andersson<sup>6\*</sup>

Whole-genome sequencing of the protozoan pathogen *Trypanosoma cruzi* revealed that the diploid genome contains a predicted 22,570 proteins encoded by genes, of which 12,570 represent allelic pairs. Over 50% of the genome consists of repeated sequences, such as retrotransposons and genes for large families of surface molecules, which include trans-sialidases, mucins, gp63s, and a large novel family (>1300 copies) of mucin-associated surface protein (MASP) genes. Analyses of the *T. cruzi*, *T. brucei*, and *Leishmania major* (*Trypanosoma*) genomes imply differences from other eukaryotes in DNA repair and initiation of replication and reflect their unusual mitochondrial DNA. Although the *Trypanosoma* lack several classes of signaling molecules, their kinomes contain a large and diverse set of protein kinases and phosphatases; their size and diversity imply previously unknown interactions and regulatory processes, which may be targets for intervention.

*Trypanosoma cruzi* causes Chagas disease in humans. Acute infection can be lethal, but the disease usually evolves into a chronic stage, accompanied in 25 to 30% of cases by severe debilitation and ultimately death. It is estimated that 16 to 18 million people are infected, primarily in Central and South America, with 21,000 deaths reported each year (1). *T. cruzi* is normally transmitted by reduviid bugs via the vector feces after a bug bite and also after blood transfusion. Attempts to develop vaccines for parasitic diseases have been futile, and there is a critical lack of methods for diagnosis and treatment.

The taxon *T. cruzi* contains two defined groups, *T. cruzi* I and *T. cruzi* II, as well as additional groups yet to receive a designation (2). *T. cruzi* I is associated with the silvatic transmission cycle and infection of marsupials (3). *T. cruzi* II consists of five related subgroups, termed IIa, IIb, IIc, IId, and IIe (4), and is associated with the domestic transmission cycle and infection of placental mammals

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 309 15 JULY 2005 409

Fuente: El Sayed *et al.* (2005).

En los años siguientes a la publicación de esta secuencia completa, numerosos artículos avanzaron en diferentes cuestiones relativas con el genoma del *T. cruzi*, casi siempre comenzando con una descripción

de la enfermedad de Chagas como problema público o de salud. Aunque la cantidad de artículos es gigantesca, haremos una breve selección de un puñado de ellos<sup>4</sup>. El biólogo argentino Martín Vázquez (2007) comenzó diciendo que el *Trypanosoma cruzi* es el causante de la enfermedad de Chagas en humanos, endémica en los países de América Latina, donde hay de 16 a 18 millones de personas afectadas, con más de 20.000 reportadas por año<sup>7</sup>. Y hacia el final de su investigación, formuló la promesa:

Los futuros de la genética de *T. cruzi* y el desarrollo de fármacos están en un camino de colisión [...]. He presentado varios ejemplos que sitúan a los tripanosomas en el límite de la evolución eucariótica con varios aspectos inusuales de su biología molecular y celular como regla general mientras que estas características son, en el mejor de los casos, la excepción de la regla en otros organismos. Con tal plétora de potenciales dianas farmacológicas derivadas de estos aspectos y una secuencia genómica terminada,

¿por qué no tenemos una serie de fármacos eficaces en ensayos clínicos para la enfermedad de Chagas? Esperemos que los genomas impulsen este proceso. (p. 9, traducciones mías)

Unos cuatro años después, un grupo del Department of Cell and Molecular Biology, del Karolinska Institutet en Estocolmo, Suecia comenzó con el mismo estribillo:

... el parásito protozoario *Trypanosoma cruzi*, agente causante de la enfermedad de Chagas, infecta a 7,7 millones de personas en América Latina y causa 12.500 muertes al año. La transmisión del parásito se produce sobre todo si las heces infectadas del insecto vector triatómico hematófago entran en contacto con las mucosas o con la piel erosionada. (Franzen *et al.*, 2011)

Y luego avanzó en algunas pistas para entender que el *T. cruzi* funciona como un organismo modelo:

Este estudio representa un avance significativo en el desentrañamiento de la diversidad de *T. cruzi* y fomenta la genómica comparativa de los linajes de *T. cruzi* y las especies relacionadas del subgénero *Schizotrypanum*. En la actualidad nos dedicamos a secuenciar otros representantes de TcI, y el tripanosoma *T. cruzi marinkellei*, aparentemente específico de los murciélagos. (Franzen *et al.*, 2011, traducción mía)

Otro artículo, más reciente, de investigadores de la School of Public Health and Tropical Medicine de la Tulane University (Estados Unidos), recuperó una hipótesis que había sido largamente abandonada desde hace varios años, la del desarrollo de una vacuna contra la enfermedad de Chagas. Según los autores:

*Tripanosoma cruzi* puede controlarse mediante vacunas en modelos animales, pero la identificación de antígenos eficaces representa uno de los pasos más críticos en el desarrollo de vacunas. Por ello, solo se ha probado empíricamente una diversidad limitada de antígenos del parásito como candidatos a vacunas. Más recientemente, los enfoques de genoma a vacuna, basados principalmente en la predicción de epítomos de células T, han surgido como poderosas estrategias para acelerar el desarrollo de vacunas. Paralelamente, la mayor disponibilidad de amplia información genómica sobre múltiples cepas de *T. cruzi* ofrece un importante recurso para la extracción de datos y la identificación de antígenos. Aquí presentamos algunas de las estrategias clave para la extracción del genoma de *T. cruzi* para el descubrimiento de antígenos y el desarrollo de vacunas. (Teh-Poot y Dumonteil, 2019, p. 23, traducción mía)

Veamos finalmente el más reciente (publicado hace unos pocos meses), de investigadores del Departamento de Biología Celular de la Universidad de Georgia (Estados Unidos). Como es habitual, comienza haciendo alusión a la enfermedad de Chagas: “El protozoo *Tripanosoma cruzi* establece casi siempre infecciones de por vida en los seres humanos y otros mamíferos, a pesar del desarrollo de potentes respuestas inmunitarias del huésped que limitan el número de parásitos”. Y avanza luego en cómo el análisis de las secuencias del genoma del *T. cruzi* podría servir para extrapolar los hallazgos sobre variabilidad genética hacia otros desafíos cognitivos:

Los eventos de amplificación de genes también producen variaciones significativas en el número de copias en un número sustancial de genes que presumiblemente no son necesarios o no están involucrados en la evasión inmune, formando así un segundo nivel de variación dependiente de la cepa en esta especie. La extrema flexibilidad del genoma evidente en *T. cruzi* también parece crear desafíos únicos con respecto a la preservación de las funciones centrales del genoma y la expresión génica que diferencia a esta especie de los kinetoplastos relacionados [...]. Con estos genomas de alta calidad en la mano para estas cepas, ahora podemos probar las hipótesis modificando aún más estos conjuntos de genes y exponiendo tanto las líneas de parásitos de tipo salvaje como las modificadas a varios niveles de presión de selección y observando los genomas de los linajes que emergen. (Wang *et al.*, 2021, traducción mía)

## El contexto de la promesa moderna: los genomas como Santo Grial

La promesa moderna se encabalga sobre un movimiento más amplio que tiene que ver con un nuevo abordaje para comprender la vida: el genoma completo de un organismo. Este enfoque es superior a los desarrollos previos de la biología molecular, dirigidos a encontrar genes –o proteínas– específicos para comprender o resolver cuestiones o preguntas particulares. Sin embargo, habiendo llegado a este punto, necesitamos hacer un desvío porque esta cuestión necesita un contexto: el Proyecto del Genoma Humano (HGP - Human Genome Project).

El HGP comenzó el “1 de octubre de 1990 y completado en abril del 2003 [...] nos dio la capacidad, por primera vez, de leer el plan genético completo de la naturaleza para construir un ser humano” (NIH, 2020). Su desarrollo técnico fue posible gracias a los avances que Sanger y Gilbert (entre otros) habían producido en el secuenciamiento de porciones de ADN a través de la introducción de métodos novedosos que luego serían automatizados por Leroy Hood en California (García, 2012; Dick y Jones, 2017).

Ya la primera definición suena, como mínimo, grandilocuente: uno de los protagonistas de la historia, el biólogo molecular, biotecnólogo y Premio Nobel Walter Gilbert señaló que el Proyecto del Genoma Humano podía responder a las preguntas: “¿qué es realmente lo específico del organismo humano?, ¿qué nos hace humanos? y

¿qué nos diferencia de los animales?” (Gilbert, 1992). Aún más, este desarrollo fue caracterizado por este mismo investigador (y retomado por muchos otros, vale agregar) como la búsqueda del Santo Grial, aquello que las ciencias de la vida habían estado buscando durante décadas, aunque sin duda con mayor énfasis desde 1953, cuando Watson y Crick dieron el conocido paso de la famosa “hélice de oro”, proponiendo la estructura del ADN bajo la forma de una doble hélice de pares de nucleótidos (Rose y Rose, 2012).

Las manifestaciones en torno de las promesas que se avecinaban con el secuenciamiento completo del genoma humano han estado, posiblemente, entre las mayores de la historia de la ciencia moderna, haciendo alusión a invocaciones que, a veces, bordean la ciencia ficción. Por ejemplo, un artículo publicado recientemente en la prestigiosa revista *Cell* señala que “vale la pena recordar que, independientemente de su impacto en la medicina, la secuenciación del genoma humano representa un logro monumental. Es el modelo que *literalmente específica cómo construir un ser humano*, incluso si aún no entendemos completamente los medios por los cuales lo hace” (Shendure *et al.*, 2019). Cualquier semejanza con el Frankenstein de Mary Shelley, publicado hace dos siglos, no parece una mera coincidencia. Yendo a cuestiones más precisas, otros autores señalaron que el HGP parecía avanzar hacia casi todos los terrenos:

La promesa del HGP va mucho más allá de la medicina hacia otras áreas de la ciencia. Además de sus muchas implicaciones para la medicina y la salud humana, lo cual incluye la detección de mutaciones, una evaluación del riesgo más exacta, diagnósticos de enfermedades más precisos, caracterización de daño genético y de los procesos de reparación mucho más veloz, y la identificación de fármacos de precisión basados en un conocimiento biológico más profundo, este proyecto internacional está creando tecnologías y recursos que serán aplicados a la caracterización de genomas de otros organismos vivos. Esta información nos proporcionará, a su vez, nuevas e importantes aplicaciones prácticas en energía, protección ambiental, agricultura y procesos industriales. (Debnath *et al.*, 2010)

Naturalmente, los cuestionamientos, tanto desde el campo CTS como desde el interior mismo del campo biomédico, se ocuparon de poner ciertos límites a estas promesas hiperbólicas. Así, Rose y Rose (2012) señala-

ron cierta “genetización” de la sociedad, denunciando con ironía que “hay genes para todo, desde la criminalidad hasta las compras compulsivas”, y agregaron que los genetistas del comportamiento han considerado que los genes son responsables desde la orientación sexual, la timidez femenina y la violencia masculina hasta las intenciones de voto, el respeto a la realeza y la inevitabilidad de una economía neoliberal. Los autores concluyeron señalando los peligros de que lo propio del ser humano sea subsumido en el material genético o que el genoma completo sea visto como aquello que constituye la identidad humana, retomando la conocida frase de Donna Haraway, “Genes R Us” (somos genes). Lewontin (2001), por su parte, reconoció que la mayor parte de los científicos que alimentan la promesa del HGP se preocupan por despegarse de todo determinismo genético. Sin embargo, parecen escribir más basados en las posibilidades teóricas que en su propia convicción. Hay, por lo tanto, un doble juego en el que la promesa avanza hacia todos los terrenos, como mecanismo de legitimación de sus avances y, digámoslo francamente, también como estrategia para la obtención de fondos, mientras que en lo que respecta a las posibilidades técnicas se muestran mucho más cautos.

Sin embargo, Lewontin, junto con otros autores, como Daniel Kevles (1992), Dorothy Nelkin y Lawrence Tancredi (1994), plantean que la importancia y los riesgos del Proyecto del Genoma Humano están menos en las promesas explícitas, como los nuevos tratamientos o las múltiples aplicaciones, que en el nacimiento (o el reforzamiento) de un nuevo determinismo biológico. Evelyn Fox Keller (2000) comparte parcialmente estas prevenciones, pero, con cierta ironía, les “baja el tono”. Celebra los logros alcanzados, pero considera, junto con algunos científicos, que en realidad el HGP es más bien un punto de partida para una nueva generación de investigaciones que un punto de llegada para la completa identificación del ser humano. De algún modo, el secuenciamiento del genoma de los diversos organismos fue “preparando el terreno” para el HGP, pero el sentido, las dimensiones que lo componen, los imaginarios y, sobre todo, sus objetivos y consecuencias me parecen bien diferentes. No he encontrado en la literatura ninguna alusión a la “identidad del ratón” y mucho menos de la mosca de la fruta en los importantes desarrollos de secuenciamiento de estos organismos, aunque la verdadera noción de organismo es puesta en cuestión a través del secuenciamiento de estas genomas (Fujimura y Fortun, 1996).

El secuenciamiento de diversos genomas puede estar basado en cuatro tipos de intereses diferentes, portadores, cada uno, de diversas “promesas”: 1) un interés *per se* en el organismo cuyo genoma se secuencia (por ejemplo, el caso del covid-19 y su uso en el desarrollo de vacunas); 2) un interés en la extrapolación de los resultados de esa especie sobre otras especies (generalmente hacia humanos); 3) un interés en identificar mecanismos biológicos que ayuden a comprender problemas teóricos o técnicos más o menos generales (el caso más frecuente es el de la mosca de la fruta o el pez cebra); 4) un interés en el genoma identificado y la interacción de ese organismo con otros (es lo más común en organismos patógenos, como virus, bacterias o parásitos). Estos objetivos, a pesar de ser enunciados en forma explícita por los propios investigadores, no son tan lineales como parecen, porque se encuentran entrelazados con las motivaciones cognitivas de largo plazo inscriptas en las tradiciones de investigación (no necesariamente explícitas), así como con las dimensiones políticas que las atraviesan.

## Análisis y conclusión: lo que las promesas dicen y lo que ocultan

En las formulaciones sobre el secuenciamiento del *T. cruzi* observamos que el problema parece haberse despegado completamente de su contexto de origen: al margen de la referencia inicial a los muchos millones de infectados en América Latina con el que comienzan casi todos los *papers*, el estudio del *T. cruzi* reconvirtió un problema local, anclado en los ranchos, hacia un parásito manipulable en el laboratorio. Ni siquiera hace falta la sangre infectada de los humanos: para los fines del estudio, los parásitos han sido cultivados en ratones (en Minas Gerais y en São Paulo). Así, la más moderna de las promesas, organizada en torno del secuenciamiento del genoma del *T. cruzi*, nos dice:

1. No tiene sentido pensarlo como un problema de pobreza, ni de estructura social, puesto que no podemos hacer nada al respecto. Es mejor dejarlo de lado y proponer soluciones más eficaces. Esta formulación excluye, de facto, tanto las soluciones basadas en otros conocimientos científicos, y otras formas de intervención social, como la fumigación de las viviendas rurales, las estrategias de concientización de las poblaciones o el control diagnóstico sistemático de los recién nacidos.
2. En segundo lugar, frente a todos los abordajes que, en términos de conocimientos, se produjeron en el pasado (y que no lograron aportar una solución definitiva), venimos a proponer un enfoque que es claramente más avanzado: este nuevo abordaje permite *comprender la vida*. ¿Cómo oponerse a un enfoque que promete develarnos los secretos de la vida? Incluso los enfoques de la biología molecular, la genética o las biotecnologías solo podían analizar segmentos del ADN del parásito (genes o proteínas específicos) para encontrar “blancos en dónde atacarlo con moléculas específicas”. Pero eran enfoques parciales. Ahora estaremos en condiciones de comprender al organismo en su conjunto (el genoma es su “esencia”) y por lo tanto de diseñar una estrategia más exhaustiva. Gracias a estos desarrollos, podemos ver “todo el mapa” del *T. cruzi* y, por lo tanto, atacarlo con una estrategia “racional” y no dando golpes de ciego en las zonas iluminadas del paradigma, como diría el viejo Kuhn.
3. Estamos trabajando en las *fronteras más modernas de la Ciencia*, con las técnicas más avanzadas y en grandes redes con los grupos más prestigiosos del mundo. Las soluciones que pertenecen a los abordajes y disciplinas tradicionales deben ser excluidos. El secuenciamiento de genomas completos se ubica en la punta de las investigaciones actuales, en la convergencia de diversos campos disciplinarios y en modos de organización de la ciencia que son claramente superiores a las dinámicas “tradicionales”: la organización de grandes redes para acometer tareas de mayor complejidad técnica, con equipos localizados en diferentes partes del planeta, trabajando en forma colaborativa y compartiendo sus resultados en tiempo real, forma parte de la emergente “Mega Science”, y ello es portador de un potencial mucho mayor que las formas previas de organización del trabajo (Feld y Kreimer, 2019; Kreimer, 2019).
4. Nuestros trabajos se inscriben en *nuevos campos disciplinarios*, que pueden dar cuenta de problemas más complejos: la genómica (grandes bases de datos de genes) y la proteómica (grandes bases de proteínas) son las disciplinas emergentes que habrán de reconfigurar el campo de la biología y generar nuevos tipos de promesas de un horizonte mucho mayor. En efecto, como ya señalamos, *los campos científicos y las promesas tecnocientíficas se*

*coproducen mutuamente*. Por un lado, la formulación de nuevas promesas, “trayendo el futuro al presente”, legitima el papel de estos nuevos campos como medios adecuados para el logro de dichas construcciones de futuro. Recíprocamente, la capacidad de transmitir innovación y modernidad por parte de los campos emergentes otorga mayor verosimilitud a las promesas.

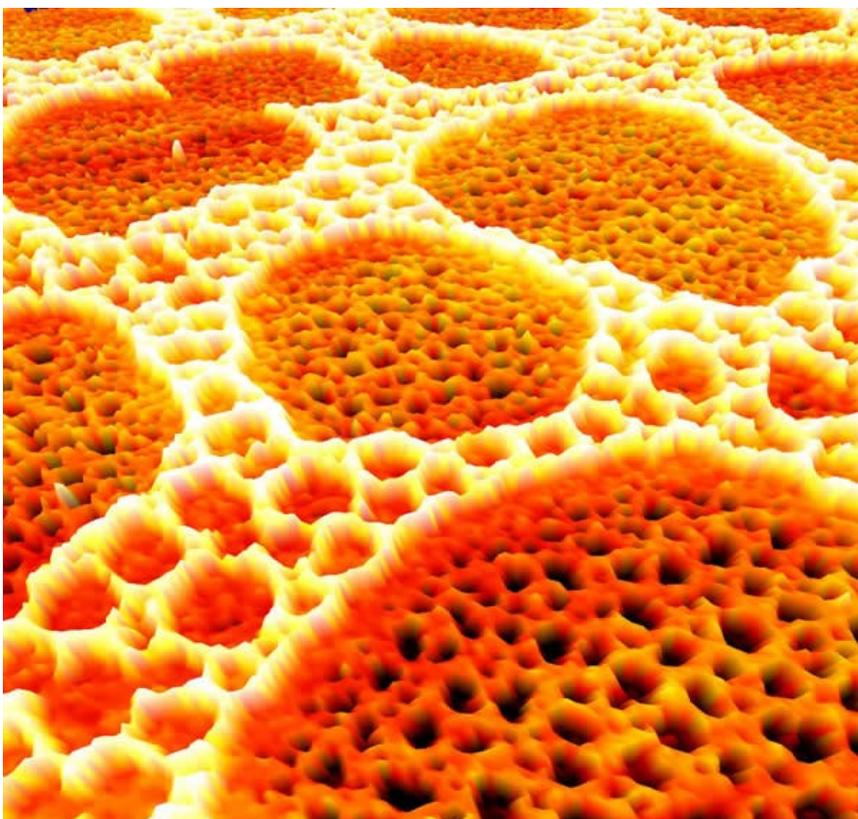
5. Si todo lo previo se confirma, entonces estaremos en condiciones de proveer nuevas herramientas para resolver el problema social: podremos obtener los conocimientos para generar una nueva generación de diagnósticos, tratamientos y, sobre todo, de fármacos, que permitan luchar en forma mucho más eficiente contra la enfermedad.
6. Finalmente, la promesa llega a su punto crucial: a través del secuenciamiento del genoma del *T. cruzi* podremos curar a los enfermos y resolver el problema de la enfermedad de Chagas.

Sin embargo, el abordaje del *T. cruzi* no se refiere a un problema universal. La enfermedad de Chagas afecta, en su transmisión vectorial, casi exclusivamente a los países de América Latina, si bien esta situación parece estar cambiando como producto de la globalización y las migraciones<sup>5</sup>. Cuando uno observa la composición del consorcio de SGTc, advierte que más de la mitad de los laboratorios participantes son latinoamericanos (13 sobre 21) y que la mayor parte de esos investigadores forman parte de las élites científicas de sus respectivos países. Es más, el clon elegido para el secuenciamiento fue el desarrollado por el parasitólogo brasileño Zigman Brener en Minas Gerais, Brasil. Sin embargo, la coordinación del proyecto fue realizada por Najib El Sayed, del TIGR (The Institute for Genomic Research), de la Universidad de Washington, en Seattle, y Bjorn Andersson, del Instituto Karolinska, de Suecia.

Uno debe preguntarse, por lo tanto, ¿cuál es el interés de estos grupos en liderar un proyecto sobre el agente causal de la enfermedad de Chagas, que en principio parece tan lejano de sus riesgos y de sus preocupaciones? La respuesta debe ir en varios niveles: el primero, acerca de los procesos de industrialización del conocimiento. Suponiendo que el secuenciamiento de este genoma pueda llevar a la producción de nue-

vos fármacos, cabe interrogarse sobre dónde podrían llevarse a cabo estos desarrollos. Sabemos acerca de las dificultades crónicas de los países en desarrollo para industrializar conocimientos científicos, cuyas causas son de índole variable, desde el desinterés de las empresas localizadas en estos contextos por hacer inversiones intensivas en conocimientos, la falta de un tejido industrial en condiciones de acometer la tarea, la ausencia o debilidad de los incentivos propios del contexto, hasta la baja relevancia social y económica de los conocimientos producidos localmente. Sea por alguna de estas razones, o por la combinación de varias de ellas, lo cierto es que esta deficiencia crónica –salvo algunas excepciones– no se ha podido revertir. Así, es plausible conjeturar que, de obtenerse un conocimiento industrializable, este sería mucho más probablemente desarrollado por laboratorios industriales con vínculos en los países hegemónicos (Estados Unidos, Suecia, etc.) que en América Latina. Refuerza esta presunción el hecho de que el sitio actual adonde deriva la búsqueda del TIGR es el J. Craig Venter Institute, en cuyo sitio de internet, bajo la rúbrica “Research-Health-Parasitology” encontramos la siguiente descripción: “Nuestros investigadores se centran en estudios que involucran mecanismos de infección de parásitos, diagnóstico y vigilancia de parásitos, desarrollo de medicamentos antiparasitarios y vacunas, inmunidad del huésped y control de la infección”. Es difícil imaginar que pequeños laboratorios latinoamericanos puedan competir con un gigante como J. Craig Venter. De todos modos, ese no parece ser un problema, por ahora, como veremos a continuación.

El segundo nivel de análisis nos lleva a interrogarnos por la verdadera naturaleza de la construcción del *T. cruzi* como objeto de estudio. Señalamos antes que, en paralelo con el desarrollo del secuenciamiento del genoma humano, se fueron secuenciando los genomas de diversos organismos llamados “modelos”, como la mosca de la fruta, la *Arabidopsis*, *Escherichia coli*, el ratón, etc. El *T. cruzi* no parecería encajar dentro de esta categoría. Sin embargo, veamos un ejemplo muy ilustrativo: en el 2005, en una reunión organizada por el TDR (Tropical Diseases Research Program) de la Organización Mundial de la Salud (participaban allí los mayores especialistas mundiales en Chagas), tuve la oportunidad de preguntarles –en una charla informal– a diversos investigadores cuál era el interés de trabajar tan intensamente sobre el *T. cruzi*. Varios de ellos me respondieron que era un punto de observación par-



▪ *Redes multiescala de nanopartículas de oro sobre silicio*, 2009 | Capturada por: Mathew Blunt, Universidad de Nottingham (Reino Unido). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

ticamente interesante para estudiar mecanismos y procesos biológicos significativos, al tiempo que era un recurso relativamente fácil de conseguir, ya que había suficientes muestras disponibles, y también de fácil mantenimiento y provisión. Le pregunté entonces a un biólogo argentino residente en Estados Unidos si lo que se podía investigar en este parásito, por ejemplo, en términos de la regulación de la expresión genética, podría ser extrapolable a otros organismos o problemas, y me respondió “¡ese es, exactamente, el interés biológico!”.

Esto nos lleva al tercer nivel de análisis. El proyecto SGTc, al igual que otras megaredes en las que participan grupos latinoamericanos, está organizado sobre la base de profundas asimetrías que se observan en el acceso al financiamiento, la capacidad diferenciada de imponer los temas de la agenda, las dimensiones técnicas, los recursos conceptuales, así como en la desigual división del trabajo al interior de dichas redes. Dicho de otro modo, los grupos latinoamericanos tienen escasas capacidades para incidir sobre los aspectos sustantivos del funcionamiento de dichas redes, así como –esencial en el caso que nos ocupa– para industrializar el conocimiento resultante de ellas, por las razones apuntadas más arriba. La dinámica de los campos científicos en los contextos no hegemónicos suele organizarse de un modo imitativo en relación con los centros más desarrollados. Así, si las promesas

tecnocientíficas se coproducen junto con la emergencia y consolidación de nuevos campos en la escala internacional, la capacidad de orientar esas promesas como parte de los programas de investigación de los nuevos campos emergentes es muy limitada y, consecuentemente, el riesgo de generar “promesas incumplidas” es mucho mayor.

Por otro lado, se podría argumentar que los nuevos campos emergentes, como la genómica y la proteómica, presentan un carácter mucho más abierto en cuanto a la puesta en disponibilidad de sus resultados de investigación que lo que ocurría en épocas anteriores. Esto es muy discutible, y ha sido hartamente discutido, tanto en sus potencialidades como en las restricciones reales que comprometen la propiedad intelectual. En el caso del genoma del *T. cruzi*, en efecto, todas las secuencias se encuentran disponibles en línea, de forma abierta y, en principio, son accesibles para todo aquel que se interese en ello. Sin embargo, una vez más, esta formulación nos oculta algo: ¿cuáles son las competencias necesarias para poder identificar aquello que resulta significativo en dichas bases de datos? Naturalmente, solo un pequeño grupo de expertos está en condiciones de hacerlo, ya que las barreras cognitivas a su entrada son muy altas y se requiere de la acumulación de conocimiento experto y sofisticado. Digamos, como ejemplo, que las bases de datos pueden estar abiertas tanto a parasitólogos africanos como a todo tipo de laboratorios farmacéuticos industriales internacionales. ¿Quiénes de ellos podrán sacar mayor provecho en términos de la industrialización de dichos conocimientos? En consecuencia, el análisis de las promesas tecnocientíficas es un campo fértil para observar diversas cuestiones que están enmarañadas en un tejido de discursos, prácticas, representaciones, relaciones de poder y recursos materiales y simbólicos, pero debemos observar tanto aquello que aparece en forma explícita como aquello que se omite.

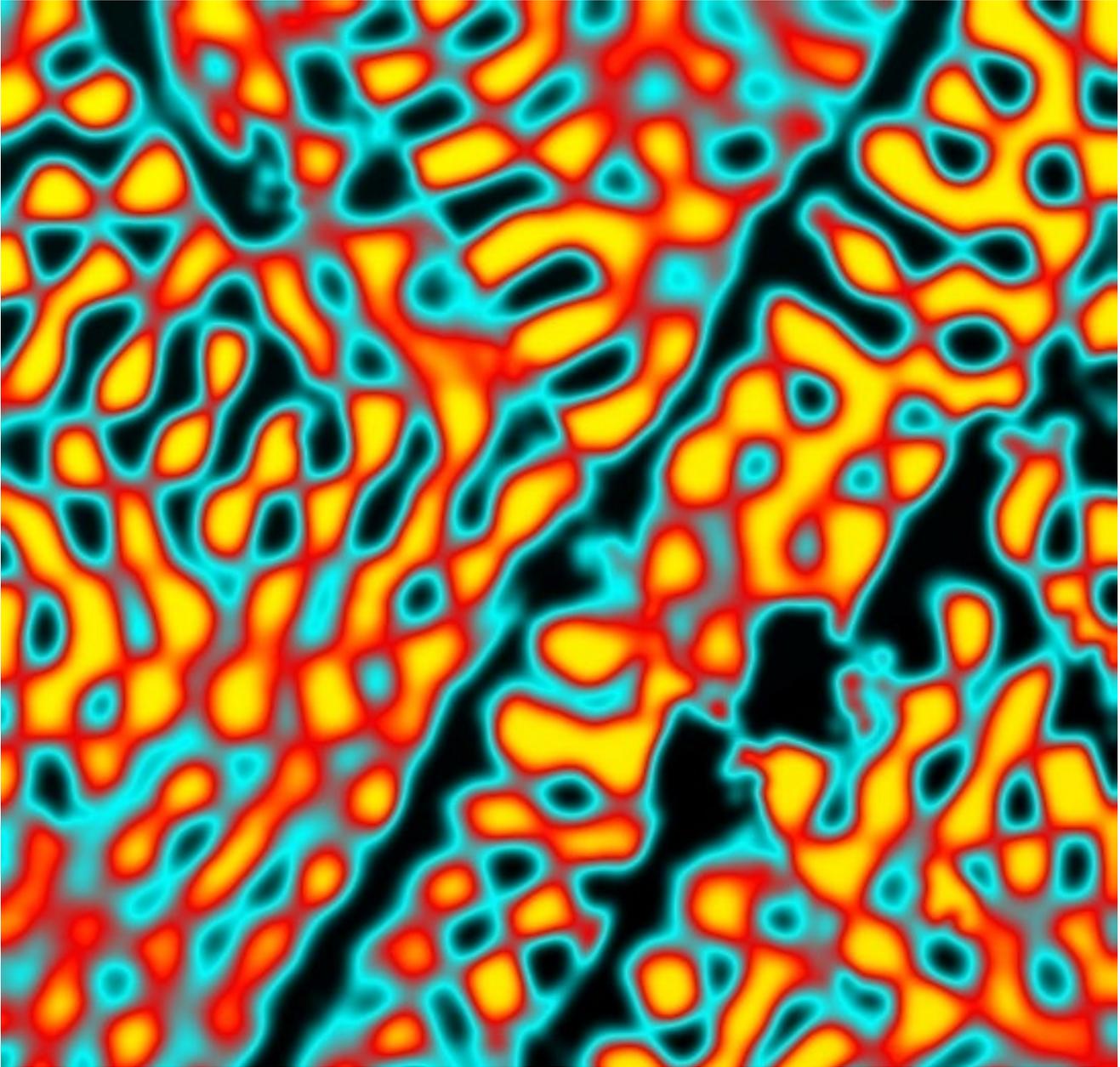
## Notas

1. Hay todo un campo semiexplorado, en relación con la construcción de promesas tecnocientíficas en el cine y en la literatura. Lamentablemente, tanto por razones de espacio como de organización, debemos dejar fuera de este texto el análisis de esas apasionantes producciones.
2. Esta operación podría leerse, con el arsenal teórico de la Teoría de Actor-Red (TAR), como la fabricación de un “punto de pasaje obligado” por parte de Chagas, quien operaría como un “vocero” del parásito y reclutaría a Mazza como parte de su estrategia de ampliar la red de alianzas. No es esta la perspectiva que me interesa en este artículo, pero he realizado este ejercicio como una suerte de divertimento en relación con el *T. cruzi*, para mostrar tanto sus aportes como sus limitaciones. Véase Kreimer (2019).
3. El desarrollo de sucesivas construcciones disciplinarias socio-cognitivas, y sus respectivas estrategias de intervención pública a lo largo de un siglo se puede consultar en Kreimer (2016).
4. La cantidad de artículos publicados sobre Chagas es de más de 25.000 en los últimos años. De ellos, más de la mitad corresponden al estudio del *Trypanosoma cruzi*. Para un análisis de los *papers* publicados en las últimas décadas, véase Levin, Kreimer y Jensen (2021).
5. Es necesario notar que, en su transmisión a través bancos de sangre y de la vía intraplacentaria, su incidencia ha crecido mucho en los últimos años en contextos en los cuales antes no existía la enfermedad, como en diversos países europeos y en los Estados Unidos. En este último país se ha observado también, en forma creciente, casos de transmisión vectorial (es decir, a través de los insectos). Para un análisis de la situación en los Estados Unidos, véase Bern et al. (2020); y, para el caso europeo, Strasen et al., 2013.

## Referencias bibliográficas

1. ANDERSON, W. (2009). From Subjugated Knowledge to Conjugated Subjects: Science and Globalisation, or Postcolonial Studies of Science? *Postcolonial Studies*, 12(4), 389-400.
2. AUDÉTAT, M. (2015). Why so Many Promises? The Economy of Scientific Promises and its Ambivalences. En M. Wienroth y E. Rodrigues (eds.), *Knowing New Biotechnologies. Social Aspects of Technological Convergence*. Routledge.
3. BERN, C., Messenger, L. A., Whitman, J. D. y Maguirec, J. (2020). Chagas Disease in the United States: A Public Health Approach. *Clinical Microbiology Review*, 33, e00023-19. <https://doi.org/10.1128/CMR.00023-19>.
4. CALLON, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. En J. Law (ed.), *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge* (pp. 196-223). Routledge.
5. COLLINS, H. (1981). Stages in the Empirical Programme of Relativism. *Social Studies of Science*, 11(1), 3-10. [10.1177/030631278101100101](https://doi.org/10.1177/030631278101100101)
6. DEBNATH, M., Prasad, P. y Bisen, P. (2010). *Molecular Diagnostics: Promises and Possibilities*. Springer.
7. DICK, B. y Jones, M. (2017). The Commercialization of Molecular Biology: Walter Gilbert and the Biogen Startup. *History and Technology*. [0.1080/07341512.2017.1338554](https://doi.org/10.1080/07341512.2017.1338554)
8. DREXLER, E. K. (1992). *Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation*. Wiley Interscience.
9. EL SAYED, N. et al. (2005). The Genome Sequence of *Trypanosoma cruzi*, Etiologic Agent of Chagas Disease. *Science*, 309.
10. FELD, A. y Kreimer, P. (2019), Scientific Co-operation and Centre-periphery Relations. Attitudes and Interests of European and Latin American Scientists. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/25729861.2019.1636620>
11. FERPOZZI, H. (2020). Straight Outta the Tropics: Pathological Features of Techno-scientific Promises in Neglected Tropical Disease Research. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*. <https://doi.org/10.1080/25729861.2020.1819078>
12. FOX KELLER, E. (2000). *The Century of the Gene*. Harvard University Press.
13. FOX KELLER, E. (2002). *Making Sense of Life. Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*. Harvard University Press.
14. FRANZEN, S. et al. (2011). Shotgun Sequencing Analysis of *Trypanosoma cruzi* I Sylvio X10/1 and Comparison with *T. cruzi* VI CL Brener. *Plos Neglected Tropical Diseases*. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000984>
15. FRASCH, A. C., Verdun, R. y Sanchez, D. (1999). Organización de la Red para el Estudio del Genoma de *Trypanosoma cruzi*. *Medicina*, 59(II), 4-6.
16. FUJIMURA J. y Fortun, M. (1996). Constructing Knowledge Across Social Worlds: The Case of DNA Sequence Databases in Molecular Biology. En L. Nader (ed.), *Naked Science: Anthropological Inquiry into Boundaries, Power, and Knowledge* (pp. 160-173). Routledge.
17. GARCÍA SANCHO, M. (2012). *Biology, Computing, and the History of Molecular Sequencing. From Proteins to DNA, 1945-2000*. Palgrave Macmillan.

18. GILBERT, W. (1992). A Vision of the Grail. En D. Kevles y L. Hood (eds.), *The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*. Harvard University Press.
19. HARDING, S. (2008). *Sciences from Below. Feminisms, Postcolonialities, and Modernities*. Duke University Press.
20. JACOB, M. y Hallonsten, O. (2012). The Persistence of big Science and Megascience in Research and Innovation Policy. *Science and Public Policy*, 39, pp. 411-415. 10.1093/scipol/scs056
21. JOLY, P. B. (2010). On the Economics Of Techno-scientific Promises. En M. Akrich, Y. Barthe, F. Muniesa y Ph. Mustar (dirs.), *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*. Presses des Mines.
22. KEVLES, D. (1992). The Historical Politics of the Human Genome. En D. J. Kevles y L. Hood (eds.), *The Code of Codes: Scientific and Social Issues in the Human Genome Project* (pp. 136-63). Harvard University Press.
23. KREIMER, P. (2006). ¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Nómadas*, 24, 199-212.
24. KREIMER, P. (2010). *Ciencia y periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en la Argentina. Aspectos sociales, políticos y cognitivos*. Eudeba.
25. KREIMER, P. (2016). Co-producing Social Problems and Scientific Knowledge: Chagas Disease and the Dynamics of Research Fields in Latin America. En M. Merz y P. Sormani (eds.), *The Local Configuration of New Research Fields. On Regional and National Diversity*. Springer.
26. KREIMER, P. (2019). *Science and Society in Latin America. Peripheral Modernities*. Routledge/Taylor & Francis.
27. KREIMER, P. y Zukerfeld, M. (2014). La explotación cognitiva: tensiones emergentes en la producción y uso social de conocimientos científicos, tradicionales, informacionales y laborales. En P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho y A. Arellano (eds.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad* (pp. 178-193). Siglo XXI.
28. KRIGE, J. (2006). *American Hegemony and the Postwar Reconstruction of Science in Europe*. MIT University Press.
29. LEVIN, L., Kreimer, P. and Jensen, P. (2021) Chagas Disease across Contexts: Scientific Knowledge in a Globalized World. *Medical Anthropology*, DOI: 10.1080/01459740.2021.1946805
30. LATOUR, B. (1983). Give Me a Laboratory and I Will Raise the World. En K. Knorr Cetina y M. Mulkay (eds.), *Science observed* (pp. 141-170). Sage.
31. LATOUR, B. (1984). *Les microbes. Guerre et Paix*. Métailié.
32. LAW, J. y Lin, W. (2017). Provincializing STS: Postcoloniality, Symmetry, and Method. *East Asian Science, Technology and Society*, 11(2), 211-227.
33. LEWONTIN, R. (2001). *It Ain't Necessarily So: The Dream of the Human Genome and Other Illusions*. New York Review of Books.
34. MORANGE, M. (1998). *La part des gènes*. Odile Jacob.
35. MÜLBERGER, A. y Navarro, J. (2018). The Promises of Science. Historical Perspectives. *Centaurus*, 59, 167-172.
36. NELKIN, D. y Tancredi, L. (1994). *Dangerous Diagnostics. The Social Power of Biological Information*. University of Chicago Press.
37. NIH (2019). The Human Genome Project. <https://www.genome.gov/human-genome-project>.
38. NOWOTNY, H. (2016). *The Cunning of Uncertainty*. Polity Press.
39. MORMANN, T. (2017). Scientific worldviews as promises of science and problems of philosophy of science. *Centaurus*, DOI: 10.1111/1600-0498.12159
40. ROSE, H. y Rose, S. (2012). *Genes, Cells, and Brains: The Promethean Promises of the New Biology*. Verso.
41. SELIN, C. (2007). Expectations and the Emergence of Nanotechnology. *Science, Technology & Human Values*, 32(2), 196-220.
42. SHENDURE, J., Findlay, G. M. y Snyder, M. W. (2019). Genomic Medicine—progress, Pitfalls, and Promise. *Cell*, 177(1), 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.02.003>.
43. STRASEN, J., Williams, T., Ertl, G., Zoiller, T., Stich, A. y Ritter, O. (2013). Epidemiology of Chagas Disease in Europe: Many Calculations, Little Knowledge. *Clinical Research in Cardiology*. 10.1007/s00392-013-0613-y
44. TEH-POOT, C. y Dumonteil, E. (2019). Mining Trypanosoma cruzi Genome Sequences for Antigen Discovery and Vaccine Development. T. Cruzi Infection. *Methods in Molecular Biology*, 1955, 23-34. doi:10.1007/978-1-4939-9148-8\_2
45. VÁZQUEZ, M. (2007). The Genetics and Genomics of Trypanosoma cruzi. *International Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 1(1), 1-11.
46. VERRAN, H. (2002), A Postcolonial Moment in Science Studies: Alternative Firing Regimes of Environmental Scientists and Aboriginal Landowners. *Social Studies of Science*, 32, 729-62.
47. WANG, W., Peng, D., Baptista, R. P., Li, Y. y Kissinger, J. C. (2021). Strain-specific Genome Evolution in Trypanosoma cruzi, the Agent of Chagas Disease. *PLOS Pathogens*, 17(1), e1009254. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009254>
48. ZABALA, J. P. (2010). *La enfermedad de Chagas en la Argentina. Investigación científica, problemas sociales y políticas sanitarias*. Universidad Nacional de Quilmes.



▪ "*Psocoondas*", ondas electrónicas sobre una superficie metálica, 2009 | Capturada por: Miguel Moreno, Universidad Autónoma de Madrid (España).  
Exposición "Un paseo por el nanomundo": [icmm.csic.es](http://icmm.csic.es)

# As prioridades retóricas da política brasileira de nanotecnologia. Análise sobre Inovação, Regulação e Riscos\*

*Las prioridades retóricas de la política brasileña de nanotecnología. Análisis de Innovación, Regulación y Riesgos*

*Rhetorical Priorities of Brazilian Nanotechnology Policy. Analysis on Innovation, Regulation, and Risks*

Josemari Poerschke de Quevedo\*\* y Noela Invernizzi\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a2

*Este artigo analisa a retórica da política pública brasileira de nanotecnologia a partir de seus três descritores fundamentais: inovação, regulação e riscos. Documentos oficiais da política foram examinados sob a perspectiva da abordagem discursiva das políticas públicas. A metodologia consistiu em revisão bibliográfica, análise de conteúdo e entrevistas semiestruturadas. Como conclusão verificou-se que a Inovação foi a prioridade retórica constante em objetivos e justificativas da política, Regulação apareceu como legitimador da Inovação, e Risco foi uma questão evitada na retórica da política.*

*Palavras-chave: retórica, nanotecnologia, políticas públicas, inovação, regulação, Brasil.*

Este artículo analiza la retórica de la política pública brasileña en nanotecnología desde la perspectiva de sus tres descriptores fundamentales: innovación, regulación y riesgos, para lo cual las autoras examinaron documentos oficiales de política a partir del enfoque discursivo de las políticas públicas, empleando como metodología la revisión de literatura, el análisis de contenido y las entrevistas semiestructuradas. En conclusión, encontraron que la innovación era la prioridad retórica constante en los objetivos y justificaciones de las políticas, en tanto que la regulación apareció como un legitimador de la innovación y el riesgo fue un tema evitado en la retórica de la política.

Palabras clave: retórica, nanotecnología, políticas públicas, innovación, regulación, Brasil.

*This article analyzes the rhetoric of Brazilian nanotechnology public policy from the perspective of its three fundamental descriptors: innovation, regulation, and risks. The authors examined official policy documents through the discursive approach of public policies and used literature review, content analysis, and semi-structured interviews as methodology. In conclusion, they found that innovation was the constant rhetorical priority in policy objectives and justifications, while regulation appeared as a legitimator of innovation. The risk factor was an avoided topic in policy rhetoric.*

*Keywords: Rhetoric, Nanotechnology, Public Policy, Innovation, Regulation, Brazil.*

\* Os resultados de pesquisa deste artigo fazem parte da tese de doutorado "A retórica sobre inovação, impactos, regulação e riscos na política pública de nanotecnologia do Brasil", concluída em 2019, junto ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Federal do Paraná (Brasil), com fomento da Capes.

\*\* Jornalista com exercício profissional na cidade de Curitiba, Paraná (Brasil). Mestre em Comunicação e Informação (UFRGS) e Doutora em Políticas Públicas (UFPR). Correo: josemari.quevedo@gmail.com

\*\*\* Professora Titular do Setor de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (Brasil). Antropóloga, Mestre e Doutora em Política Científica e Tecnológica. Correo: noela@ufpr.br/noela

original recibido: 19/06/2021  
aceptado: 11/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 29~42

## 1. Introdução

A nanotecnologia (NT) é considerada uma tecnologia emergente, transversal, pervasiva, revolucionária, inovadora e convergente (Rotollo *et al.*, 2015; NNI, 2016; ABDI, 2010; European Commission, 2004; NAEPR, 2004). Assim, a NT se coloca como uma novidade imperativa da nova competição global da sociedade do conhecimento, em uma convergência das áreas da química, física, engenharia e muitas outras disciplinas (Bainbridge e Roco, 2016). Neste quesito se estabelece o diferencial da NT, como promotora de uma convergência “de conhecimento, de ferramentas e de todas as áreas relevantes da atividade humana para permitir à sociedade respostas a novas questões, criando novas competências e tecnologias” (p. 1). Se décadas atrás campos considerados inovadores como a biotecnologia e a comunicação digital surgiram de direções transformadoras diferentes, a NT se potencializa mais por se constituir num campo convergente resultante da manipulação dos mais diversos elementos –bits, átomos, genes– em nanoescala.

Nesse contexto, os Estados Unidos (EUA) lançaram no ano 2000 a *National Nanotechnology Initiative (NNI)* (Iniciativa Nacional de Nanotecnologia), ato considerado fundante para inserção da NT como política de Estado. O grande destaque alçado pela NNI se deve ao enquadramento a uma nova competição global por meio de um projeto político, econômico e científico de uma das maiores potências do mundo. O investimento inicial da iniciativa estadunidense foi de 270 milhões de dólares em 2000, mais que dobrando

para 495 milhões de dólares em 2001 (NNI, 2000), chegando, ao longo de duas décadas, a mais de 25 bilhões de dólares investidos em pesquisa, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologia (NNI, 2021). Tal panorama fez com que a influência dos EUA se alastrasse, incluindo nações da Ásia, União Europeia (UE) e América Latina, que alinharam suas agendas nessa direção (NAEPR, 2004).

Instituições como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tiveram papel central na disseminação de políticas de NT (OCDE, 2009). A organização estimulou a convergência de políticas entre os seus países-membros e influenciou países periféricos, entre eles o Brasil. O Banco Mundial recomendou a inclusão da NT em países em desenvolvimento e, no caso do Brasil, atuou como promotor dos primeiros Institutos do Milênio (Invernizzi *et al.*, 2017). Dessa forma, essas instituições exerceram influência global adicional para a transferência de políticas de nanotecnologia e nanociência (N&N).

Lemola (2002, p. 1482) aponta que “a convergência em política de ciência e tecnologia tem sido a tendência preponderante em todos os países da OECD”. Da mesma forma, Majone (2006) ressalta a influência das agendas internacionais na seleção de prioridades na política pública como um fenômeno frequente. Segundo Velho (2011), o isomorfismo nas políticas de ciência e tecnologia tem sido um traço característico desde sua institucionalização, em meados do século XX, abarcando suas bases conceituais,

a estrutura organizacional, os instrumentos de financiamento e as formas de avaliação –com impactos nos países latino-americanos– (Invernizzi *et al.*, 2019). Neste processo convergem o já referido papel das instituições internacionais, o fato dos diversos países estarem, cada vez mais, submetidos às mesmas pressões econômicas globais (Dolowitz e Marsh, 2000), o caráter fortemente internacionalizado das atividades científicas (Louvel e Hubert, 2016), e o papel jogado pelas instituições, políticos, funcionários públicos, grupos de pressão e a mídia locais, agentes ativos no processo de emulação de políticas (Newark, 2002).

No caso de tecnologias emergentes, como a NT, a emulação de políticas se explica em boa medida pela busca dos países de mercados globais para expandir suas exportações. Este aspecto marcou o desenvolvimento da política de NT no Brasil (MCT, 2003b; IBN, 2012). As adequações de modelos de política se dão, entretanto, pelo fato de que o Estado não age e nem está composto da mesma forma em todos os países, nem dispõe dos mesmos recursos e formatos institucionais. As políticas passam por processos de “tradução” para a realidade local, e de “edição” dos seus conteúdos, demonstrando como circulam as ideias em movimentos envolvendo a política, atores, instituições e tradições (Sahlin e Wedlin, 2008). Louvel e Hubert (2016) e Hubert, (2014) mostram tais operações de descontextualização e recontextualização evidenciando as convergências, mas também as variações locais nas políticas de nanotecnologia da França e da Argentina. Um processo similar pode ser verificado no Brasil, entre as tentativas de seguir os modelos dos EUA e da União Europeia e a política desenhada, e mais ainda, a efetivamente implementada.

No Brasil, os principais planos estruturantes, de formulação e execução das políticas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em NT justificaram retoricamente a importância de o Brasil desenvolver essa tecnologia emergente em termos da sua relevância para a inovação e a competitividade (IBN, 2012; MCTI, 2011; MCT, 2007; MCT, 2003b; NAEPR, 2004). Os desenhos das políticas de N&N dos EUA e UE influenciaram o desenho da versão brasileira, especialmente no tocante às perspectivas de sua inserção na economia, e de forma mais frágil em outras dimensões. Os EUA e a UE apresentaram nas respectivas políticas uma abordagem de risco e impactos para o

desenvolvimento da NT, com a implementação de algumas ações específicas sobre estas implicações. Isso se deve ao paradoxo da NT que vem se observando no debate científico de que, se por um lado seus benefícios podem trazer avanços em diversos campos, por outro há uma lacuna de conhecimento –ciência não feita– sobre os potenciais riscos dos nanomateriais para a saúde e o meio ambiente (Hess, 2010; Grieger *et al.*, 2009). Além disso, não há uma regulação mandatória global sobre os riscos da NT (Falkner e Jaspers, 2012). Uma abordagem de risco não se incorporou na implementação inicial da política brasileira (Quevedo, 2019; Invernizzi *et al.*, 2017). Dessa forma, objetivando desenvolver sua competitividade global, o Brasil emulou partes dos modelos de políticas de NT dos países mais industrializados e adaptou alguns aspectos, o que resultou em uma edição híbrida da política que, inicialmente, excluiu uma abordagem de risco (Invernizzi, *et al.*, 2017).

Diante disto, inovação, regulação e riscos formam a tríade de descritores de análise utilizados neste trabalho para verificação da política de NT. Sua escolha se deve a sua centralidade no objeto empírico em análise.

Sob a retórica de uma tecnologia convergente –tomada como característica de campos interdisciplinares que se direcionam a um mesmo ponto comum– capaz de alavancar a inovação e a competitividade, a NT se tornou objeto de políticas de vários países. É sobre este aspecto retórico, plasmado nos documentos e não necessariamente coincidente com a política de fato implementada, que este artigo se debruça. Nesse viés, examinamos a “tradução” da retórica de um novo aparato técnico-científico em “dispositivos institucionais” que o moldam, entendendo que o engendramento de uma tecnologia “esconde um conjunto de processos sociais que é conveniente fazer evidentes, para compreender melhor o papel que desempenham os conhecimentos produzidos e os possíveis usos que lhes atribuem” (Kreimer e Zabala, 2007, p. 112).

O artigo analisa as prioridades da retórica da política pública de NT brasileira a partir da abordagem discursiva das políticas. A emergência destes estudos sobre retórica centra-se na interface entre políticas e retórica documental como um meio de compreensão do que ocorre em fases de formulação e implemen-

tação de políticas, especialmente quando estas são *top-down* e apresentam característica multi-sistemas (Capella, 2017; Capella e Brasil, 2015; Meny e Thoenig, 1992). O enquadramento teórico enfoca a retórica da política de uma tecnologia emergente e convergente, atento às linguagens governamentais, de politização da ciência e do risco (Hodge *et al.*, 2014). Isto revela as prioridades, justificações e legitimações engendradas (Deubel, 2008, p. 67).

Para Majone (1989, p. 35-39), “a política pública é feita de palavras” e, seja “na forma escrita ou oral, a argumentação é essencial para todas as etapas do processo de formulação de políticas”. Na análise de argumentação que Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) propõem, mensura-se a retórica persuasiva ou de convencimento da comunicação contida na linguagem de documentos.

O objetivo deste artigo, portanto, é apresentar as prioridades retóricas da política de NT no Brasil. Destacamos que se trata da análise de uma tecnologia convergente no contexto de um país periférico que inspira sua política de CT&I na de países desenvolvidos. Essa inspiração é notável no início da política, a partir do design influenciado pela NNI estadunidense quanto a investimentos em grandes centros de pesquisa por exemplo, e posteriormente na Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), quando adere a um projeto europeu de ciência regulatória, o NanoREG. A análise gerou categorias temáticas sobre a retórica governamental utilizada em documentos oficiais de formulação e implementação (execução) da política. Ou seja, foi a partir do *logos* (argumento) priorizado explicitamente para o desenvolvimento da política que se chegou a temas relevantes. No capítulo que segue a metodologia é delineada e a seguir é feita a análise do caso e a sua discussão. Por fim, à guisa de conclusão, considerações são apontadas.

## 2. Metodologia

Foi desenvolvida uma análise retórica da política de NT de cunho quantitativa centrada em três descritores da política: inovação, regulação e riscos. O *corpus* de análise foi constituído por portarias e decretos rela-

cionados à política de NT; atas de reunião do Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNANO); atas do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN); planos e reorientações sobre a política, principalmente os que substanciaram a integração da nanotecnologia aos Planos Plurianuais do Governo Federal; os programas estruturantes da PCTI e os programas globais de inserção da NT; e os relatórios de avaliação da política. Nesses documentos foram pesquisados pelo buscador manual do PDF argumentos da política que continham os radicais *Inov\**, *Regul\** e *Risc\**, sendo selecionando trechos correspondentes.

A pesquisa contou com revisão bibliográfica para contextualização do tema, e a utilização do método de análise conteúdo (AC) sobre a retórica discursiva do material coletado. A leitura dos dados surgiu das situações que contextualizavam as políticas de NT amplas e específicas ao caso brasileiro, e propôs-se, como fechamento, uma leitura a partir da AC de aspectos argumentativos da retórica produzida pela política. Considerando seu aspecto híbrido, a técnica de AC permitiu exames de caráter quali-quantitativos (Bauer e Gaskell, 2002), por potencializar a verificação de tendências e a categorização codificada de mensagens. Segundo Campos (2004, p. 611), a AC visa principalmente a verificação “do sentido ou dos sentidos de um documento”. Os trechos foram selecionados conforme os descritores, integrantes da retórica de documentos.

Após, o conteúdo foi segmentado em categorias, apresentadas de forma sucinta na Tabela 1. A elaboração das categorias foi sustentada na revisão bibliográfica, que amparou a compreensão das diferenças que apresentam na retórica. A AC foi integrada pela análise quantitativa dos dados e pela codificação qualitativa propriamente do conteúdo. A linha procedimental ocorreu com três etapas distintas que consistiram no estabelecimento das primeiras bases de análise, ou seja, problematizações em uma pré-análise; seguida do exame do material coletado e sua categorização segundo critérios referenciais dos três descritores conforme apontado na introdução. Entrevistas semi-estruturadas ofereceram informações contextuais. Por fim, ocorreu o tratamento de resultados e interpretação (Bardin, 2009).

Tabela 1. Categorias temáticas de Inovação, Regulação e Riscos

Descritor	Categorias componentes				
Inovação	a) Atividade de NT	b) Competividade Industrial	c) Competividade Global	d) Cooperação Global	e) Fator de Capacidade
	f) Foco de Estímulo	g) Interação	h) Objetivo de Programa	i) Pesquisa com Empresa	j) Rede de Pesquisa
	h) Responsabilidade				
Regulação	a) Agência Reguladora	b) Marcos Regulatórios	c) Regulamentação Global	d) Regulamentação de Lei	e) Regulação de NT
	f) Regulação de Riscos	g) Rotulagem			
Riscos	a) Risco Ambiental	b) Avaliação de Risco	c) Consumo e Risco	d) Risco Econômico	f) Objetivo de Programa
	g) Saúde e Riscos				

Fonte: as autoras.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. A construção da política de nanotecnologia no Brasil

A política pública de incentivo ao desenvolvimento da NT ocorreu no Brasil de forma bastante sistemática entre 2004 e 2015. Nesse período, estruturou-se por meio de três Planos Plurianuais (PPA): entre 2004 e 2007, com orçamento de R\$165,5 milhões; entre 2008 e 2011, com R\$77 milhões; e entre 2012 e 2015, com R\$70,67 milhões. Os PPAs são documentos que organizam todo o *mix* de políticas propostas no plano de governo e as vinculam a partir de grandes objetivos para o país, estabelecidos a cada PPA. Os PPAs tiveram bastante descontinuidade orçamentária ao longo da política de NT. No período pós-2015, a crise política e econômica do país redundou em drástica redução dos orçamentos para CT&I, se tornando uma política simbólica.

Assim, paralelamente às ações dos países desenvolvidos, particularmente dos EUA, a formulação da política de NT no Brasil deu seus primeiros passos com o lançamento do Program de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia (PDNN), incluído no PPA 2004-2007 e com a criação da Coordenação Geral de Micro e Nanotecnologia (CGMNT) no MCTI encarregada de gerenciá-lo. Esse programa foi importante por apresentar uma retórica que justificava a solicitação

de investimentos com recursos públicos para fomentar a NT. O programa, no entanto, não elencou ações nem destinou recursos para uma abordagem sobre riscos e aspectos éticos, legais e sociais, apesar de tais questões terem sido apontadas como fragilidades na consulta pública prévia do documento. Esse primeiro documento, elaborado por um Grupo de Trabalho indicado pelo MCT, foi a base do PDNN, que depois se tornou Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN), numa proposta mais alinhada com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) (MCT, 2005) e ao Plano de Ação em CT&I I (PACTI I, 2006).

Os demais planos plurianuais (2008-2011 e 2012-2015) continuaram incluindo a inovação com NT como prioridade, evoluindo em uma direção que privilegiou o desenvolvimento de produtos para o mercado e fortalecendo ações para formação de infraestrutura e recursos humanos, e estímulo a parcerias entre centros de pesquisa ou universidades e empresas para alavancar a inovação. Ao longo deste período são produzidos vários documentos de tipo relatório de execução da política, apresentando justificativas e resultados das ações de implementação. Entre 2012 e 2015, pela primeira vez, a regulação e a avaliação de riscos aparecem entre os pilares da política em um documento oficial, na Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN, 2012).

### 3.2 As prioridades retóricas da política de nanotecnologia brasileira

A inovação foi a grande prioridade retórica ao longo de toda a política de nanotecnologia brasileira. O PPA 2004-2007 teve examinados 17 documentos, no PPA 2008-2011 foram 13 e no PPA 2012-2015 foram oito. Na Tabela 1, a seguir, verifica-se que Inovação foi o descritor da retórica mais referido e se manteve constante ao longo de período de análise, enquanto o descritor Regulação emergiu entre 2012 e 2015 por conta das referências suscitadas pela IBN. Nas variações sobre o descritor Risco, o maior número de ocorrências ocorreu entre 2004 e 2007, por conta da pesquisa da consulta pública do PDNN solicitada pelo GT de NT, constante em relatório em 2004.

Tabela 2. Menções às palavras Inovação, Impactos, Regulação e Riscos por período de análise

	2004-2007	2008-2011	2012-2015	Total
Inovação	100	76	118	294
Regulação	18	7	60	85
Riscos	47	2	14	63
Total	165	85	192	442

Fonte: Quevedo (2019).

O PPA 2008-2011 apresentou decréscimo retórico nas três temáticas analisadas mesmo registrando-se a implementação do CCNano, que viria a integrar novas perspectivas dos seus membros, a maioria pesquisadores, e alguns representantes da indústria. Constataram-se também que, através do CCNano e de acordo com entrevistas, as temáticas de risco e regulação aparecem. Porém, isto não foi suficiente para que Riscos e Regulação emergissem como elementos retóricos relevantes da política nessa fase. No que segue, são analisadas em detalhe as prioridades temáticas de cada descritor por fase dos PPAs.

#### *PPA 2004-2007: Surgimento da política e a indicação de necessidade da abordagem de risco*

Na fase inicial da política, a NT tem seu caráter de inovação ressaltado ao lado da biotecnologia e das energias renováveis

(PACTI I, 2006). Por ser a fase em que a política de NT surge, destacam-se entre as categorias mais recorrentes Foco de Estímulo e Rede de Pesquisa, ambas com 17 ocorrências. Essas duas categorias afirmaram em sua retórica os instrumentos estratégicos priorizados na implementação da política. As demais categorias pontuaram o seguinte: Pesquisa com Empresa 14 ocorrências, Competitividade Global 13, Atividade de Nanotecnologia oito, Interação sete, Objetivo de Programa seis, Responsabilidade seis, Competitividade Industrial cinco, Fator de Capacidade quatro, e Cooperação Global três (Gráfico 1, na p. 16). Destaca-se que a categoria Responsabilidade resulta de várias menções daquele único ator, conforme respostas ao relatório de 2004 para formulação do PDNN.

Sobre o descritor Regulação, as categorias recorrentes foram Regulação da Nanotecnologia, com oito ocorrências, seguida de Regulamentação de Lei, com cinco (Gráfico 2). As ocorrências sobre a primeira categoria se devem à retórica de documentos que consistiram em estudos perspectivos para informar a política. Inclusive um deles, o *Estudos Estratégicos - Nanotecnologia*, assinado pela Presidência da República, menciona o estudo da *Royal Society*, que ressalta que o desenvolvimento da nanotecnologia “seja guiado por avaliações de segurança e regulamentação adequadas para minimizar qualquer possível risco às pessoas e ao meio ambiente” (NAEPR, 2004, p. 127). A *Royal Society* foi a primeira instituição que chamou a atenção aos possíveis impactos e riscos da NT no estudo “*Nanoscience and Nanotechnologies: opportunities and uncertainties*” (RSRAE, 2004). O outro documento era a pesquisa realizada previamente, a *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi Relatório Final*, do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2005) que abordou a categoria três vezes. Sobre a segunda categoria tratava-se de temas envolvendo as leis<sup>29</sup> de Inovação, do Bem e do FNDCT, nada relativo a leis para regular o desenvolvimento precautório da NT. As demais categorias foram: Marcos Regulatórios e Agências Reguladoras ambas com duas menções, Regulamentação Global com uma. Rotulagem e Regulação de Riscos não tiveram menção.

As temáticas de Risco foram priorizadas pela retórica da Avaliação de Risco, com 31 menções, e Risco Econômico, com 12 ocorrências (Gráfico 3). No que se refere à primeira categoria, a sua maioria trata-se de menções oriundas do estudo realizado previamente à política, a *NanoDelphi* (CGEE, 2005). A segunda categoria mais relevante abordou questões de capital de risco e as consequências da NT para o sistema econômico e político, constando em relatórios e estudos estratégicos.

As demais categorias dimensionaram a ausência de articulação inicial da política para suprir uma governança de riscos ao longo do processo político, comprovada na retórica dos documentos. A categoria Consumo e Riscos, que aparece em uma menção no estudo da Presidência, foi abordada ao relacionar os impactos da comercialização dos produtos nanotecnológicos em um argumento que cita a possibilidade de moratória da NT. Este raro argumento reflete os movimentos globais que questionam a falta de regulação de riscos dos produtos resultantes da NT que já estão no mercado. Em sequência, Objetivo de Programa apresentou duas menções, Saúde e Riscos, uma menção e Risco Ambiental, nenhuma ocorrência.

#### *2008-2011: Fase intermediária da política com a mobilização do setor produtivo e a lacuna retórica sobre riscos*

Nessa fase, a NT foi descrita pela retórica da política como “motor de inovação” e “fronteira para inovação” (Entrevistado 1, comunicação pessoal, novembro de 2017). No contexto geral, uma crise econômica global ocorria e no âmbito da Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP), que continha a política industrial para o país, a NT constava entre os “Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas” para desenvolvimento dos “Programas Estruturantes para Sistemas Produtivos”, considerados relevantes para enfrentamento da crise (ABDI, 2010; Leão e Soares, 2008, p. 4). Nesse período ganhou destaque o CCNano, que pautou muitas prioridades da política, especialmente no diálogo com o setor privado empresarial visando o incremento de políticas de exportação (Entrevistado 1, comunicação pessoal, novembro de 2017). Surge um documento do GT sobre Marco Regulatório no Fórum de Competitividade em NT no âmbito do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), que discutia riscos e

recomendava avaliações caso a caso. Considerava prioritários os aspectos de metrologia, mas não se chegou a acordo sobre a necessidade de regulação específica, adotando-se definições da ISO (*International Organization for Standardization*). Relatórios de gestão foram os documentos principais da retórica e demonstraram uma fase atarefada com a implementação da política.

As prioridades retóricas sobre Inovação foram Objetivo de Programa, com 17 menções, e Foco de Estímulo, com 15 (Gráfico 1). No que tange à primeira temática, a NT era destacada em documento como área estratégica da CT&I do Brasil, visando competitividade e cooperação globais. Na segunda temática, verifica-se uma série de medidas para estimular a inovação em NT a partir da interação entre institutos de ciência e tecnologia (ICTs) e empresas com transferência de conhecimentos. Relatórios de investimentos também dimensionaram o dinheiro que vinha sendo aplicado para estimular a área. As demais categorias foram Pesquisa com Empresas, com 10 ocorrências, Interação com nove, Cooperação Global com sete, Fator de Capacidade com seis, Atividade de NT e Competitividade Industrial, ambas com 5, Rede de Pesquisa e Competitividade Global, ambas com uma, e Responsabilidade com nenhuma. Sobre esta última categoria, há uma lacuna de menções mesmo com o empenho de inserir a NT como motor de inovação do país, sendo que emergia em nível internacional a preocupação com a inovação responsável. Embora o discurso sobre Responsabilidade nas políticas de NT surgisse no campo teórico e em documentos europeus, principalmente, os documentos brasileiros não publicaram menções para acompanhar esses movimentos, constituindo, claramente, em uma “edição” em relação às políticas tomadas como modelo.

A Regulação apresentou queda de prioridade em todas as temáticas nesse período mesmo sendo a fase em que estão os primeiros indícios para o início de uma abordagem deste tipo na política. A temática mais citada foi Regulação da Nanotecnologia (Gráfico 2). O *Relatório de Gestão das Ações de Nanotecnologia - 2011*, do MCTI e CGMNT, concentrou as ocorrências sobre parcerias visando pesquisa com resultados que poderiam embasar o aspecto regulatório na política. E a categoria Marcos Regulatórios, com duas menções, traz a questão na criação do Fórum de Competitividade, espaço em que surgiu o aspecto regulatório e, em outro

documento, coloca-se o desafio do Brasil em não descurar dos marcos regulatórios em elaboração em nível mundial. A categoria Regulamentação de Riscos teve uma menção, enquanto as demais categorias não tiveram menções.

O período 2008-2011 demonstra pouca prioridade à retórica sobre os pontos principais, apresentando um período de silenciamento da política. Isto se comprova na tentativa de aprovação de um plano de comunicação, objetivo que não se concretizou, conforme afirmou um *policymaker* da área de física (Entrevistado 1, comunicação pessoal, novembro de 2017). O tratamento das questões de riscos, no âmbito do PPA 2008-2011, teve uma indicação em documento do MCT (2007) sobre a necessidade do estabelecimento de políticas sobre os impactos dos produtos baseados em NT. O ministério sinalizou a necessidade de pesquisar o tema e solicitou ao CNPq elaborar edital, o que não foi efetuado e a ideia de uma nova chamada de pesquisa sobre riscos acabou sendo arquivada pela não liberação de recursos (Quevedo e Invernizzi, 2017), conforme confirma um *policymaker*, quando diz que a questão de riscos foi intencionalmente não abordada: “Isso não foi esquecido não. Isso foi decisão política mesmo” (Entrevistado 2, comunicação pessoal, julho de 2016).

Sobre Riscos, em específico, percebe-se que houve um silenciamento quase total de temáticas sobre o assunto, exceto pela categoria Avaliação de Risco, com duas menções (Gráfico 3, na p. 19). Lembra-se que, em 2008, foi constituído o CCNano, o que poderia ter incrementado o debate sobre a política.

A Avaliação de Risco, no *Relatório de Gestão Institucional do Exercício 2011*, foi tematizada a partir da formação das redes de nanoinstrumentação e nanotoxicologia e requeria, considerando o potencial para geração de produtos, “examinar os riscos potenciais de novas tecnologias empregadas ou investigadas baseadas na Nanociência (...)” (MCTI, 2012, p. 95). Na outra menção abordava-se um projeto de cooperação com Cuba cujo objetivo era avaliar riscos potenciais da NT.

### *2012-2015: A IBN e a tardia governança de risco*

Nesse período é formulada a IBN, um novo programa da política que se alinha, quase uma década depois do início da PCTI, de forma mais visível à NNI dos EUA e, no que tange à governança de riscos, insere alguns

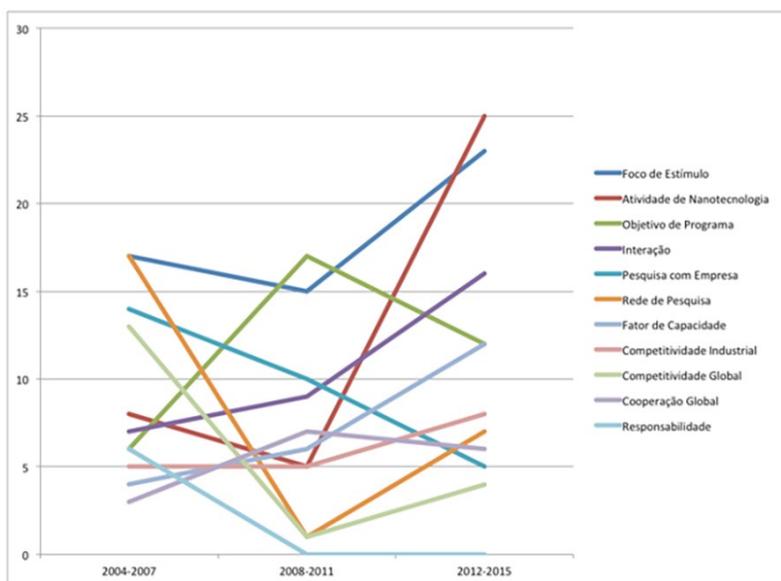
elementos de pesquisa e inovação responsável, fruto de uma visão europeia. O novo desenho institucional da política buscou uma maior integração transversal numa governança entre ministérios e órgãos governamentais, com a previsão de um marco regulatório que estipulava uma abordagem de risco (Invernizzi *et al.*, 2017). Ambos aspectos, regulação e abordagem de riscos, ocuparam posição relevante entre os pilares da política. Porém, a lacuna de tratamento sobre a questão dos riscos buscou ser resolvida não de uma forma que se inspirava no modelo dos EUA, mas, em parte, via integração a um projeto europeu que visava uma regulação comum entre países, o NANoREG. Essa situação ocorreu por meio de uma aproximação do Brasil com iniciativas promovidas pela Comissão Europeia e começou a se efetivar a partir do “I Workshop de Integração NanoREG da União Europeia”, realizado em 2014, em que se firmou a adesão do Brasil ao consórcio. A integração no consórcio estabeleceu um plano mais efetivo para ampliar as capacidades nacionais em produzir dados e pesquisa sobre riscos com fins regulatórios.

Outro pilar fundamental da IBN foi a criação do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO), dando seguimento à ampliação e fortalecimento da infraestrutura para desenvolvimento da política rumo à inovação. Por meio do sistema, foram destinados recursos a empresas, centros e institutos de pesquisa e universidades, dirigindo a instalação e a reorganização de malha laboratorial para o desenvolvimento de pesquisas e produtos.

Sobre a retórica de Inovação, destaca-se a alta do descritor com saliência para as categorias Atividade de Nanotecnologia, com 25 menções, e Foco de Estímulo com 23. O próprio documento da IBN foi o que mais concentrou ocorrências retóricas. Numa dessas menções, a NT é definida como destaque por ser “uma plataforma tecnológica inovadora de natureza transversal, atuante na fronteira do conhecimento” (IBN, 2012, p. 1). Foco de Estímulo se manteve em relevância, mas agora em segundo lugar se comparado com a fase anterior. Sobre as lacunas retóricas, refere-se que Responsabilidade não recebeu nenhuma menção. Tanto a competitividade quanto a regulação com o enfoque europeu não foram tematizados sob Responsabilidade. O NANoREG, que poderia ter trazido ao discurso a Pesquisa e Inovação Responsável, foi incorporado

sem citar diretamente esse quadro normativo muito presente na retórica da política europeia. Nas outras categorias tivemos: Interação com 16 menções, Objetivo de Programa e Fator de Capacidade ambas com 12, Competitividade Industrial com oito, Rede de Pesquisa com sete, Cooperação Global com seis, Pesquisa com Empresa com cinco e Competitividade Global com quatro ocorrências (Gráfico 1).

Gráfico 1. Categorias temáticas sobre as menções à Inovação nos períodos 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015

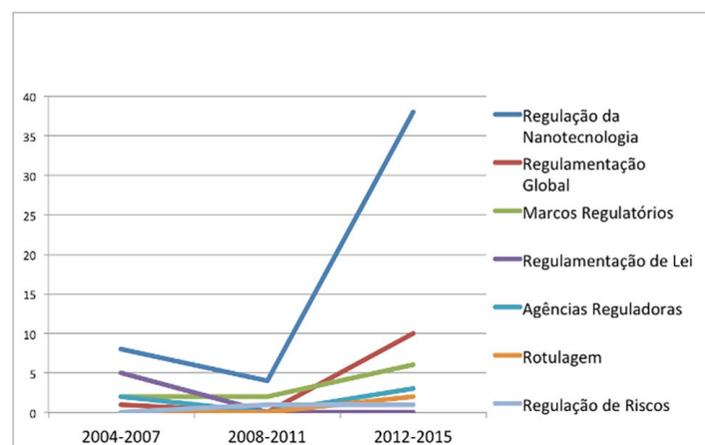


Fonte: Quevedo (2019).

A Regulação ganhou uma certa centralidade na política neste período, com crescimento temático. Com forte enfoque sobre um planejamento regulatório, a categoria Regulação da Nanotecnologia teve 38 menções (Gráfico 2). A maior parte se concentrou em 2015 no documento *Acordo Brasil NANoREG*. Frisa-se que as ênfases sobre a categoria eram de planejamento, em menor medida havia menções sobre o enfoque aplicado na política de NT e, por fim, sobre pesquisa regulatória –enfocando o NANoREG–. A segunda categoria mais recorrente foi Regulamentação Global e isso se explica pela inserção da regulação na agenda e como objetivo da política brasileira de NT nesse período de forma mais explícita. De nenhuma menção na fase anterior, avança para 10 ocorrências no período de 2012-2015. A ênfase é a perspectiva da regulação proposta pelo projeto europeu no Brasil, que visava ter alcance global mediante a incor-

poração de pesquisadores de diversos países. Uma das ocorrências consta, por exemplo, no *Relatório de Gestão - Exercício 2015 - MCTI - CGNT*, que repercute a assinatura do termo de cooperação em 2014. Este acordo entre o Brasil e o NANoREG caracterizava os testes que gerariam a informação científica necessária para embasar a regulação. Marcaram presença na retórica ainda Marcos Regulatórios com seis menções, Agências Reguladoras com três, Rotulagem com duas, Regulação de Riscos com uma, enquanto Regulamentação de Lei não tem nenhuma ocorrência.

Gráfico 2. Categorias temáticas sobre as menções à Regulação nos períodos 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015



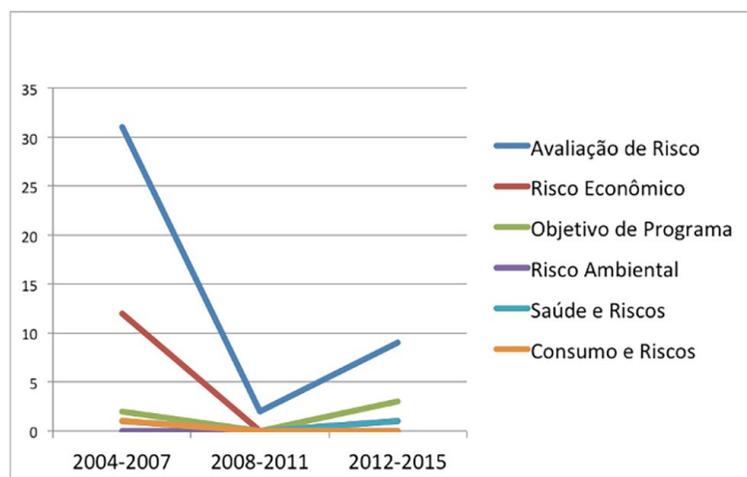
Fonte: Quevedo (2019).

O tema Riscos, entre 2012 e 2015, apresentou uma retórica mais focada na temática dentro do panorama da IBN. A categoria mais recorrente, Avaliação de Risco com nove menções, marcou principalmente a entrada do Brasil no projeto de regulação de NT da UE, que prevê uma abordagem de riscos (Gráfico 3). Em 2012, a temática apareceu duas vezes no *Caderno de divulgação do SisNANO*, em que as pesquisas e atividades dos laboratórios do sistema contribuíram para avaliação e controle de riscos. Em 2014, a temática foi composta por cinco menções na apresentação do NANoREG em um material de divulgação do MCTI. Por fim, em 2015, verificam-se duas menções no acordo de assinatura do projeto de regulação.

A categoria Objetivo de Programa, segunda mais recorrente, com três ocorrências, obedeceu um caráter lógico na política, constando as menções no documento

oficial da IBN. Propunha, na primeira citação, uma perspectiva sobre a divulgação e a educação da sociedade sobre os riscos, a ser incorporada no programa de governo de forma responsável. Na segunda e terceira abordagens, a categoria projetava o controle dos riscos sanitários e ambientais para não repetir os problemas enfrentados por “tecnologias desenvolvidas no século passado” (IBN, 2012, p. 32); propunha considerar o ciclo de vida dos nanomateriais e estipulava a mensuração dos “riscos ao homem e ao ambiente” para seleção final de setores prioritários (p. 65). Constaram ainda as categorias Saúde e Riscos, e Risco Econômico ambas com uma menção. As categorias Risco Ambiental e Consumo e Riscos não tiveram menção.

Gráfico 3 - Categorias temáticas sobre as menções à Regulação nos períodos 2004-2007, 2008-2011 e 2012-2015



Fonte: Quevedo (2019).

### 3.3. A política entre a retórica e a concretude dos fatos

A retórica da política brasileira de NT apresentou saltos que não condisseram, necessariamente, com a realidade da implementação da política em alguns momentos. Entre as duas dimensões, a da realidade da política, principalmente no que se refere ao orçamento e ao que de fato foi realizado, e a da retórica, há continuidades e descontinuidades que revelam como o discurso serviu para justificar os objetivos propostos e, assim, a retórica foi mudando ou se mantendo conforme cada momento dos PPAs. No comparativo dessas variações entre os descritores, Inovação variou qualitativamente (mudando as categorias mais recorrentes) e quantitativamente –mantendo continuamente como objetivo da PCTI–; Regulação e Riscos tiveram as mesmas temáticas em des-

taque nos três PPAs, embora não refletissem a realidade da política. As categorias de Regulação de NT e Avaliação de Risco foram as mais relevantes, e oscilaram quantitativamente, com diminuição no número de menções no período de meio da política e crescimento no último período graças à IBN. Assim, verificou-se uma emergência do meio para o último PPA em análise.

Ao ser se verificar em detalhe, o primeiro PPA apresentou uma situação de implementação da política marcada por um maior orçamento, que englobou dois programas de desenvolvimento –PDNN e PNN– conectados com macro políticas governamentais. A justificativa da política era seu caráter de inovação –algo que legitimou a PCTI com pequenas edições nos objetivos a cada programa implementado–. O plano inicial não elencava ações e nem destinava recursos para uma abordagem de riscos, tampouco a regulação foi priorizada no planejamento apesar de uma consulta pública ter apontado a importância de se tratar os riscos. Em termos retóricos, por sua vez, a NT era apresentada como “portadora de futuro”. Assim, Inovação é o descritor mais relevante, segundo maior patamar na série analisada, com a categoria Rede de Pesquisa como a mais recorrente. Nesse sentido, são mencionados os instrumentos estratégicos priorizados na implementação da política. O descritor de Regulação teve Regulação de NT como a categoria mais citada (muito em função de estudos que informavam a política e apontavam a necessidade de sua regulação), enquanto a temática do descritor de Riscos mais recorrente foi Avaliação de NT (por causa de documentos que subsidiavam a política e do posicionamento de um ator específico com expressiva atuação na consulta pública sobre a política). É nesse período que Riscos aparece em maior número justamente pelos documentos que subsidiavam o início da política e contavam com opiniões de fora de um conjunto mais amplo de atores da comunidade científica, que apontava a necessidade da abordagem de risco. Inclusive, as mesmas

temáticas de Riscos e Regulação iriam se repetir nos dois PPAs seguintes, em que pese o contexto político e o número de menções serem diferentes, mas obedecerem uma certa lógica de continuidade –de forma a corresponder a inputs exteriores à formulação governamental essencialmente brasileira–.

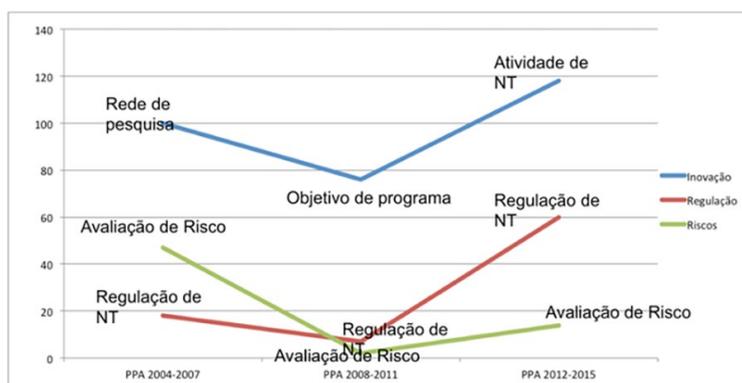
Com a justificativa de alavancar a inovação no setor produtivo, a política na segunda fase de análise teve um tom administrativo, com a produção de documentos de gestão, relatórios e planos visando uma maior transversalidade com a política industrial. Nessa direção, o Fórum de Competitividade ganhou proeminência com a discussão dos riscos e regulação, mas isso não foi suficiente para aparecer na retórica desses temas. Além disso, o CCNano foi instituído e contou com novas perspectivas de outros stakeholders na política. No entanto, questões de risco foram intencionalmente não abordadas. O orçamento passou por uma redução drástica e a retórica sofreu uma brusca descontinuidade, sendo marcada por um silenciamento principalmente sobre Regulação e Riscos. Ainda assim, a NT era apresentada como “motor de inovação” e o descritor de Inovação evidenciava a temática da NT como Objetivo de Programa, visando competitividade e cooperação globais. As temáticas de Regulação e Riscos foram aos mais baixos patamares da série, mesmo com o estabelecimento na política de parcerias que poderiam embasar o aspecto regulatório dos riscos e com o lançamento das redes de nanoinstrumentação e nanotoxicologia.

Embora tenha apresentado menos documentos analisados e com o orçamento menor ainda, o PPA 2012-2015 teve um crescimento retórico considerável. A política apresenta a justificativa de ampliação e fortalecimento das capacidades de infraestrutura para desenvolvimento rumo à inovação e o lançamento dos laboratórios do SisNANO sintetiza esse novo momento. Pela primeira vez, Regulação e Riscos aparecem no documento estruturante, que prevê um desenho da política com

caráter multi-agências, ao estilo estadunidense, e a aderência ao projeto europeu do NanoREG. Inovação cresce novamente e traz como destaque temático a categoria Atividade de NT com o maior número de menções, enquanto a categoria Responsabilidade não é abordada nenhuma vez mesmo sendo um momento propício para isso visto a aderência ao NanoREG e a sua abordagem europeia, na qual o conceito de Inovação Responsável é incorporado. A temática Regulação de NT emerge nesse período graças ao acordo com o consórcio europeu e a perspectiva do debate sobre regulação global. Riscos, por fim, tem a temática da Avaliação de Risco marcada também pelo NanoREG e a previsão nos documentos de uma abordagem de risco.

No Gráfico 4, a seguir, é possível verificar as oscilações das principais temáticas dos descritores por PPA:

Gráfico 4. Continuidades e descontinuidades retóricas da política de NT



Fonte: as autoras.

## 4. Considerações finais

A nanotecnologia, considerada uma tecnologia convergente de propósito geral, foi destacada como tecnologia estratégica na PCTI brasileira. A formulação e implementação da política de NT, mediante um programa nacional, ocorreu via um modelo híbrido, emulando aspectos das políticas elaboradas nos EUA e na UE. No que se refere à emulação do desenho geral da PCTI, este se aproximou inicialmente ao modelo dos EUA, e, no que se refere à UE, verifica-se a emulação de aspectos da Regulação por meio do acordo NANoREG. Esses dois modelos não deixaram de incutir movimentos na política brasileira, refletindo em sua retórica. Nota-se que trata-se de uma política cuja centralidade está entre EUA e UE, que disputam hegemonia econômica, política e regulatória. Contudo, a política estadunidense influenciou a política do

Brasil, mas não a ponto de que esta contemplasse em efetivo o mesmo desenho, adaptando um modelo sem incluir de partida a característica multi-agências, diversificados órgãos de governo e agências reguladoras, além de não prever orçamento específico ou enfocar frontalmente a avaliação de risco. Na última fase da política, via inserção num projeto europeu, a Regulação e os Riscos entraram no foco da política.

A Inovação foi o descritor mais relevante, sendo a prioridade constante em objetivos e justificativas da política. A tradução da Inovação em 11 temáticas detalha sua centralidade enquanto prioridade maior da retórica. Por isso, tornou-se, ao longo dos três períodos de análise, o argumento legitimador da política –pode se inferir que a edição do modelo brasileiro correspondeu bastante à influência estadunidense–.

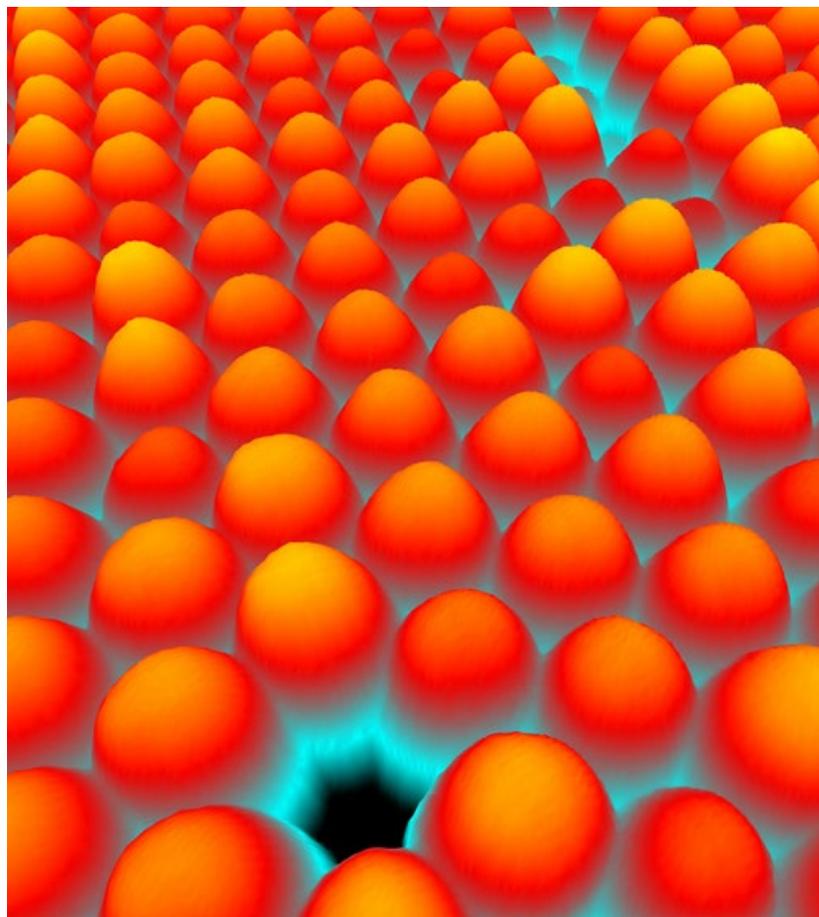
A Regulação apareceu de forma marginal da retórica, sendo o seu surgimento legitimador da Inovação visando a aceitação em mercados globais. Reduzido entre 2004 e 2011, esse indicador se tornou saliente pelo crescimento de menções no último período de análise, entre 2012 e 2015. Regulação apresentou, portanto, algum crescimento na retórica arcada com ações concretas quando o Brasil aderiu ao NANoREG da UE, muito em função da necessidade de reforçar a legitimação da própria inovação.

Por sua vez, Risco foi a questão menos abordada na retórica, com o descritor apresentando o menor número de ocorrências. Demonstrou-se que o paradoxo da exploração das novas propriedades da matéria em nanoescala, portadora de promessas e riscos, se refletiu em um silenciamento na política sobre os riscos da NT. Assim, a despeito de um esforço para o desenvolvimento da política, é notável que surgiram contradições nessa trajetória. Uma delas foram os apontamentos na pesquisa *NanoDelphi*, em 2005, evidenciando a necessidade de uma abordagem de risco, o que foi ignorado e teve pesquisas subfinanciadas. A tentativa de lançamento de redes de pesquisa sobre riscos, em 2007, e o cancelamento de ações para comunicação da política no mesmo ano comprovam que havia relutância em tratar destas questões.

Diante da possibilidade de uma mudança de direção na política de NT no Brasil, objetivando a maturação de uma política própria da área, esta se apre-

senta em condições muito difíceis a partir de 2015. À já característica descontinuidade de orçamento somam-se, então, enormes cortes de recursos com a mudança de governo, que não priorizou o andamento da PCTI como vinha sendo feito, até torná-la uma política simbólica após 2015.

No contexto atual, é difícil prever o futuro da política de NT ao país. Se retomada, é possível que as temáticas de riscos e regulação venham a ser incluídas de forma mais sistemática, visto, de um lado, o aumento de pesquisas sobre o tema em nível internacional, e de outro, a necessidade de observar normas regulatórias –por enquanto não mandatórias em sua imensa maioria– que condicionam a inserção em mercados globais. Entretanto, assim como ocorre em nível internacional, em que a comercialização da NT avançou de forma dramática sem que a questão de sua segurança ficasse dirimida, pode ser que seja tarde demais para afetar a trajetória de desenvolvimento desta tecnologia.



▪ "Imperfecciones estéticas": estructura periódica de esferas de poliestireno, 2009  
Capturada por: Hans U. Danzebrink, Instituto Nacional de Metrología de la R. F. Alemana (PTB). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

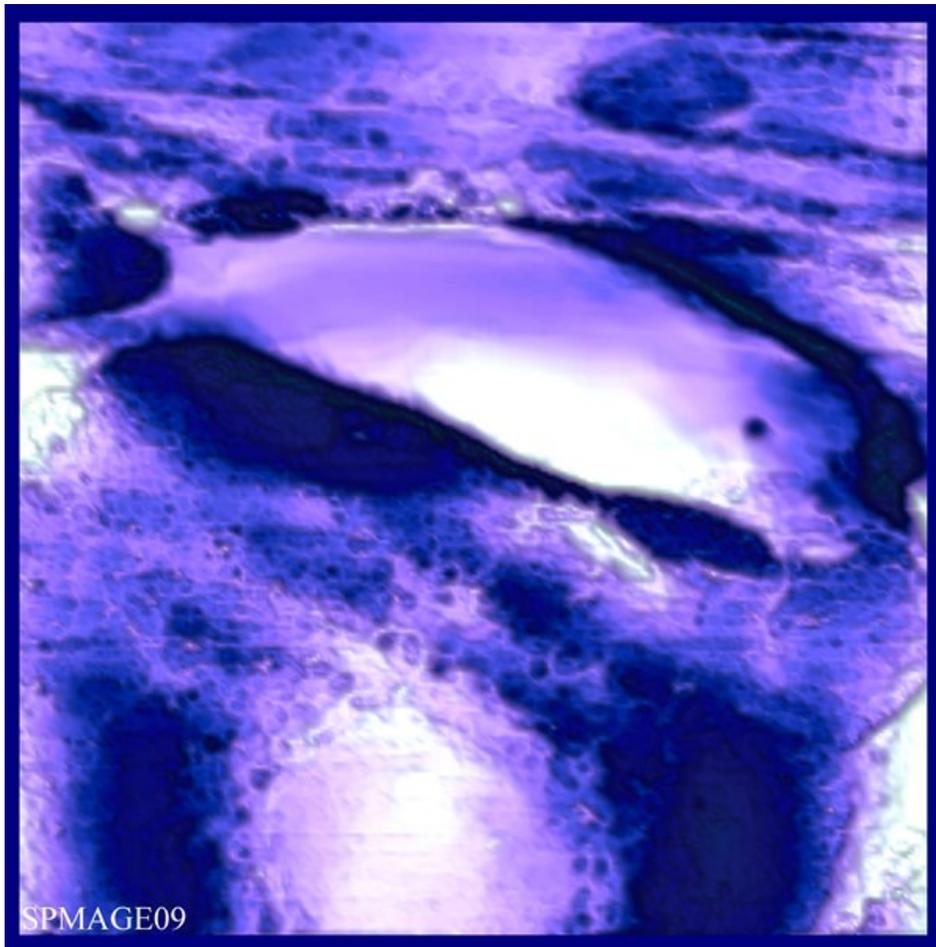
## Nota

1. Lei do FNDCT trata de lei que regulamentava o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico.

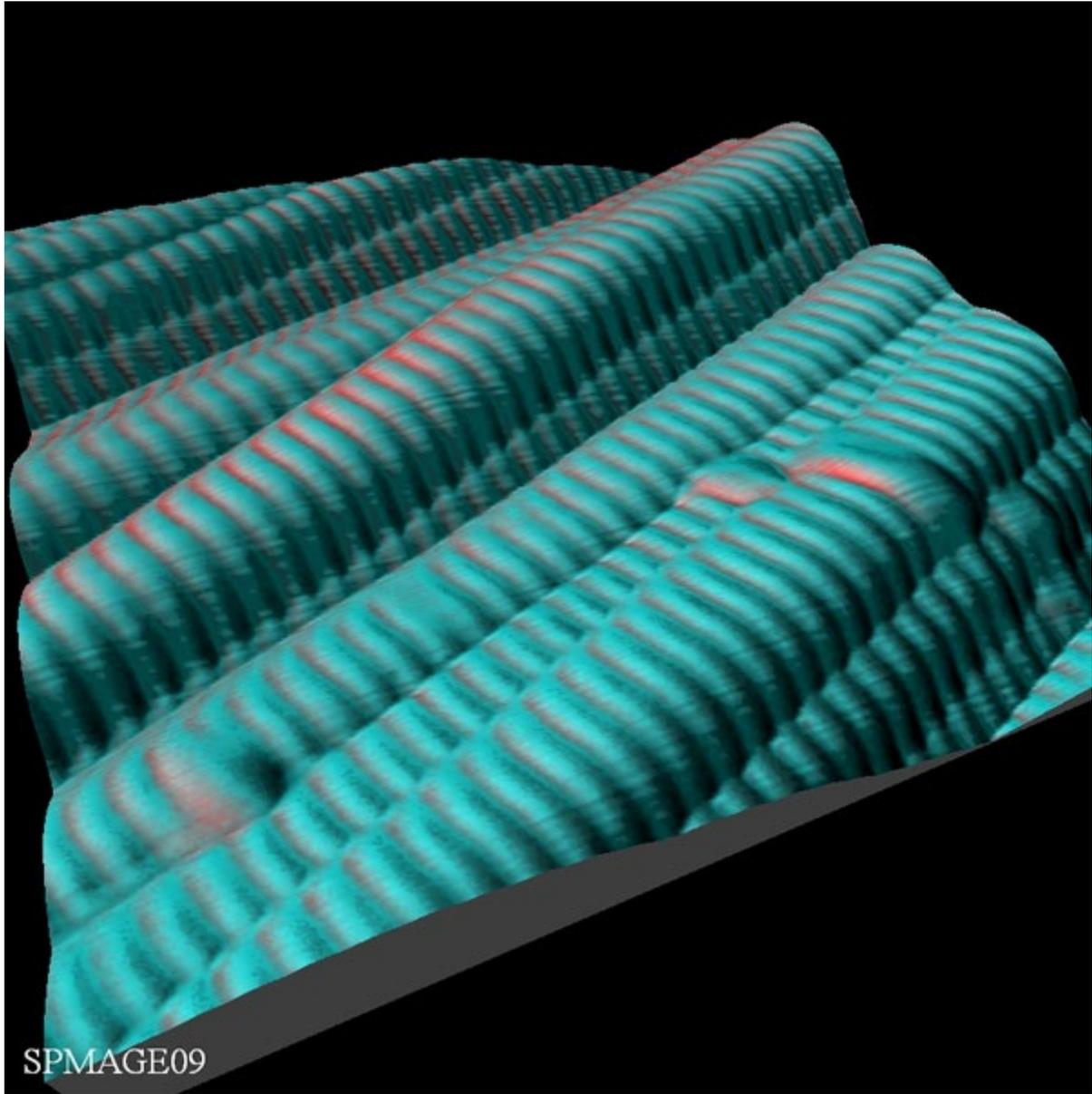
## Referências bibliográficas

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2010). *Cartilha sobre nanotecnologia*. Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial/Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).
2. BAINBRIDGE, W. e Roco, M. (2016). Science and technology convergence: with emphasis for nanotechnology-inspired convergence. *J Nanopart Res.*
3. BARDIN, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
4. BAUER, M. y Gaskell, G. (orgs.) (2002). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Vozes.
5. CAMPOS, C. (2004). Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Rev Bras Enferm.*, 57(5), pp. 611-4.
6. CAPELLA, A. (2017). *Palestra*. I Seminário de Políticas Públicas da UFPR, Outubro de 2017.
7. CAPELLA, A. e Brasil, F. (2015). Análise de Políticas Públicas: Uma revisão da literatura sobre o papel dos subsistemas, comunidades e redes. *Novos Estudos, Cebrap*, 101, 57-76.
8. CGEE (2005). *Consulta Delphi em Nanociência e Nanotecnologia - NanoDelphi* [Relatório Final]. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
9. DEUBEL, A. (2008). Perspectivas teóricas para el análisis de las políticas públicas: ¿de la razón científica al arte retórico? *Estudios Políticos*, 33, 67-91.
10. DOLOWITZ, D. P. e Marsh, D. (2000). Learning from abroad: The role of policy transfer in contemporary policy-making. *Governance*, 13(1), 5-23.
11. ESTRATÉGIA NACIONAL de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti I) (2012). *Balanço das Atividades Estruturantes 201*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).
12. EUROPEAN COMMISSION (2004). *Towards a european strategy for nanotechnology*. Communication from the Commission. European Communities. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ai23024>
13. FALKNER, R. e Jaspers, N. (2012). Regulating nanotechnologies: Risk, uncertainty and the global governance gap. *Global Environmental Politics*, 12(1), 30-55.
14. GIEGER K. D., Hansen S. F. e Baun A. (2009). The known unknowns of nanomaterials: Describing and characterizing uncertainty within environmental, health and safety risks. *Nanotoxicology*, 3(3), 222-33.
15. HESS, D. (2010). The environmental, health, and safety implications of nanotechnology: Environmental organizations and undone science in the United States. Exploring the environmental, health, and safety implications of nanotechnology. *Science as Culture*, 19(2), 181-214.
16. HODGE, G. et al. (2014). Nanotechnology: Rhetoric, risk and regulation. *Science and Public Policy*, 41, 1-14.
17. HUBERT, M. (2014). Modelo dominante y variaciones nacionales en el diseño de políticas de investigación en favor de la innovación tecnológica: una aproximación comparativa de los dispositivos de apoyo a la nanociencia y nanotecnología en Argentina y Francia. *Estudios de Sociología*, 19(37), 391-408.
18. IBN (2012). *Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia*. Governo Federal.
19. INVERNIZZI, N. et al. (2017). *Nanotechnology Policy in Argentina, Brazil and Mexico: a comparative analysis* [Trabalho]. GT Questioning the Policies and Practices of Nanotechnology, 9a Reunião da Society for The Studies of New and Emerging Technologies, Arizona State University, Phoenix.
20. INVERNIZZI, N. et al. (2019). Políticas de Nanotecnologia em Argentina, Brasil e México: emulação e adaptação. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas*, 13(3).
21. KREIMER, P. e Zabala, J. (2007). Producción de conocimientos científicos y problemas sociales en países en desarrollo. *Nómadas*, 27, 110-122.
22. LEÃO, C. e Soares, M. (2008). *A Política de Desenvolvimento Produtivo do Governo Federal e a Macrometa*

- de Aumentar o Investimento Privado em P&D*. Radar Inovação Consultoria.
23. LEMOLA, T. (2002). Convergence of national science and technology policies: The case of Finland. *Research Policy*, 31, 1481-1490.
  24. LOUVEL, S. e Hubert, M. (2016). L'usage des exemples étrangers dans les politiques de financement de la recherche. Les nanosciences et nanotechnologies en France. *Revue française de sociologie*, 57(3), 473-501.
  25. MAJONE, G. (1989). *Evidence, Argument & Persuasion in the Policy Process*. Yale University Press.
  26. MAJONE, G. (2006). Agenda Setting. In M. Mora, M. Rein, e R. Goodin, R. (eds), *The Oxford Handbook of Public Policy* (pp. 229-250). Oxford University Press.
  27. MENY, I. e Thoenig, J. (1992). *As políticas públicas*. Ariel.
  28. MINISTÉRIO DA Ciência e Tecnologia (MCT) (2003a). Decreto n. 4724/2003 – Criação da Coordenação Geral de Nanotecnologia (CGNT).
  29. MINISTÉRIO DA Ciência e Tecnologia (MCT) (2003b). *Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia. Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT no. 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007*. Ministério da Ciência e Tecnologia.
  30. MINISTÉRIO DA Ciência e Tecnologia (MCT) (2005). *Relatório Referente à Gestão do Programa “Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia” no Exercício de 2005*. Ministério da Ciência e Tecnologia.
  31. MINISTÉRIO DA Ciência e Tecnologia (MCT) (2007). *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional. Plano de Ação 2007-2010 (PACTI) – Documento Síntese*. Ministério da Ciência e Tecnologia.
  32. MINISTÉRIO DA Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (2011). Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional. *Seminários temáticos o Brasil no mundo*, 16(32), pp. 581-600.
  33. MINISTÉRIO DA Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (2012). *Relatório de Gestão Institucional do Exercício de 2011*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
  34. NanoREG (2015). NanoREG – A common European approach to the regulatory testing of nanomaterial. *News*.
  35. NEWARK, A. J. (2002). An integrated approach to policy transfer and diffusion. *The Review of Policy Research*, 19(2), 151-178.
  36. NNI (2000). *National Nanotechnology Initiative: Leading to the next industrial revolution a report by the interagency working group on nanoscience, engineering and technology committee on technology national science and technology council*. National Nanotechnology Initiative.
  37. NNI (2016). *National Nanotechnology Initiative Strategic Plan*. National Science and Technology Council. Committee on Technology Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology.
  38. NNI (2021). Frequently Asked Questions. Nano 101. National Nanotechnology Initiative. <https://www.nano.gov/nanotechnology-facts>
  39. NÚCLEO DE Assuntos Estratégicos da Presidência da República (NAEPR) (2004). *Nanotecnologia*, NAEPR.
  40. ORGANIZAÇÃO PARA Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2009). Grupo de Trabalho em Nanotecnologia da OECD (2009). OCDE.
  41. PACTI I (2006). *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional – Plano de Ação 2007-2010 (PACTI I)*. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).
  42. PERELMAN, C. e Olbrechts-Tyteca, L. (2005). *Tratado da Argumentação: a nova retórica* (2 ed.). Martins Fontes.
  43. QUEVEDO, J. (2019). *A retórica da política pública de nanotecnologia do Brasil sobre inovação, impactos, regulação e riscos* [tese de doutorado]. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Federal do Paraná.
  44. QUEVEDO, J. e Invernizzi, N. (2017). A rede de atores das proposições de regulação da nanotecnologia no Brasil. *Redes*, 23(44), pp. 77-101.
  45. ROTOLLO, D. *et al.* (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44, 1827-1843.
  46. RSRAE (2004). *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*. The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. [www.royalsoc.ac.uk/policywww.raeng.org.uk](http://www.royalsoc.ac.uk/policywww.raeng.org.uk).
  47. SAHLIN, K. e Wedlin, L. (2008). Circulating ideas: Imitation, translation and editing. In *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism* (pp. 218-242). Los Sage.
  48. VELHO, L. (2011). Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. *Sociologias, Porto Alegre*, 13(26).



- "*Delfín bajo la luz de la luna*": *fibroblasto en forma de delfín*, 2009 | Capturada por: Elena López Elvira, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (España). Exposición "Un paseo por el nanomundo": [icmm.csic.es](http://icmm.csic.es)



▪ *"El valle de colágeno": fibrillas de colágeno del tendón de Aquiles, 2009* | Capturada por: Samuela Rigozzi, Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza). Exposición "Un paseo por el nanomundo": [icmm.csic.es](http://icmm.csic.es)

# La convergencia tecnocientífica y sus traducciones político-institucionales, profesionales y organizacionales\*

*A convergência tecnocientífica e suas traduções político-institucionais, profissionais e organizacionais*

*The Technoscientific Convergence and its Political, Institutional, Professional, and Organizational translations*

Matthieu Hubert\*\*, Ana Spivak L'Hoste\*\*\* y Bárbara Burton\*\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a3

El artículo aborda la convergencia tecnocientífica en el caso de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina y profundiza, a partir de materiales empíricos, en torno a cómo dicha convergencia se traduce en el diseño de nuevos dispositivos de política de investigación e innovación tecnocientífica, así como en la redefinición progresiva y parcial de las identidades profesionales de los científicos, entre otros resultados. Los autores concluyen que no limitar la convergencia a un proceso epistémico de acercamiento entre varias áreas de conocimiento permite destacar la importancia de las dimensiones políticas, profesionales y organizacionales para evaluar la realidad de la convergencia en cada contexto nacional.

**Palabras clave:** convergencia, tecnociencia, innovación, nanociencia, nanotecnología, Argentina.

*O artigo aborda a convergência tecnocientífica no caso da nanociência e a nanotecnologia na Argentina e aprofunda, a partir de materiais empíricos, em torno de como tal convergência se traduz no desenho de novos dispositivos de política de investigação e inovação tecnocientífica, assim como na redefinição progressiva e parcial das identidades profissionais dos científicos, entre outros resultados. Os autores concluem que não limitar a convergência a um processo epistêmico de aproximação entre várias áreas de conhecimento permite destacar a importância das dimensões políticas, profissionais e organizacionais para avaliar a realidade da convergência em cada contexto nacional.*

**Palavras-chave:** convergência, tecnociência, inovação, nanociência, nanotecnologia, Argentina.

*The article addresses the technoscientific convergence in the case of nanoscience and nanotechnology in Argentina. Based on empirical materials, it delves into how such convergence translates into the design of new techno-scientific research and innovation policy devices, as well as the progressive and partial redefinition of the professional identities of scientists, among other results. The authors conclude that limiting the convergence to an epistemic process of rapprochement among various areas of knowledge makes it difficult to highlight the importance of political, professional, and organizational dimensions when assessing the reality of convergence in each national context.*

**Keywords:** Convergence, Technoscience, Innovation, Nanoscience, Nanotechnology, Argentina.

\* El artículo surge de la convergencia de dos proyectos de investigación financiados por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (Argentina): 1) "Producción de conocimientos y organización de la investigación en nanociencias y nanotecnologías en Argentina", y 2) "Trayectorias, colectivos y dinámicas institucionales en la física argentina. Una aproximación a las áreas nanotecnológica y nuclear".

\*\* Investigador adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) y del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Humanas (LICH) de la Universidad Nacional de San Martín (Unsam) (Argentina). Doctor en Sociología. Correo: mhubert@unsam.edu.ar

\*\*\* Investigadora independiente del Conicet, en el Centro de Estudios Sociales (Conicet-IDES) (Argentina). Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Campinas (Brasil); Antropóloga.

Correo: anaspivak17@yahoo.com.ar

\*\*\*\* Becaria doctoral del Conicet, en el Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (Citecde) de la Universidad Nacional de Río Negro (Argentina). Licenciada en Antropología.

Correo: bburton@unrn.edu.ar

original recibido: 08/06/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 45-61

**A**l trabajar sobre objetos a la misma escala nanométrica, las investigaciones en nanociencia y nanotecnología permiten acercamientos entre varias áreas de conocimiento. De hecho, a esa escala, físicos, químicos, biólogos e ingenieros estudian los mismos objetos de investigación y los manipulan con las mismas tecnologías (como, por ejemplo, la famosa microscopía de efecto túnel). Con esos acercamientos, el campo de la nanociencia y la nanotecnología se erige como un caso emblemático de la traducción de las promesas de convergencia tecnocientífica proyectadas a principios de siglo en Estados Unidos (Roco y Bainbridge, 2003) y en Europa (Nordmann, 2004)<sup>1</sup>. Mientras dicha convergencia tecnocientífica fue estudiada desde distintas significaciones y perspectivas y en varios campos tecnocientíficos de países centrales<sup>2</sup>, este artículo examina cómo opera en un país latinoamericano: Argentina. El objetivo es analizar los efectos de esas promesas de convergencia en un contexto de rasgos socioeconómicos y tecnocientíficos muy diferentes del contexto en que se formularon (Vessuri, 2008). Para alcanzar ese objetivo es necesario ir más allá de caracterizar la convergencia como resultado de un proceso de acercamiento entre varias áreas de conocimiento que, en el caso de la nanociencia y la nanotecnología, ocurriría únicamente gracias a la escala de trabajo en común (la escala nanométrica). En las páginas siguientes, examinaremos cómo la convergencia sucede también como efecto de rutinas cotidianas y de trayectorias institucionales, profesionales y organizacionales que anteceden a la configuración del campo.

Cabe destacar que nuestro interés por la convergencia no tiene que ver con avanzar en su desarrollo conceptual o aplicar ese concepto a estudios de casos, sino con explorar su potencial para abordar experiencias, sentidos y tensiones respecto de las transformaciones del trabajo científico y de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (en adelante, CTI). En particular, aquellas que acompañaron la reorientación de las agendas tecnocientíficas hacia la nanociencia y la nanotecnología. En ese sentido, nuestro enfoque supone no definir *a priori* la noción de convergencia, ni diferenciarla de otros conceptos propuestos por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, sino analizar cómo esta opera concretamente en los campos que investigamos.

El artículo se estructura en torno de dos interrogantes centrales: ¿cómo la convergencia se traduce en dispositivos de promoción y de financiamiento de CTI, en reorientación de las agendas de investigación y de las trayectorias profesionales de los científicos, en reorganizaciones o la creación de nuevas organizaciones e instituciones? Y ¿qué limitaciones y resistencias encuentran esas transformaciones? Daremos respuestas a dichos interrogantes revisitando los resultados de tres proyectos de investigación que llevamos a cabo durante los últimos años y que tienen en común la exploración de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina desde distintos enfoques<sup>3</sup>. En los tres proyectos se utilizaron métodos de base cualitativa en los cuales se privilegiaron las entrevistas abiertas y en

profundidad, la realización de observaciones en ámbitos de producción de conocimientos y desarrollos técnicos a la escala nanométrica y el análisis de documentos y fuentes diversas (informes, *mailing*, artículos periodísticos y científicos, información en línea, etc.)<sup>4</sup>.

El texto se divide en tres secciones. Cada una de ellas pone el foco en un nivel de análisis distinto de la convergencia de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. En la primera sección, analizamos la convergencia a nivel político-institucional, considerando los dispositivos de promoción y financiamiento de esa nueva área de conocimientos e innovaciones. En la segunda, nos centramos en las trayectorias profesionales de los científicos para estudiar cómo la convergencia se traduce en la reconfiguración de identidades profesionales. En la tercera parte estudiamos la convergencia a nivel organizacional a partir del caso de la creación de una empresa de base tecnológica por parte de científicos del sector público. Finalmente, en la conclusión, volvemos sobre esos diferentes niveles de análisis y su posible articulación para dar cuenta de las múltiples traducciones de la convergencia en un contexto semiperiférico.

## La convergencia a nivel político-institucional

En esta sección, nuestro objetivo es especificar cómo la emergencia de la nanociencia y la nanotecnología como campo tecnocientífico interdisciplinario se traduce en la conformación de instituciones y programas de financiamiento de investigación en Argentina. Para eso, nos centramos en el rol de las políticas de CTI –en particular, sus dispositivos de financiamiento– como vector de convergencia entre actividades y profesionales provenientes de varias especialidades científicas y técnicas.

### La convergencia como política de CTI

El gobierno de Estados Unidos lanzó la National Nanotechnology Initiative en el año 2000. A partir de esa iniciativa, destinada a financiar masivamente la investigación y el desarrollo (I+D) de la nanociencia y la nanotecnología a través de varias agencias (NSF, NIH o el Departamento de Energía), se programaron otras similares en el resto del mundo (Louvel y Hubert, 2016), incluida América Latina (Invernizzi *et al.*, 2014). No solo los Estados nacionales promovieron esta nueva

agenda. Organismos internacionales (Foladori *et al.*, 2012) y grandes empresas multinacionales también invirtieron en ese sector desde la década de 1990 (Mody, 2006). En Latinoamérica, las comunidades científicas nacionales vieron en la emergencia de ese campo una oportunidad para armar proyectos tecnocientíficos y solicitar fondos para comprar tecnologías de investigación (infraestructuras de I+D, instrumentos, insumos, etc.) cada vez más sofisticadas e indispensables para desarrollar investigaciones de estándar internacional (Hubert y Spivak, 2009; Invernizzi *et al.*, 2014).

En Argentina, nanociencia y nanotecnología se definieron, junto a la biotecnología y las tecnologías de información y comunicación, como prioridad de las políticas de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECyT) a partir del 2003. Al año siguiente, la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) convocó, a través de su Programa de Áreas de Vacancia, la constitución de cuatro redes de cooperación para conectar a los aproximadamente trescientos científicos argentinos que en ese momento participaban en el campo (Spivak *et al.*, 2012). Ese fue, en Argentina, el primer instrumento de política pública que permitió la convergencia de varias comunidades científicas, constituidas por físicos, químicos, ingenieros y biólogos, alrededor de temáticas y objetos de investigación a la escala nanométrica.

El segundo instrumento fue el resultado de una iniciativa del Ministerio de Economía y Producción del año 2005 destinada a promover proyectos en el campo: la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Dicha fundación financió, tras una primera convocatoria, nueve proyectos con orientación aplicada y participación de actores industriales que tenían la obligación de contribuir, como mínimo, con el 20% del valor total del financiamiento. Tras la transferencia de la FAN, en el 2007, del Ministerio de Economía y Producción hacia el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt), sus actividades se reorientaron hacia la comunicación y la promoción de la nanotecnología en escuelas secundarias (programa Nano por un día) y universidades (programa Nano U), la incubación de proyectos de emprendimientos en micro y nanotecnología y la organización de eventos destinados a reunir actores públicos y privados (encuentros Nanomercosur) (Surtayeva, 2019).

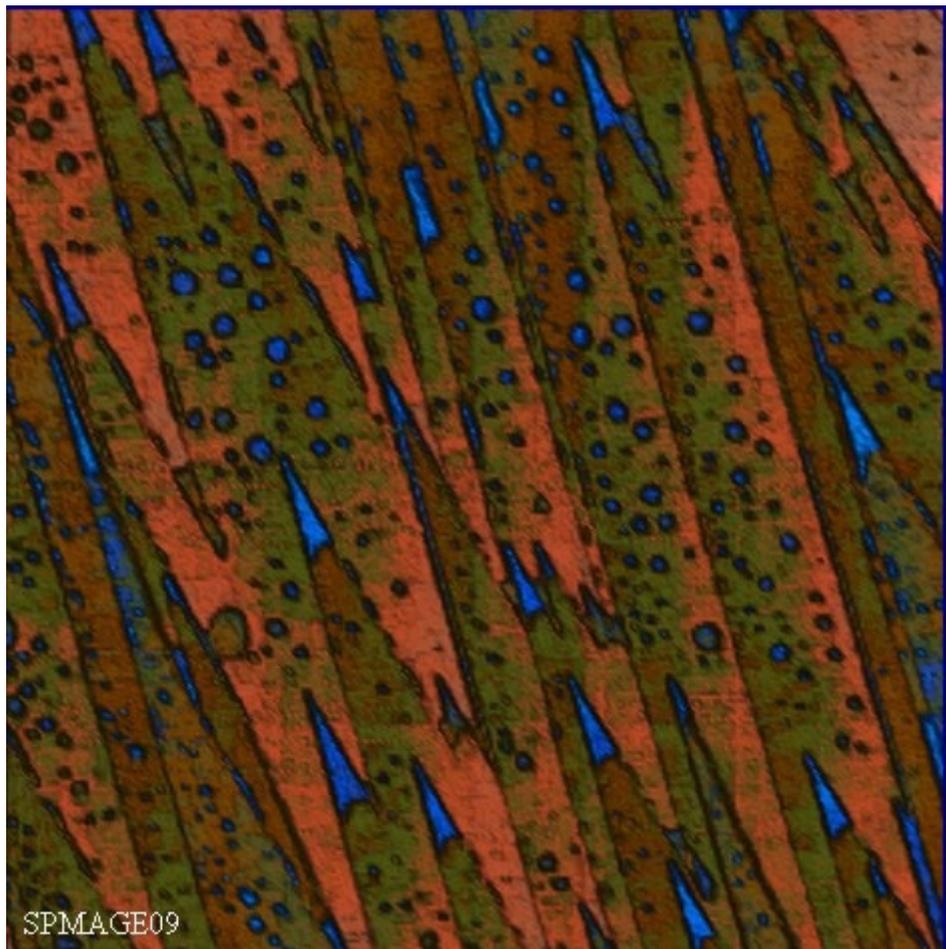
Estos dos primeros instrumentos (las redes de cooperación y la FAN) favorecieron la convergencia de varios actores de la investigación e innovación en nanociencia y nanotecnología. A estos se sumaron iniciativas orientadas a fortalecer la institucionalización y visibilización de ese nuevo campo de conocimiento y aplicación<sup>5</sup>. Esas iniciativas pueden diferenciarse en dos tipos. Por un lado, aquellas que hacían converger actores de la investigación pública estructurando las comunidades científicas susceptibles de participar en la investigación en nanociencia y nanotecnología. Y, por otro lado, aquellas que promovían la convergencia entre actores públicos y privados, con el fin de incentivar su participación conjunta en proyectos tecnológicos con vocación industrial. En las dos secciones siguientes, profundizamos sucesivamente en ambos tipos de instrumentos, haciendo énfasis, en la primera, en las diferenciaciones internas y las tensiones que se producen en los procesos de estructuración de comunidades “nano”; y, en la segunda, en cómo algunos de estos instrumentos abren la participación a la industria. Cabe destacar que las políticas “nano” en Argentina se focalizaron en sectores científicos e industriales. Otros grupos sociales potencialmente interesados (sindicatos, estudiantes, grupos de consumidores, etc.) no tuvieron allí una participación significativa en la formulación de expectativas y demandas sobre posibles articulaciones entre nanociencia y sociedad (Hubert, 2014).

### Los dispositivos para organizar la convergencia entre comunidades científicas

En la década del 2000, la posibilidad de acceder a financiamientos ofrecidos por programas nacionales e internacionales en nanociencia y nanotecnología reorientó progresivamente las agendas de investigación hacia objetos de estudio a la escala nanométrica. Los análisis cuantitativos (véase, por ejemplo, Albornoz *et al.*, 2008; Mincyt,

2009) muestran que en Argentina esa reorientación de las agendas tuvo efectos similares a los observados en otros países. También en Argentina convergieron en ese campo tres áreas disciplinares (física, química y ciencia de los materiales) y tomaron impulso algunas especializaciones como los estudios de polímeros y la bioquímica. Esto puede verse, por ejemplo, en la organización disciplinar y la división temática de las cuatro redes de cooperación mencionadas en el punto anterior<sup>6</sup>.

Al cartografiar las áreas y temáticas que investigan las principales instituciones tecnocientíficas del país, estos estudios cuantitativos muestran, de manera general, cómo las políticas públicas orientadas a promover la convergencia produjeron, asimismo, dife-

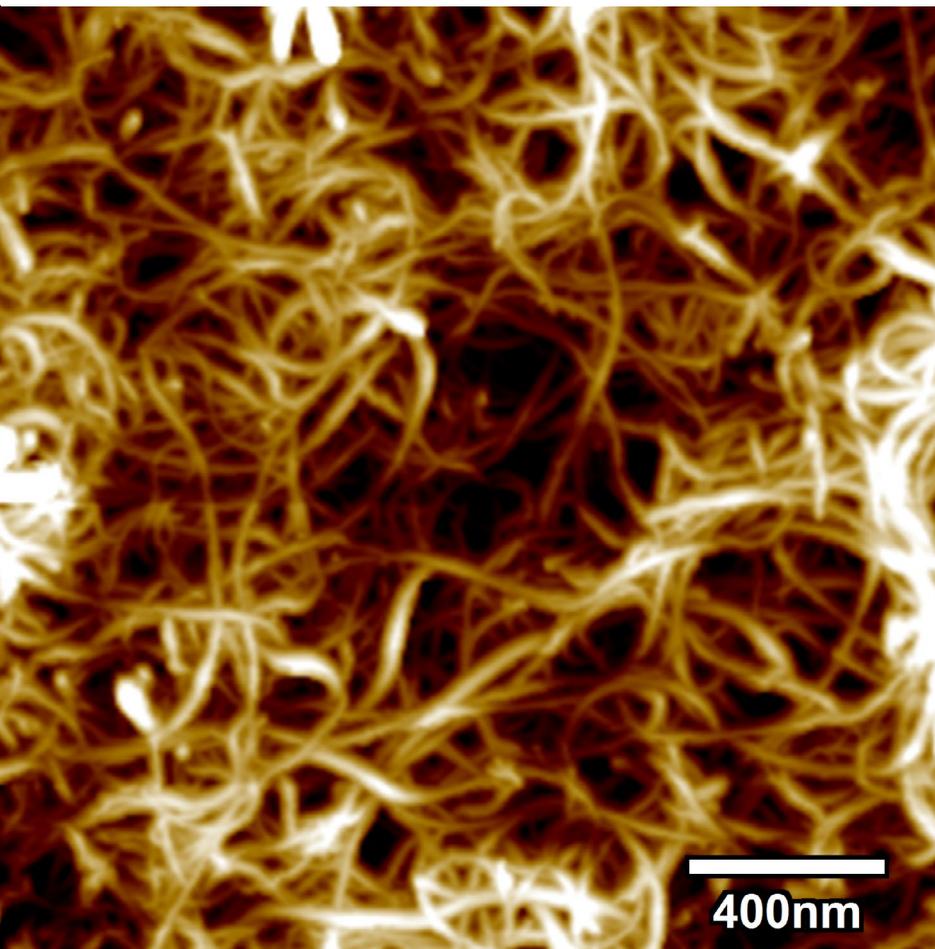


- "Buscando el hielo de verano": superficie de un cristal de cloruro de bario, 2009. Capturada por: Mar Cardellach Redón, Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (España). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

renciaciones en el campo de la nanociencia y la nanotecnología. Sin entrar en detalles, esta cartografía evidencia no solo la diversidad de objetos, técnicas, abordajes y conocimientos en el campo sino también la especialización relativa de algunas instituciones locales<sup>7</sup>. En particular, cuando se aborda el panorama a esa escala

institucional, se constata la coexistencia de varias dinámicas de convergencia (inter o intradisciplinarias, inter o intrainstitucionales) que no pueden reducirse a un proceso único y unívoco de convergencia hacia una fusión disciplinaria<sup>8</sup>. Se trata más bien de dinámicas de diferenciación en las cuales las instituciones tratan, además, de especializarse diferencialmente (por algún enfoque o técnica instrumental) en algún tema etiquetado como “nano” (Hubert, 2016).

Esta estructuración flexible y progresiva de varias comunidades “nano” que coexisten dentro de un mismo campo de investigación concuerda con la estructuración *bottom-up* que promueven los dispositivos de política –como, por ejemplo, las



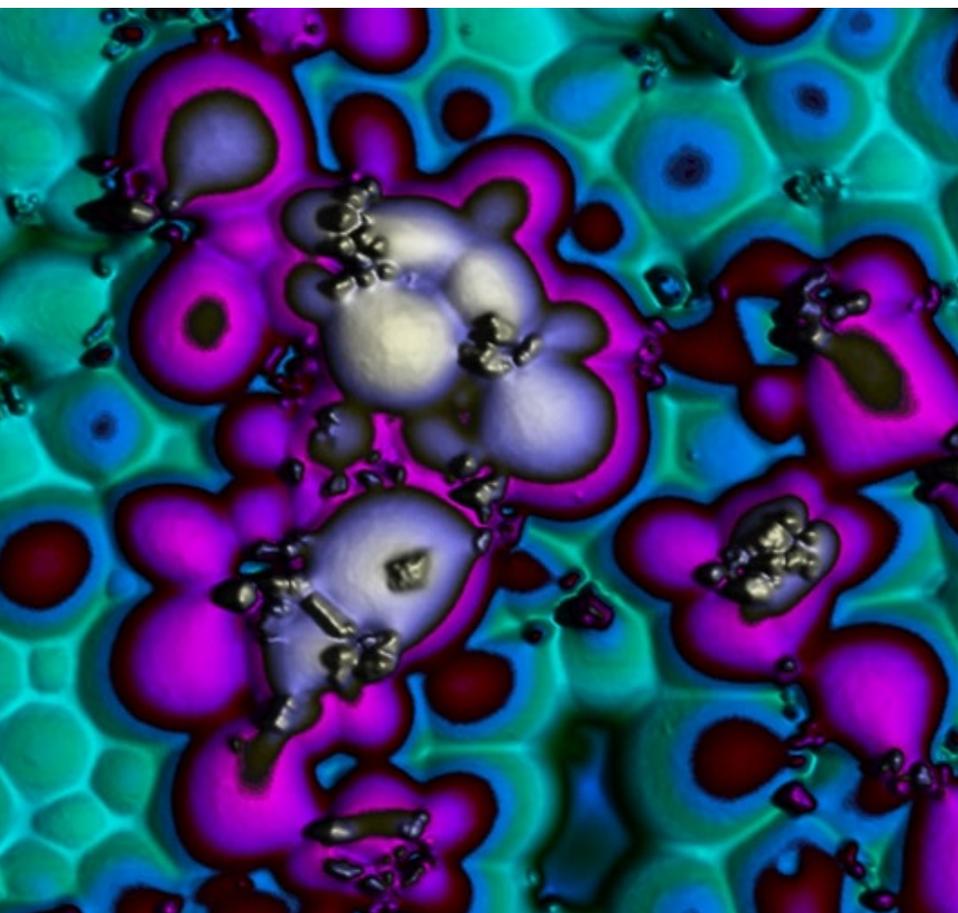
▪ Topografía de nanotubos de carbono (CNT), 2021 | Capturada por: Jhon Pazos / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)

mencionadas redes– que favorecen, sin forzarlos, acercamientos entre comunidades científicas. Dicha estructuración se vuelve más forzosa y restrictiva cuando se trata, como veremos en el punto siguiente, de los dispositivos que promueven la convergencia entre ciencia e industria.

## Los dispositivos para estructurar la convergencia entre académicos e industriales

Otro tipo de convergencia derivada de las políticas de apoyo a la nanociencia y la nanotecnología es aquella que enlaza científicos e industriales. A ese respecto, la iniciativa de mayor impacto es el fondo sectorial destinado a ese campo. Los fondos sectoriales fueron creados por la Agencia I+D+i en el 2009 para financiar proyectos orientados a desarrollar tecnologías en áreas prioritarias de transferencia al sector productivo y, paralelamente, promover la vinculación (aún escasa) entre las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por las instituciones públicas y las expectativas de la sociedad (Mincyt, 2012)<sup>9</sup>. El fondo sectorial dedicado a la nanociencia y nanotecnología (FS-Nano) financió una decena de “consorcios públicos-privados” que tuvieron resultados dispares en términos de impacto productivo (Surtayeva, 2019).

Los fondos sectoriales marcaron una ruptura en la manera de promover la convergencia tecnocientífica desde las políticas públicas. En efecto, entre 2003 y 2008, los instrumentos de políticas de CTI se orientaron a estructurar e institucionalizar, como vimos, comunidades “nano” cuyo objetivo principal era producir ciencia básica. La implementación del FS-Nano habilitó la conformación de redes de actores más heterogéneos. En esa línea, los llamados “consorcios públicos-privados” tuvieron como propósito desarrollar una investigación orientada al diseño y la fabricación de nano-objetos y nanosistemas novedosos y, luego, su transferencia a los actores industriales de varios sectores (metalurgia, mecánica, salud, cosmética, agroindustria) participantes del proyecto. Así, mientras que las primeras políticas públicas de promoción de la nanociencia y la nanotecnología diseñaron dispositivos para organizar una



▪ "Nanoarte": partículas poliméricas formadas a medida que la pintura látex se seca, 2009 | Capturada por: Ana Pereira. Universidad Nueva de Lisboa (Portugal). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

convergencia entre comunidades científicas e instituciones públicas, a partir del 2009 el enfoque cambió. Con el FS-Nano, las políticas públicas se enfocaron en la promoción de una convergencia entre investigaciones básicas y aplicadas destinada a generar una coordinación durable entre el sector público y el sector privado y, asimismo, a garantizar la aplicabilidad (e, *in fine*, el interés comercial) de las innovaciones tecnológicas desarrolladas.

De esta manera, constatamos que desde finales de la década del 2000 se llevó adelante una reorientación parcial de las agendas tecnocientíficas que se concretó gracias a una renovación de los instrumentos de financiamiento de CTI<sup>10</sup>. Fue una renovación que tuvo como horizonte no solo dar mayor pertinencia socioeconómica al trabajo (y los resultados) de los grupos científicos que participaban de los FS-Nano, sino también incitar a las comunidades científicas na-

cionales en general, aunque sea de manera difusa, a repensar las formas de valorización del trabajo de investigación y el marco normativo de su evaluación, en un contexto en el que el artículo científico (el *paper*) constituía su principal producto (Velho, 2011).

Ahora bien, los dispositivos que promovieron la convergencia, estructurando comunidades "nano" u organizando los acercamientos entre actores públicos y privados, no solo reorientaron las agendas de investigación, también impulsaron y modelaron transformaciones del trabajo científico más profundas. Para evaluar esas transformaciones, a continuación nos acercamos a los investigadores para interrogarnos sobre cómo estos se apropiaron de los dispositivos de política pública y sobre las nuevas normas y rutinas de trabajo que produjeron.

## La convergencia a nivel profesional

En la sección anterior vimos que, a nivel político-institucional, nanociencia y nanotecnología son percibidas como un catalizador de la convergencia entre disciplinas y especialidades tecnocientíficas con potencial de aplicabilidad técnica e industrial. Sin embargo, el nivel político-institucional no es el único pertinente para estudiar los matices y las modalidades de la convergencia tecnocientífica en este campo. En esta sección, nos desplazamos al nivel de las trayectorias profesionales para identificar algunos rasgos característicos de las transformaciones del trabajo científico que implica esa convergencia. Con ese fin abordamos trayectorias de científicos que redefinen progresivamente su identidad profesional –inicialmente caracterizada como de productores de ciencia básica– hacia el hacer tecnológico, lo cual nos permite mostrar diferentes formas de experimentar y dar sentido al proceso que deriva en una nueva identidad profesional que caracterizamos como híbrida.

## El científico-tecnólogo: hacia una nueva identidad profesional híbrida

¿Cómo se establecen y en qué consisten las bases de esa nueva identidad profesional híbrida que definimos como la del científico-tecnólogo? De manera general, y como desarrollamos a continuación, en esta nueva identidad convergen prácticas y sentidos asociados, por un lado, a la producción de ciencia básica, y, por el otro, al desarrollo de tecnología y la resolución de problemas concretos. Este proceso de convergencia se experimenta a partir de la introducción de múltiples actividades asociadas al desarrollo tecnológico en las rutinas del trabajo científico: planificación de metas en diálogo con empresas, desarrollo de prototipos, subcontratación de profesionales externos, búsqueda de inversores, tareas de investigación asociadas al desarrollo y a la prueba experimental del producto, etc.

La introducción de esas nuevas actividades en la rutina académica no supone la exclusión del repertorio de tareas que ocupaban previamente a los investigadores. Estos siguen publicando artículos en revistas de prestigio internacional, experimentando en función de problemas considerados como básicos, desempeñando tareas docentes, etc. Sin embargo, como buena parte del tiempo e interés de trabajo comienza a centrarse en el desarrollo tecnológico, los investigadores se ven obligados a adaptar sus rutinas cotidianas y aprender a manejar nuevas exigencias, restricciones y recursos. Esa adaptación establece las bases de una nueva identidad profesional que orienta prácticas y decisiones hacia el avance del proyecto tecnológico; una identidad de científico-tecnólogo que se imprime sobre el cumplimiento de obligaciones y responsabilidades previas.

¿En concreto, cómo los investigadores describen su participación en el desarrollo de un proyecto tecnológico? Primero, como un trabajo que moviliza no solo capacidades técnicas y conocimientos teóricos acumulados durante experiencias previas, sino también motivación personal y ganas de hacer “algo útil para la sociedad”. En palabras de un entrevistado que caracteriza su educación en instituciones públicas como una *inversión*: “podés devolver a la sociedad algo de lo que invirtió en vos”. Esa utilidad supone la expresión de una demanda que proviene de actores considerados como “externos” a la profesión académica. Satisfacer esa demanda implica una reorientación de sus prio-

ridades y actividades cotidianas, un quiebre en sus trayectorias laborales que los propios investigadores describen, en términos de continuidad, como las etapas de formación y de movilidad profesional inicial (muchos pasaron por experiencias prolongadas en laboratorios de países extranjeros), mientras identifican ajustes importantes de las agendas de investigación, de las actividades experimentales y de la organización de su trabajo al involucrarse en actividades de desarrollo tecnológico. Dichos ajustes marcan en las trayectorias de los investigadores una redefinición de la identidad profesional previa. Así lo plantea otro investigador: “hacer tecnología te quita del ámbito cómodo en el cual estabas establecido”.

Otro cambio característico que produce la convergencia de prácticas y sentidos en esa nueva identidad profesional híbrida es el carácter incondicional que asumen los objetivos planteados al principio de los proyectos que encaran los investigadores. En el marco de un trabajo científico (académico), los objetivos del proyecto se ajustan sobre la marcha, en función de los resultados obtenidos y sus interpretaciones. Los resultados intermedios pueden redireccionar, al menos parcialmente, el curso del proyecto y sus metas. En el marco de un trabajo tecnológico, por el contrario, esos ajustes sobre la marcha no son posibles, ya que las funcionalidades de un dispositivo técnico diseñado no pueden variar de manera significativa en el curso del proyecto, como asegura uno de los entrevistados: “si no puede por acá, puede ser por allá, pero tiene que llegar. No puede decir esta montaña no me gusta entonces me voy a otra montaña. Hay que cumplir esa meta”. Así, la incondicionalidad de los objetivos iniciales del proyecto no solo orienta la agenda de investigación sino también la organización del trabajo cotidiano.

La convergencia hacia la identidad profesional del científico-tecnólogo también tiene efectos en el manejo cotidiano y la planificación de los tiempos de trabajo. Con la participación en proyectos de desarrollo tecnológico, los márgenes temporales se vuelven más inflexibles, como afirma un entrevistado: “la parte tecnológica tiene cronogramas y los puntos de entrega intermedia son importantes”. Mientras las contingencias, los descubrimientos inesperados y los procesos interactivos de ensayo y error son características valoradas en el trabajo experimental de los científicos, estos mismos elementos retrasan el avance de un proyecto tecnológico. Dichas

complicaciones por lo general no son producto de incumplimientos individuales sino de la adaptación por parte de los científicos a un esquema de plazos, el industrial, que les resulta ajeno. Las exigencias temporales de la industria redundan en la aceleración del ritmo de entregas intermedias y de la reducción de duración total del proyecto. Ambos ajustes de plazos afectan los vínculos entre académicos e industriales y dificultan la posibilidad de participación de investigadores en formación en los proyectos tecnológicos, que se vuelve incompatible con sus cronogramas de estudios.

Así, el proceso de convergencia hacia una identidad híbrida está marcado por cambios en la manera de construir un objeto de investigación en relación con actores heterogéneos (más allá del mundo académico); con la definición de los objetivos del proyecto tecnológico (en particular, el carácter incondicional de los objetivos planteados al principio del proyecto); con las temporalidades restrictivas del trabajo tecnocientífico en el transcurso del proyecto; y, como veremos en el punto siguiente, con los criterios de evaluación que marcan y orientan el trabajo de investigación.

### Más allá de las fronteras: un proceso de convergencia incierto

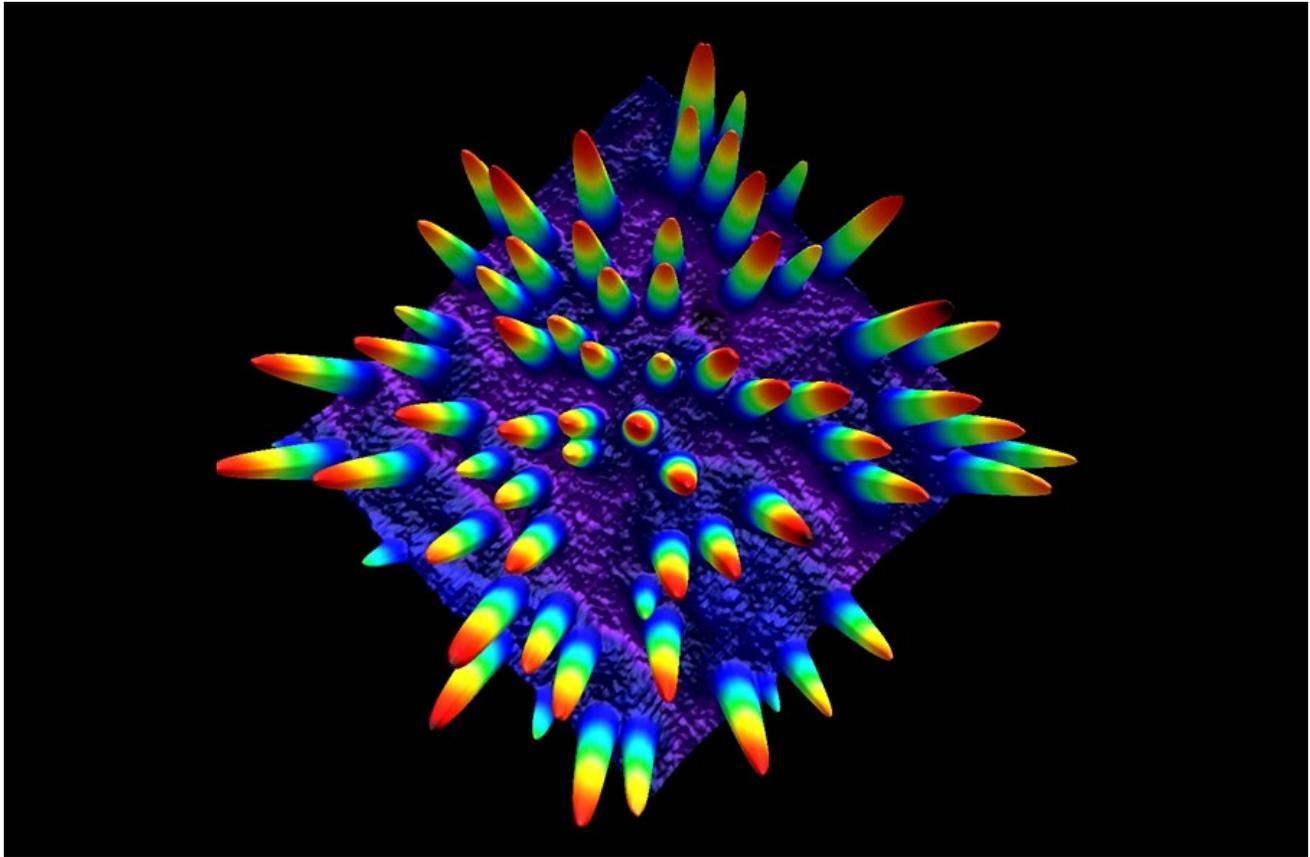
De manera general, cuando tratan de describir aquello que caracteriza la identidad profesional híbrida del científico-tecnólogo, los investigadores apuntan hacia un aspecto crítico: las dificultades que encuentran cuando trabajan más allá de las fronteras disciplinarias, organizacionales o profesionales. Mientras el trabajo interdisciplinario, interorganizacional e interprofesional suele ser la norma para llevar a cabo un proyecto tecnológico, en particular si se trata de tecnología convergente, las diferencias de criterios de evaluación de los conocimientos producidos y de los investigadores en sus propios universos profesionales o contextos organizacionales implican, según los entrevistados, complicaciones laborales y sacrificios en términos de avances en la carrera académica. Son esas dificultades e incertidumbres vinculadas con el proceso de convergencia hacia una identidad profesional híbrida las que abordamos en este punto.

Las capacidades y el saber hacer de los científicos que se convierten en científicos-tecnólogos se ajustan (o deberían ajustarse) a las exigencias de nuevos crite-

rios de evaluación. Mientras que, como científicos, el objetivo principal era publicar su trabajo en revistas científicas, la convergencia hacia esa nueva identidad profesional implica otras metas. Los proyectos de desarrollo tecnológico pueden incluir la producción de artículos, pero la materialización de sus resultados prioriza otro tipo de productos como prototipos, patentes o incluso un plan de negocios. Con esos nuevos objetivos, los compromisos y el quehacer de los científicos implicados en desarrollos tecnológicos se traducen, en muchos de los testimonios recogidos, en dudas e incertidumbres sobre cómo llevar a cabo ese nuevo tipo de actividades: “es todo un mundo eso de las patentes, unas zonas muy turbias, pero no por nefasto, sino porque no sabes cómo transitarlas”.

Según los entrevistados, estas dificultades vinculadas con los objetivos y los criterios de evaluación se agudizan por la división de responsabilidades y tareas en la cooperación con actores que consideran “externos”. Los llamados “consorcios” implican la firma de acuerdos entre actores del sector público (universidades, centros de I+D, etc.) y del sector privado (empresas, ONG, etc.) para coordinar el avance de un programa tecnológico –en el marco, por ejemplo, de instrumentos de financiamiento de I+D como los fondos sectoriales ya presentados en una sección anterior. Y, en muchos casos, los científicos apuntan a circunstancias inciertas y confusas para manejar vínculos o situaciones asociadas al avance de los proyectos con estos actores, que atribuyen a la falta de competencias propias así como de capacidades administrativas e institucionales.

Otra de las incertidumbres que produce el proceso de reorientación hacia actividades científico-tecnológicas tiene que ver con la manera de gestionar tanto los recursos humanos que participan en los proyectos como los diferentes materiales, infraestructuras y equipamientos necesarios para llevarlos adelante. En este aspecto, los investigadores destacan las negociaciones permanentes que deben llevar a cabo para reubicarse en las instituciones que los emplean y conseguir un margen de maniobra necesario para la buena marcha del proyecto. Esas negociaciones, que se dan generalmente de manera individual, evidencian los desajustes institucionales en relación con las nuevas exigencias que recaen en los científicos-tecnólogos. Así, por ejemplo, cuánto tiempo de carga laboral pueden reservar



- "Rascacielos del nanomundo": islas de arseniuro de indio crecido sobre arseniuro de galio, 2009 | Capturada por: Jorge M. García, Instituto de Microelectrónica de Madrid (España). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

a los desarrollos tecnológicos, cuánto tiempo pueden consagrar estudiantes y becarios a esos mismos proyectos o de qué manera se compra y se regula el acceso, uso y mantenimiento de los dispositivos experimentales (instrumentos e insumos) comprados y mantenidos por esas instituciones (o comprados con subsidios externos, pero instalados en las mismas instituciones), son cuestiones que ponen en tensión las reglas de funcionamiento habituales. Estas cuestiones exigen nuevos acuerdos con colegas y responsables institucionales en contextos en los cuales las reglas son, en general, imprecisas, tácitas o inciertas. En palabras de un entrevistado: "Falta regular y falta un ejercicio en las instituciones para hacerlo". Y el problema se hace aún más sensible cuando científicos-tecnólogos intentan lanzar emprendimientos con fines comerciales a partir de desarrollos realizados en instituciones científicas públicas.

Así, el proceso de convergencia hacia una identidad profesional híbrida muestra la falta de habilidades, de formación y de entorno institucional favorable para cumplir con las nuevas exigencias y actividades que se suman a la

vida laboral cotidiana de los investigadores. Sin embargo, como anticipan los entrevistados, dicho proceso abre nuevas oportunidades que aprovechan para redefinirse profesionalmente y acomodar recursos y condiciones de trabajo favorables para el desarrollo tecnológico. En la siguiente sección, profundizamos sobre esas lógicas individuales y colectivas que favorecen la participación y el compromiso de los científicos en el desarrollo de un proyecto de creación de empresa de base tecnológica.

## La convergencia a nivel organizacional

*Bridging the gap between academia and industry while playing with small, tiny puzzles<sup>11</sup>.*

En esta sección presentamos algunos disparadores para abordar la convergencia entre actividad científica, desarrollo tecnológico y aplicabilidad socioeconómica.

Con ese fin ponemos el foco en una empresa de base tecnológica, esto es, una empresa que explota nuevos productos o servicios que resultan de la investigación científica y tecnológica creada, como señala uno de sus fundadores en su perfil de Twitter, con el propósito de hacer un puente sobre la brecha entre academia e industria. Dicha empresa fue fundada hace cinco años por investigadores del sector público con experiencia en I+D en micro y nanotecnología<sup>12</sup>. A partir de ella, por un lado abordamos el proceso que dio lugar a esta nueva entidad organizacional y, por otro lado, identificamos algunas de las características que hacen de esa entidad un ámbito de consolidación de identidades híbridas como las trabajadas en la sección anterior y de convergencia entre prácticas e imaginarios provenientes del sector académico y del mundo del “emprendedurismo” o emprendimiento.

### Convergencia entre academia y demanda externa: soluciones tecnológicas, expectativas profesionales y oportunidades al origen de la empresa

GLIT<sup>13</sup> es una empresa de base tecnológica que usa microtecnologías para aplicaciones biomédicas. Fue creada en el 2014 por dos físicos que se desempeñan en un organismo público de investigación y formación científica, el Centro Atómico Bariloche – Instituto Balseiro (CAB-IB)<sup>14</sup>, para continuar desarrollando y comercializar un dispositivo de medición de viscosidad de fluidos con técnicas que operan a escala micrométrica. En el origen de ese desarrollo aparece una inquietud externa: la búsqueda de una médica neonatóloga de un hospital zonal de un instrumento para medir viscosidad en la sangre de recién nacidos y detectar, tempranamente, un conjunto de patologías específicas. La inquietud de esa profesional de la salud de Bariloche, ciudad donde se ubica el CAB-IB, circuló de boca en boca entre grupos de investigación del organismo hasta que llegó a un científico que decidió transformarla en problema de investigación. En concreto, el científico sugirió a un estudiante de la maestría de física tecnológica que se dicta en esa institución que estableciera la medición de viscosidad en una única gota de sangre como objetivo de su trabajo de tesis, y se ofreció a dirigirlo.

El estudiante que recibió y aceptó la propuesta ya había manifestado su voluntad de investigar en “algo

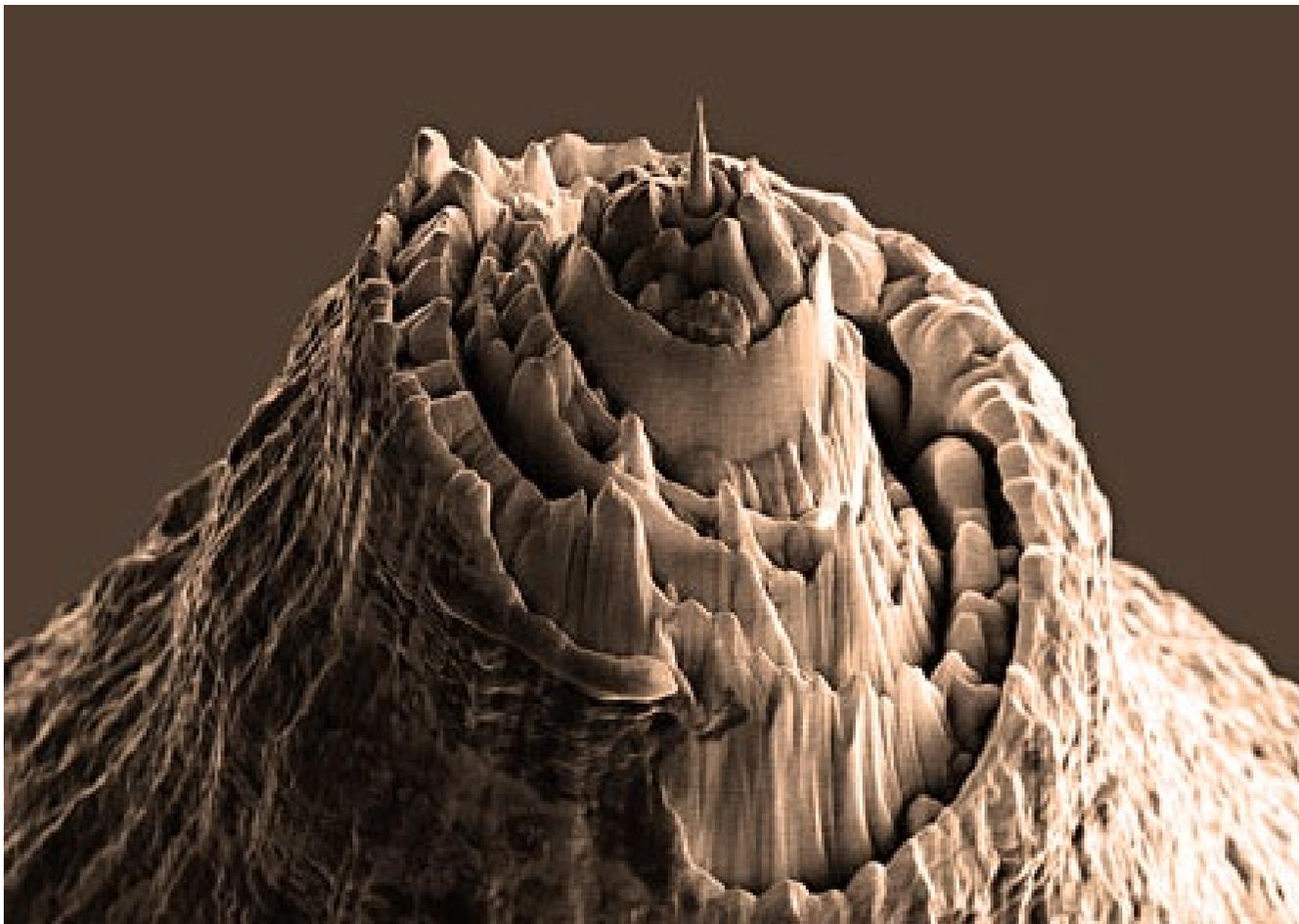
aplicado”. Previamente a la elección final de su tema de investigación, había considerado otras opciones que encontraba más cercanas a la ingeniería: “armo un equipo, lo pruebo, listo. Totalmente de armar”, señaló en una entrevista. Pero él no quería hacer ingeniería sino “tecnología investigando”, dos intereses (investigar y hacer tecnología) difíciles de ajustar al repertorio de ciencia básica o de temas ingenieriles que no contemplan investigación en el proceso. Sin embargo, en la búsqueda de esta técnica para medir viscosidad por demanda externa, ambos intereses convergieron. La propuesta permitía planificar investigación y proyectar, paralelamente, sus resultados para el desarrollo de tecnología.

Durante el transcurso de la maestría, director y estudiante realizaron distintas pruebas experimentales. Primero utilizaron un método de medición vinculado a magnetometría que no permitió alcanzar los objetivos propuestos. Tras revisar otras técnicas posibles, ensayaron la posibilidad de determinar la viscosidad en una gota de sangre midiendo la velocidad a la que circulaba el fluido por una superficie acotada. El experimento de medición implicaba utilizar chips con microcanaletas por las que circularía el líquido. Estos chips serían diseñados y fabricados artesanalmente en el laboratorio al cual ambos pertenecían. El laboratorio también estaría a cargo de diseñar un equipo electrónico para operar el programa que tomaría datos de ellos. La experiencia previa del investigador, por un lado, consolidada por décadas de trabajo en estos temas y, por otro lado, las competencias materiales y técnicas del laboratorio, expandidas durante los últimos años gracias al impulso de las políticas e instrumentos de fomento de CTI que vimos en la primera sección, habilitaron este nuevo ensayo que sí alcanzó los objetivos propuestos.

Resuelta la técnica de medición, director y estudiante decidieron dar un paso más en el desarrollo: avanzar en el diseño de un equipo que permitiera aplicar dicha técnica de medición ya no en el laboratorio sino en hospitales u otros centros de salud. Así como la inquietud que llevó a desarrollar la técnica era externa, su uso para controles de salud también lo sería. Con ese objetivo, y como parte de una materia de la maestría de física tecnológica, elaboraron el plan de negocios de un prototipo del equipo, al que llamaron microviscosímetro. El plan de negocios luego se presentó a un concurso de innovación tecnológica del IB y resultó ganador<sup>15</sup>.

El premio allí conseguido en el año 2010, cincuenta mil dólares, fue la primera financiación directa que tuvieron. El proyecto también se adaptó a la formulación de un plan de beca doctoral para el estudiante. Dicho plan, que tuvo como objetivo avanzar con el diseño y la fabricación del prototipo del microviscosímetro, así como escalar en el proceso de fabricación de los chips que se requerían para ello, obtuvo financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) por el periodo 2011-2016.

nologías (campo que pisa fuerte en sus proyecciones de desarrollo tecnológico), inquietudes de un estudiante que quiere hacer algo aplicado de su investigación y financiamientos de distintas características pedidos con un mismo objetivo: avanzar en el desarrollo del microviscosímetro; la técnica primero, el prototipo de equipo después. Con un plan de negocios premiado, y en paralelo a la formación doctoral del estudiante, se dio un nuevo paso en dirección de hacer converger, sobre la base de esos propósitos, investigación e in-



▪ *Imagen de punta de oro*, 2006 | Experimento de G. C. Gazzadi y P. Gucciardi. Capturada por: Lucía Covi / Centro Nacional de Investigación (INFM-CNR). Tomada de: tuttoquantoforum

## Del proyecto de investigación a la empresa: desafíos y obstáculos en el camino de la convergencia entre ciencia e industria

Confluyen entonces, en el origen de GLIT, una demanda externa, las competencias de un investigador formado (y de su laboratorio) en las micro y nanotec-

industria. Este consistió en participar de la convocatoria del año 2014 del programa Empretecno, un programa dependiente de la Agencia I+D+i y ligado a los fondos sectoriales ya mencionados que estaba destinado a “promover el desarrollo de empresas de base tecnológica en los distintos sectores productivos a través de la aplicación intensiva del conocimiento” (Kantis y Federico, 2016, p. 7).

La reelaboración del proyecto para la convocatoria de Empretecno fue un desafío complejo. La convergencia entre actores, capacidades y desarrollos tecnológicos en esta nueva entidad, la empresa de base científica tecnológica, permitía pensar al desarrollo del microviscosímetro como posible, pero al mismo tiempo presentaba obstáculos para sus responsables. Estos problemas se explicitaron desde el comienzo, cuando el estudiante, apoyado por su director con amplia experiencia en participar en convocatorias de financiación de proyectos destinadas al avance general de la ciencia, pero menor en convocatorias tecnológicas, comenzó a completar formularios que desplegaban otros términos y formatos y contenían distintas exigencias.

Los obstáculos no se reducían a dificultades a la hora de aprender a formular o ajustar el proyecto a otro tipo de convocatorias. También tenían que ver con lograr establecer los nuevos acuerdos (nuevas convergencias) que aparecían como exigencia. Mientras en las convocatorias a proyectos de investigación básica lo central es el acuerdo entre el grupo de investigación que se compromete su participación, que es el que tiene autonomía en el manejo del financiamiento para llevarlo a cabo, la proyección comercial de una propuesta cambia las reglas del juego. Empretecno exigía, por un lado, el compromiso de las instituciones públicas de pertenencia del investigador y del becario en cuestión: Conicet y CNEA. La primera como financiadora de ambos salarios; la segunda, como responsable del laboratorio en el que se desempeñaban. Además, el instrumento implicaba el establecimiento de un convenio con el sector privado en la conformación de la nueva empresa. El sector privado, en este caso, se incorporó con la integración al convenio de Invap S. E., empresa creada en 1976 a partir de una división de Física Aplicada del CAB-IB y conocida por la producción de reactores nucleares de investigación entre otros artefactos tecnológicos.

Las negociaciones con los tres organismos, sus autoridades y los responsables de sus áreas de vinculación y transferencia tuvieron distintos niveles de complejidad. En particular, CNEA explicitó reticencias respecto a la creación de la empresa y esgrimió en su contra la falta de experiencia en los procedimientos que suponía este tipo de convergencia de instituciones en una entidad organizacional de esta naturaleza y la falta de protocolos para acompañar propuestas de desarrollo y

comercialización de productos como el que se buscaba desarrollar. Mientras seguía habilitando el desempeño como investigador y estudiante en sus tareas de rutina previa, la institución demoró meses el avance del proyecto hasta que aceptó ser parte de la presentación.

A estos obstáculos relacionados con formularios, instrumentos de política CTI y negociaciones novedosas se sumaba que los tiempos destinados a resolverlos se solapaban con aquellos que debían destinar los promotores del proyecto a otras responsabilidades (avanzar sus líneas de trabajo, redactar artículos, dar clases, escribir tesis, etc.). Mientras se encargaba de esas gestiones, el investigador continuó (aún continúa) con su cargo del CAB-IB y el estudiante, por su parte, cursó sus estudios doctorales. Fue, coinciden ambos en señalar, un proceso “lento” y “difícil” que exigió la incorporación de prácticas y saberes (desde conocimientos burocráticos hasta estrategias de diálogo con distintos actores). Fue, también, un periodo de ajuste de tiempos de trabajo. Como anticipamos en la sección anterior, los tiempos del trabajo de la producción de ciencia básica muchas veces se tensionan con el cumplimiento de plazos asociados a las demandas externas del desarrollo de tecnología, pero entran en tensión cuando la resolución de una investigación requiere el uso de instrumentos cuya compra se encuentra atada a la obtención de un financiamiento. Las demoras en la firma del acuerdo, así como aquellas asociadas a la ejecución de los fondos del Empretecno (pasaron cuatro años desde la solicitud hasta la llegada del último equipo) redundaron en demoras en el avance de la investigación doctoral del estudiante, quien incluso llegó a considerar renunciar a su beca porque no lograba avanzar con su trabajo. Finalmente, no renunció, logró publicar sus resultados (requisito para obtener el título de doctor) y, finalizando el doctorado, pudo completar la línea del proceso de fabricación de los chips necesarios para fabricar el prototipo de microviscosímetro.

## GLIT y el emprendedurismo: convergencias de trayectorias, prácticas e imaginarios

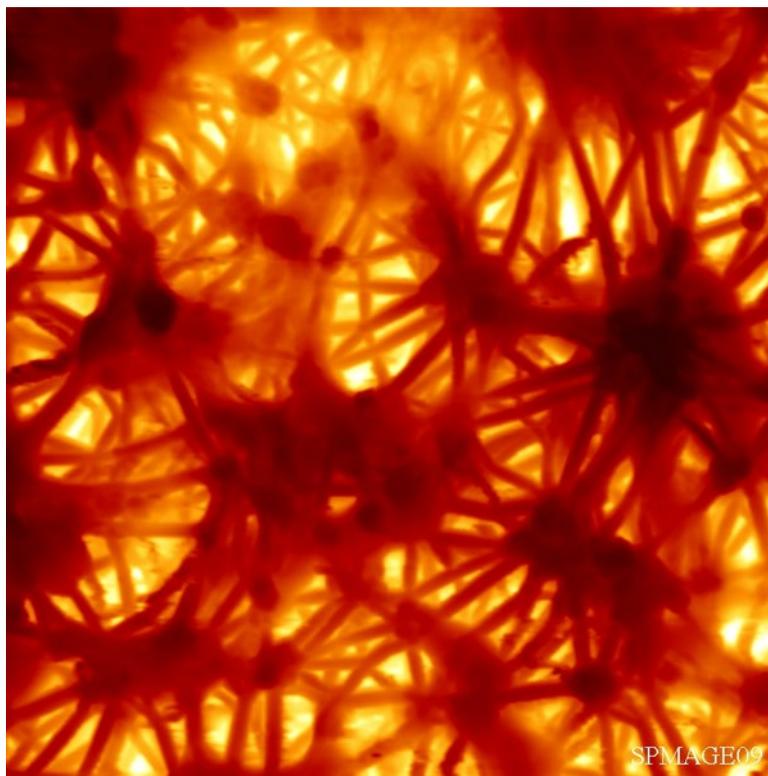
Al investigador y el estudiante se sumó, a partir de la creación de GLIT, un tercer integrante. A diferencia de los anteriores, que hacían converger en la empresa intereses orientados al desarrollo tecnológico de un producto con trayectorias en tránsito en el mundo académico, el

nuevo miembro se había alejado de él. Se trataba de otro físico, también dirigido unos años antes por el investigador en su maestría y doctorado pero que, hacía un tiempo, había renunciado a un cargo permanente de investigador del Conicet porque, en sus términos, “no le terminaba de ver un fin, un sentido, a ponerle un esfuerzo a eso, escribir papers y eso [...] menos en Argentina que justamente no estaba la etapa de después [refiriéndose a una etapa de eventual aplicación]”. Frente a lo que calificaba como desinterés hacia la actividad científica orientada a la producción de servicios y productos, el nuevo miembro de GLIT encontró desafiante sumarse al equipo en el rol de gestor de la empresa o *Chief Executive Officer* (CEO), como él mismo se caracterizaba. “Ahí sí, me cerró. Porque me gusta la ciencia y tecnología, pero combinado con algo de la vida real, contribuir de alguna manera, formar parte de la economía o de las actividades de la gente que te rodea es importante”, afirmó en una entrevista.

A partir de su incorporación, y articulando intereses personales con responsabilidades directivas, fue consolidándose en la empresa, en torno del microviscosímetro, la convergencia entre ciencia, desarrollo de tecnología, la fabricación de un producto y la proyección de los pasos a seguir para lanzarlo<sup>16</sup>. Ahora bien, su incorporación sumó, además, ideas sobre cómo debía funcionar y proyectarse la empresa, qué importancia asumiría la articulación de ciencia, tecnología e industria en ella y hacia dónde debía dirigirse. Estas ideas orientaron la definición de GLIT hacia un tipo de lógica empresarial asociada a la innovación tecnológica que destaca el rol de los individuos, particularmente los llamados “emprendedores”, en el impulso de cada proyecto de articulación entre ciencia e industria (cada desarrollo, servicio o producto) y toma como modelo a seguir a Silicon Valley.

El modelo de Silicon Valley, convertido en guía para replicar en diversas geografías a lo largo del globo, supone la concentración geográfica de organismos públicos y privados de formación profesional de punta y de desarrollo de capacidades científico-técnicas (universidades, laboratorios, pequeñas y medianas empresas destinadas a la producción de productos y servicios intensivos en conocimientos, etc.). A partir de esa concentración, de los vínculos que esta produciría y del impulso de financiamientos de distintas fuentes, se proyectan sinergias entre distintos actores

que podrían redundar en nuevos proyectos, nuevos desarrollos y nuevas empresas (Lécuyer, 2005). Con ese modelo de empresa y ecosistema como horizonte, reforzado por su participación en un programa de formación de ejecutivos de la Singularity University (una organización con base en Silicon Valley que ofrece capacitaciones orientada a la innovación y la búsqueda de soluciones tecnológicas), el CEO de GLIT modeló la dinámica de la empresa en función de nuevas convergencias. La primera de ellas fue la incorporación de prácticas y términos del llamado “emprendedurismo tecnológico” en esta empresa con origen en trayectorias e instituciones de arraigo científico y académico. La segunda fue el solapamiento de la promoción del impacto social como objetivo empresarial al interés personal por “hacer algo aplicado”.



■ “El mundo de nanogoo”: estructura del teflón, 2009 | Capturada por: Andrzej Sikora, Instituto Electrotécnico de Cracovia (Polonia). Exposición “Un paseo por el nanomundo”: icmm.csic.es

En esa dirección, con el CEO se sumó a GLIT la denominación de la compañía como *start-up* y se incorporaron nuevas prácticas de promoción del proyecto y la empresa. Sus miembros empezaron a participar en *meet ups* de emprendedores para difundir el trabajo de la empresa<sup>17</sup>. También desarrollaron y expusieron,

frente a distintos públicos y en distintos eventos (rondas de inversores, exposiciones tecnológicas), un *elevator pitch*<sup>18</sup> destinado a visibilizar su proyecto y a conseguir inversiones privadas para continuar los desarrollos de equipo y procesos necesarios para su comercialización. Hasta entonces, sus financiamientos habían provenido de organismos públicos (IB, Empretecno, Conicet y CNEA a través del pago de salarios y el mantenimiento de equipamiento, etc.). La propuesta del CEO, que derivó en estas nuevas prácticas y recorridos, fue ampliar la búsqueda de fondos hacia el sector privado. Precisamente, buscar, en sus términos, “inversiones de riesgo”. Con ese fin, también participaron en el 2015 y en el 2017 en incubadoras de empresas de base científica.

Según afirmó el CEO en una entrevista, “esto de la vinculación del sector privado en este tipo de emprendimientos todavía es muy nuevo [...] acá una empresa que quiera invertir en desarrollar tecnología o apoyar *start-ups* es algo poco común”. Pero eso no era lo único poco común que rever en la proyección de la empresa. También consideraba necesario redefinir su perfil para que esta se erigiera como destino de esas inversiones, lo cual implicaba posicionar a GLIT como hacedora de tecnología de vanguardia para buscar soluciones a desafíos globales de la sociedad. En la categoría de “impacto social” que el CEO utilizaba para justificar la importancia de este tipo de lógica organizacional confluía lo aprendido en su formación en la Singularity University sobre cómo hacer avanzar tecnologías que impacten en la sociedad con aquella voluntad inicial de un estudiante por hacer investigación aplicada y la decisión de un investigador de conectar esa voluntad con una demanda externa específica.

## Conclusión

El artículo aborda la convergencia tecnocientífica en el campo de la nanociencia y la nanotecnología y profundiza en cómo esa convergencia se traduce en las políticas de promoción de ese campo, así como en los ámbitos profesionales y organizacionales donde se producen conocimientos y desarrollan tecnologías a la escala nanométrica. En particular, se identifican tres niveles de análisis en los cuales se concretiza la convergencia. Primero, a nivel político-institucional, analizamos la naturaleza y los objetivos de los dispositivos que promueven esa convergencia para estructurar

las comunidades “nano” u organizar los acercamientos entre actores públicos y privados. Segundo, a nivel de las trayectorias profesionales, estudiamos la convergencia como proceso de conversión hacia una identidad profesional híbrida de científico-tecnólogo, es decir, la conversión de científicos que redefinen progresivamente su identidad profesional de científicos básicos hacia el saber hacer tecnológico y la resolución de problemas concretos. Tercero, a nivel organizacional, analizamos la convergencia como un proceso de articulación entre actividad científica, desarrollo tecnológico y aplicabilidad socioeconómica a través del caso de la creación de una empresa de base tecnológica por parte de investigadores científicos del sector público.

Como señalamos en la introducción, nuestro interés por la convergencia tiene que ver con la posibilidad de explorar su potencial para abordar experiencias, sentidos y tensiones respecto a las transformaciones del trabajo científico y a las políticas de CTI que acompañan la reorientación de las agendas tecnocientíficas hacia la nanociencia y la nanotecnología. Estas transformaciones se materializan, como vimos en los resultados presentados en el artículo, en el diseño de nuevos dispositivos de política de CTI, en la redefinición (progresiva y parcial) de las identidades profesionales y en la creación de nuevas entidades organizacionales (como la empresa de base tecnológica que estudiamos en la tercera sección); y constituyen la base no solo de varios mecanismos de convergencia (interdisciplinar, interinstitucional, entre ciencia e industria), sino también de los mecanismos de resistencia (como, por ejemplo, las trabas administrativas propias de cada institución) o, incluso, de divergencia (como, por ejemplo, las modalidades de valorización o evaluación académica) que encontramos a lo largo de la investigación.

Partimos, entonces, de preguntarnos cómo opera la convergencia en políticas, instituciones y laboratorios de investigación de un país semiperiférico. Los resultados presentados permiten identificar algunas de las múltiples contingencias propias de este contexto nacional (sea a nivel político-institucional, profesional u organizacional) que ocurren no solo por las especificidades del contexto sociopolítico estudiado sino también por las características y las dinámicas propias de cada uno de los tres niveles que estudiamos en él. Y si bien existen interdependencias entre esos tres niveles, para analizar los rasgos específicos de la convergencia

en cada contexto nacional es necesario estudiar empíricamente las dinámicas tal cual se producen en cada nivel sin presumir que algún nivel es más determinante que otro. En ese sentido, no limitar la convergencia a un proceso epistémico de acercamiento entre varias áreas

de conocimiento que ocurriría necesariamente gracias a la escala de trabajo en común (la escala nanométrica) permite destacar la importancia de las dimensiones políticas, profesionales y organizacionales para evaluar la realidad de la convergencia en cada contexto nacional.

## Notas

1. Mientras que el informe estadounidense asigna un objetivo explícito a la convergencia (la mejora del rendimiento humano) (Roco y Bainbridge, 2003), el informe de los expertos de la Comisión Europea lo rechaza (Nordmann, 2004) pero mantiene una visión de las tecnociencias como principal (o incluso única) fuente de progreso social (Bensaude-Vincent, 2015).
2. Véase Miège y Vinck (2012) para una revisión de las significaciones y perspectivas sobre la convergencia y, por ejemplo, Rafols y Meyer (2007) sobre el caso de las bionanotecnologías, Vinck y Robles (2012) sobre los micro y nanosistemas o Louvel (2021) sobre la nanomedicina.
3. Se trata de los proyectos mencionados en la nota al pie del título.
4. La primera investigación mencionada en la nota al pie del título se apoya en entrevistas a científicos y técnicos y el análisis de documentos para abordar la formación de grupos de investigación y la evolución de sus agendas. La segunda investigación se basa en entrevistas con científicos y observaciones de campo para analizar sus trayectorias profesionales y, en particular, las decisiones que reorientan sus carreras. Finalmente, en el marco de la tesis doctoral en curso se lleva adelante, desde hace tres años, un trabajo de campo etnográfico en una empresa de base científico-tecnológica. La articulación de esas investigaciones responde a los principios teórico-metodológicos de una etnografía multisituada (Marcus, 1995; Hine, 2007). Dicho abordaje, que multiplica lugares de observación, participación y reflexión, configura un hilo conductor que permite vincular investigaciones con distintos objetivos y hacer confluir los casos de estudio para indagar sobre las preguntas y niveles de análisis de la convergencia.
5. Entre otras iniciativas, cabe mencionar: la creación del Centro binacional Argentino Brasileño de Nanotecnología y Nanociencia (CABNN) en el 2005; del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN) y del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) en el 2008; del Fondo Sectorial FS-Nano en el 2009.
6. Se trata de las redes siguientes: “Materiales nanoestructurados y nanosistemas”, “Nanociencia y nanotecnología molecular, supramolecular e interfaces”, “Diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras” y “Auto-organización de bionanoestructuras para la transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos”.
7. Por ejemplo, el informe 2009 del Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación muestra que: el Centro Atómico Constituyentes se focaliza sobre el diseño y la fabricación de micro- y nanosistemas; la Universidad de Mar del Plata se orienta hacia los estudios de los materiales nano-estructurados; la Universidad de Córdoba se especializa en la nanobiomedicina (Mincyt, 2009, p. 5).
8. Es también lo que observan Vinck y Robles (2012).
9. Los Fondos sectoriales son parte del plan nacional “Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015”, lanzado en el 2012. Los Fonarsec proponen también programas de financiamiento para dos otras “tecnologías de propósito general” (TPG): las TIC y las biotecnologías (Mincyt, 2012).
10. Una renovación de los instrumentos de política científica que se inscribe en el marco de la creación, en el 2008, del Mincyt.
11. Perfil Twitter de uno de los fundadores de la empresa GLIT.
12. Las microtecnologías (> a 100 nanómetros) son de un tamaño superior a las nanotecnologías (entre 1 y 100 nanómetros) pero, en la práctica, hay un continuum entre investigaciones en microtecnología y en nanotecnología. De hecho, muchos de los actores involucrados hablan del campo de la “micro y nanotecnología” para designar el área de investigación en su totalidad.
13. En esta investigación los nombres personales y el nombre de la empresa del caso elegido se mantienen confidenciales y se utilizan nombres ficticios.
14. El complejo CAB-IB reúne a un centro de I+D y a un instituto de formación superior públicos. El primero es una unidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica, institución creada en 1950 con el fin de generar conocimiento y asesorar al gobierno nacional en materia nuclear. El segundo es un instituto educativo que pertenece a la Universidad Nacional de Cuyo y a la propia comisión.

15. Se trata del IB50K, un concurso organizado por el IB, y dirigido a estudiantes, cuyo primer premio está destinado a utilizarse para el desarrollo del proyecto.
16. El microviscosímetro ya cuenta con patentes, pertenecientes a CNEA y Conicet, en Argentina, Estados Unidos, Israel, Alemania, China y Brasil.
17. Se trata de eventos que tienen, como objetivo, intercambiar ideas sobre productos o servicios innovativos o informaciones sobre

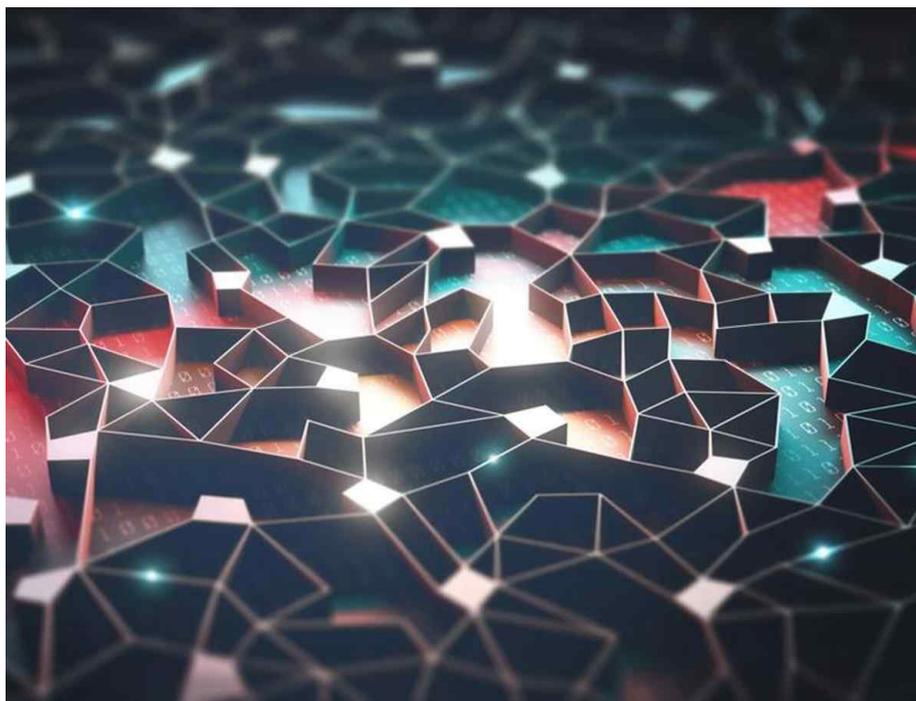
emprendimientos en marcha. No tienen consignas particulares ni ordenamientos específicos. El propósito es generar encuentros informales en ámbitos en donde las personas circulen, dialoguen y donde se ofrece comida, bebida y música.

18. El *elevator pitch* es un relato estructurado de tres minutos de duración que describe los puntos claves de un plan de negocios. Está dirigido a convocar a posibles inversores o difundir un proyecto tecnológico en distintos ambientes de interés.

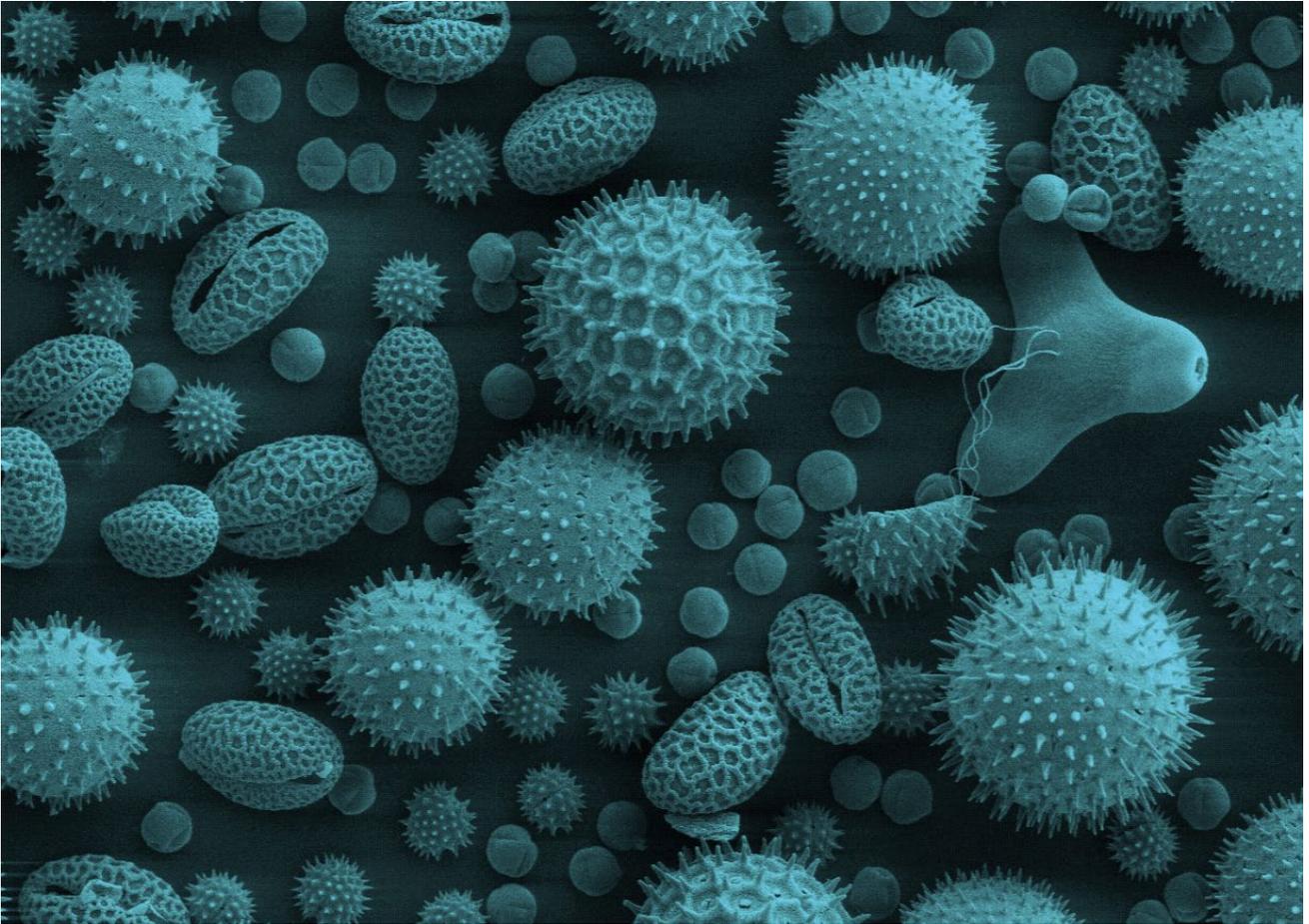
## Referencias bibliográficas

1. ALBORNOZ, M., Barrere, R., Bageneta, M., Charreau, H., López Monroy, E. y Matas, L. (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*. Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica.
2. ANDRINI, L. y Figueroa, S. (2008). El impulso gubernamental a las nanociencias y nanotecnologías en Argentina. En G. Foladori y N. Invernizzi (eds.), *Las nanotecnologías en América Latina* (pp. 27-39). Porrúa.
3. BENSAUDE-VINCENT, B. (2015). Promesses et régimes d'historicité en technosciences. En M. Audétat (ed.), *Sciences et technologies émergentes: pourquoi tant de promesses?* (pp. 49-67). Hermann.
4. FOLADORI, G., Figueroa, S., Záyago-lau, E. e Invernizzi, N. (2012). Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. *Sociologías*, 30, 330-363.
5. HINE, C. (2007). Multi-sited Ethnography as a Middle Range Methodology for Contemporary STS. *Science, Technology, and Human Values*, 32(6), 652-671.
6. HUBERT, M. (2014). Modelo dominante y variaciones nacionales en el diseño de las políticas de investigación en favor de la innovación tecnológica: una aproximación comparativa de los dispositivos de apoyo a la nanociencia y nanotecnología en Argentina y Francia. *Estudios de Sociología*, 37, 391-408.
7. HUBERT, M. (2016). La emergencia de la nanociencia y nanotecnología en Argentina. En P. Kreimer (ed.), *Contra viento y marea. Emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia: Argentina, segunda mitad del siglo XX* (pp. 87-103). Clacso.
8. HUBERT, M. y Spivak, A. (2009). Integrarse en redes de cooperación en nanociencias y nanotecnologías: el rol de los dispositivos instrumentales. *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 15, 69-91.
9. INVERNIZZI, N., Hubert, M. y Vinck, D. (2014). Nanoscience and Nanotechnology: How an Emerging Area on the Scientific Agenda of the Core Countries Has Been Adopted and Transformed in Latin America. En E. Medina, I. da Costa Marques y C. Holmes (eds.), *Beyond Imported Magic. Essays on Science, Technology, and Society in Latin America* (pp. 223-242). MIT Press.
10. KANTIS, H. y Federico, J. (2016). *Emprendimientos tecnológicos y política pública: resultados y reflexiones del programa Empretecno en la Argentina*. Cieciti.
11. LÉCUYER, C. (2005). *Making Silicon Valley. Innovation and the Growth of High Tech, 1930-1970*. MIT Press.
12. LOUVEL, S. (2021). *The Policies and Politics of Interdisciplinary Research: Nanomedicine in France and in the United States*. Routledge.
13. LOUVEL, S. y Hubert, M. (2016). The Use of Foreign Examples in Research Policy. Public Funding for Nanoscience and Nanotechnology in France. *Revue Française de Sociologie*, 58(3), 473-501.
14. MARCUS, G. (1995). Ethnography in/of the World System: The Emergence of the Multi-sited Ethnography. *Annual Review in Anthropology*, 24, 95-117.
15. MIÈGE, B. y Vinck, D. (Dir.) (2012). *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Archives Contemporaines.
16. MODY, C. (2006). Corporations, Universities, and Instrumental Communities. Commercializing Probe Microscopy, 1981-1996. *Technology and Culture*, 47, 56-80.
17. MINCYT (2009). Nanotecnología. *Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva*.
18. MINCYT (2012). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos*

- Estratégicos 2012-2015*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
19. NORDMANN, A. (2004). *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*. European Union Expert Group “Foresighting the New Technology Wave”.
  20. RAFOLS, I. y Meyer, M. (2007). How Cross-disciplinary is Bionanotechnology? Explorations in the Specialty of Molecular Motors. *Scientometrics*, 70(3), 633-650.
  21. ROCO, M. y Bainbridge, W. (eds.) (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Kluwer.
  22. SPIVAK, A., Hubert, M., Figueroa, S. y Andriani, L. (2012). La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas. En G. Foladori, E. Záyago-Lau y N. Invernizzi (eds.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (pp. 33-53). Porrúa.
  23. SURTAYEVA, S. (2019). *Análisis de la evolución de las capacidades locales y políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en la Argentina (2003-2015)* [Tesis de Maestría]. Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes (Argentina).
  24. VELHO, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. En A. Arellano y P. Kreimer (eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Siglo del Hombre.
  25. VESSURI, H. (2008). El futuro nos alcanza: mutaciones previsibles de la ciencia y la tecnología. En L. Gazzola y A. Didriksson (eds.), *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 55-86). Iesalc-Unesco.
  26. VINCK, D. y Robles, E. (2012). Convergence dans les nanosciences et nanotechnologies. Le cas des micro et nanosystèmes. En B. Miège y D. Vinck (eds.), *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements* (pp. 43-66). Archives Contemporaines.



▪ *Inteligencia artificial*, 2016 | Autor: Kiyoshi Takahase Segundo / Alamy



■ *Imagen de polen, 2019* | Capturada por: Dartmouth College. Tomada de: [nano-sostenible.com](http://nano-sostenible.com)

# De las nanotecnologías a la industria 4.0: una evolución de términos\*

*Das nanotecnologias à indústria 4.0: uma evolução de termos*

*From Nanotechnologies to Industry 4.0: An Evolution of Terms*

Guillermo Foladori\*\* y Ángeles Ortiz-Espinoza\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a4

El objetivo de este artículo es resaltar el lugar destacado que tienen las nanotecnologías en el desarrollo de la llamada Ind. 4.0 y del IoT. En tal sentido, los autores analizan cómo en el transcurso de las primeras dos décadas del siglo XXI la terminología referida al desarrollo tecnológico se vio modificada, y tras la crisis del 2008 el término nanotecnología pasó a segundo plano y cobraron fuerza otros como IoT o Ind. 4.0. Finalmente, llaman la atención sobre cómo, en términos materiales, no hubo tal cambio: las nanotecnologías continuaron teniendo una presencia significativa y constituyen el corazón de la Ind. 4.0.

**Palabras clave:** IoT, Ind 4.0, nanosensores, nanoactuadores, dispositivos nanoelectromecánicos, tecnologías disruptivas.

*O objetivo deste artigo é ressaltar o lugar destacado que têm as nanotecnologias no desenvolvimento da chamada Ind. 4.0 e do IoT. Em tal sentido, os autores analisam como no transcurso das primeiras duas décadas do século XXI a terminologia referida ao desenvolvimento tecnológico se viu modificada, e após a crise de 2008 o termo nanotecnologia passou a segundo plano e cobraram força outros como IoT ou Ind. 4.0. Finalmente, o artigo chama a atenção sobre como, em termos materiais, não teve lugar tal câmbio: as nanotecnologias continuaram a ter uma presença significativa e constituem o coração da Ind. 4.0.*

**Palavras-chave:** IoT, Ind. 4.0., nanosensores, nanoatuadores, dispositivos nanoelectromecânicos, tecnologias disruptivas.

*The purpose of this article is to highlight the prominent place that nanotechnologies have in the development of so-called Ind. 4.0 and the IoT. In this sense, the authors analyze the course of the first two decades of the 21st century and how the terminology referring to technological development was modified after the 2008 crisis when the term nanotechnology fell into the background of other terms such as IoT or Ind 4.0. Finally, they draw attention to how, in material terms, there was no such change: nanotechnologies continued to have a significant presence and constitute the heart of Ind. 4.0.*

**Keywords:** IoT, Ind 4.0, Nanosensors, Nanoactuators, Nanoelectromechanical Devices, Disruptive Technologies.

\* Este artículo forma parte del Proyecto en curso "Ciencia de Frontera 304320 - Una revisión crítica del desarrollo de las nanotecnologías en México acorde a las prioridades socio-económicas nacionales", financiado por Conacyt y ejecutado por la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo (UAED), Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), México. Periodo del proyecto: 2020-2023.

\*\* Profesor investigador de la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas (México). Doctor en Economía. Correo: gfoladori@gmail.com

\*\*\* Doctoranda en Estudios del Desarrollo, Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas (México). Maestra en Administración y Políticas Públicas. Correo: angeles.ortiz.espinoza@gmail.com

original recibido: 05/04/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 63~73

El siglo XX irrumpió con la panacea de las nanotecnologías. Desde que los Estados Unidos lanzaron su Iniciativa Nacional de Nanotecnología en el año 2000, este tipo de tecnologías se convirtió en la esperanza para curar todos los males imaginables. Filtros para agua potable y para desalinizar; fármacos dirigidos a las células que debían tratarse; energías limpias con costos menores a los tradicionales hidrocarburos; alimentos que integran suplementos; tejidos autolimpiadores; vidrios inteligentes para captar energía y evitar la suciedad, son algunos ejemplos de la multiplicidad de productos que propiciaron el surgimiento de cientos de *start-ups* en los más variados campos científicos, los cuales obtenían financiamiento de capitales de riesgo incentivados por la posibilidad de una inversión que pudiera dejar atrás la caída estrepitosa de las acciones de las compañías *punto com* del 2001. Esta alza del financiamiento fue acompañada por el incremento de artículos científicos sobre el tema y la presencia en medios del término nanotecnología.

Lo primero que desapareció con la crisis del 2008 fueron los capitales de riesgo y los inversionistas *ángeles* de nanotecnologías. El capital financiero mostró el rumbo: la mayoría de las *startups* se vendieron, quebraron o se asociaron a grandes corporaciones. Para el 2015 Kelleher resume lo ocurrido en la revista *Time*:

Of all the investment fads and manias over the past few decades, none have been as big of a fizzle as the craze for nanotech stocks. Ten years ago, venture capitalists were scrambling for investments, startups with “nano” in their names flourished and even a few nanotech funds launched hoping to track a rising industry.

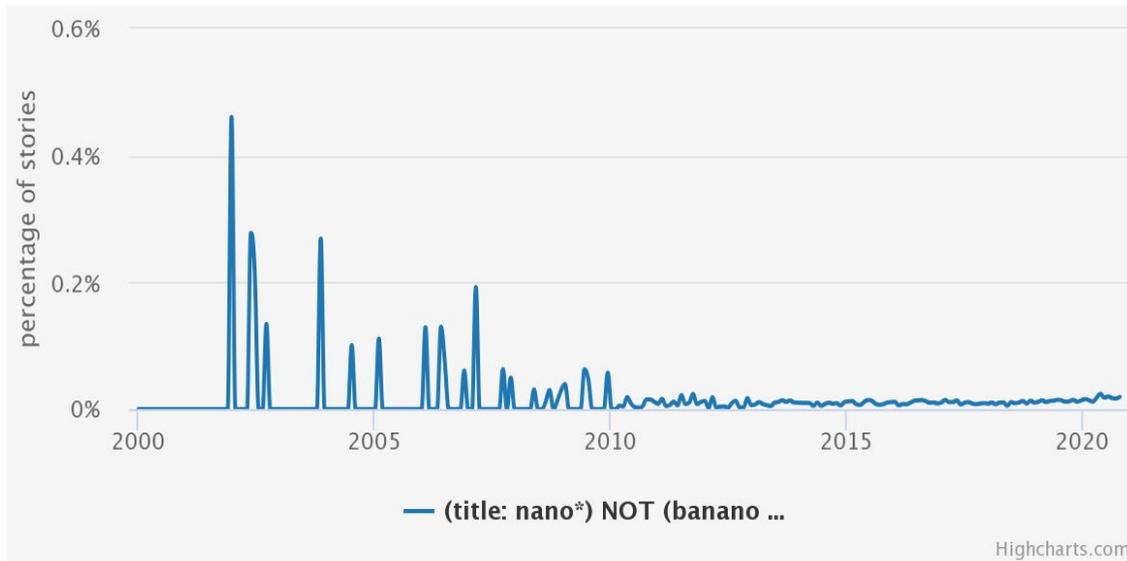
And today? Nobody in the stock market gets excited about the phrase “nanotech” anymore. Which is strange, because nanotechnology itself – that is, the science and engineering conducted on a molecular scale, measuring less than 100 nanometers – is yielding applications and products in a number of industries, just as its more sensible supporters have long predicted (Kelleher, 2015)<sup>1</sup>.

Los medios de comunicación también disminuyeron la presencia relativa del término nanotecnologías durante la segunda década (véase figura 1) y los artículos científicos vieron enlentecer las investigaciones sobre *nano* en general, mientras iban despuntando aquellas que conectaban directamente nanodispositivos con la industria 4.0 (Ind. 4.0) y el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés). La figura 1 muestra la caída relativa de la presencia mediática de las nanotecnologías desde la segunda década del siglo XXI.

En contraste con la retracción de las finanzas y las noticias, y parcialmente de las publicaciones científicas, la producción de mercancías que utilizan componentes nanotecnológicos continuó creciendo con más de 5.000 para comienzos del 2021, cuando en el 2015 había 1.400, de acuerdo con datos de la Universidad Tecnológica de Dinamarca (DTU Environment *et al.*, n. d.).

La explicación de la disminución relativa en el ámbito de las finanzas y los medios de comunicación, a la par de los artículos científicos sobre el término *nano* en su acepción general, frente al incremento permanente en los artículos de investigación en *nano* ligados a la Ind. 4.0 y a la IoT, y en la producción de mercancías, radica en el diferente ámbito al cual responden los

Figura 1. Porcentaje de noticias con el término nan\* en relación con el total de noticias. Principales medios de comunicación con noticias impresas en la web



**Fuente:** elaboración propia a partir del *software* Media Cloud. Búsqueda: (title: nano\*) NOT (banano OR iPod). Noticias del Global English Language Sources. Periodo: 01/01/2000 al 11/02/2021.

agentes de los dos grupos. Mientras las finanzas y los medios de comunicación están vinculados al mercado y al comercio, las publicaciones científicas están más ligadas al devenir de la industria y la producción. Esta interrelación muestra una dialéctica entre fuerzas de forma y de contenido, es decir, un cambio superficial en el mundo académico-científico y de noticias y publicitario, pero no en el mundo material.

Durante la segunda década del siglo XXI, que es cuando ocurre el cambio mencionado, el término nanotecnologías se subsumió al de Ind. 4.0, IoT y otros términos relacionados con las tecnologías disruptivas, correspondientes a la llamada cuarta revolución industrial. Por su parte, el de nanomateriales hizo lo propio con el de materiales inteligentes. En lo que sigue explicamos esta evolución y la jerarquía que han logrado los nanosensores y los nanoactuadores dentro del desarrollo nanotecnológico.

Además de esta introducción, el presente texto se divide en tres apartados. Primero, se trata el tema del surgimiento y desarrollo de las nanotecnologías como revolución tecnológica y su aparición en el espectro público. Posteriormente, se establecen las características que definen a la Ind. 4.0 y cómo estas subsumen el tér-

mino nano. Por último, el trabajo expone las principales conclusiones. Por no ser su objetivo, el presente texto no ahonda en las definiciones de Ind. 4.0 y cuarta revolución industrial, término con el que se le suele asociar.

## Nanotecnologías: convergentes y de amplio espectro

En las últimas seis décadas, las revoluciones tecnológicas han sido de aplicación más extendida que las antiguas. Las primeras revoluciones tecnológicas del capitalismo tuvieron su impulso en cambios energéticos (carbón/vapor, hidrocarburos/electricidad, motor de combustión interna). A partir de la década de 1970, surgieron tecnologías de mayor espectro de aplicación como lo es el procesamiento y la transmisión de información (tecnologías de la información y la comunicación (TIC)), o de manipulación de seres vivos (biotecnología). Fue a principios del siglo XXI que las nanotecnologías irrumpieron en el mercado. Estas tienen como centro de impulso la materia, en un sentido amplio, ya que su potencial está en la posibilidad de utilizar las nuevas propiedades que la materia manifiesta en tamaño nanométrico (RS y RAE, 2004). Esta una revolución industrial que penetra todos los sectores

económicos de manera más o menos simultánea, porque todos los sectores utilizan algún tipo de material y estos pueden ser manipulados en tamaño nano desarrollando novedosas funcionalidades.

A medida que las revoluciones tecnológicas avanzan en el tiempo, se hacen cada vez más multipropósito o facilitadoras de muchas otras (Bresnahan y Trajtenberg, 1995; Shea *et al.*, 2011). Además, puede distinguirse una estratificación de tecnologías, ya que la mayoría de las que resultan en un producto concreto se basan en otras tecnologías sobre las que se superponen. Cuanto más en la base de la pirámide, más facilitadoras son las tecnologías: las nanotecnologías están en la base de prácticamente todas las otras. Así, tecnologías que hoy se consideran de vanguardia como la inteligencia artificial, el IoT, *big data*, el *blockchain*, la 5G, la impresión 3D, la robótica, los drones, el proceso de edición genética y la energía solar fotovoltaica ( Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), 2021, p. XVI), tienen en su base aquellas que permiten digitalizar, almacenar, establecer interfases de actividad entre datos y materia, transmitir y conectar usuarios, y ellas derivan de los sistemas micro y nanoelectromecánicos, ópticos y satelitales. En la base están los chips actuadores y otros dispositivos que reúnen e ilustran por sí mismos las tendencias surgidas de la revolución de las TIC: digitalización, miniaturización, conectividad y automatización. Las nanotecnologías, por sus características, están en la base de esas pirámides y representan más fielmente aquellas tendencias; por ello, los MEMS (sistemas microelectromecánicos) tienden a convertirse en NEMS (sistemas nanoelectromecánicos).

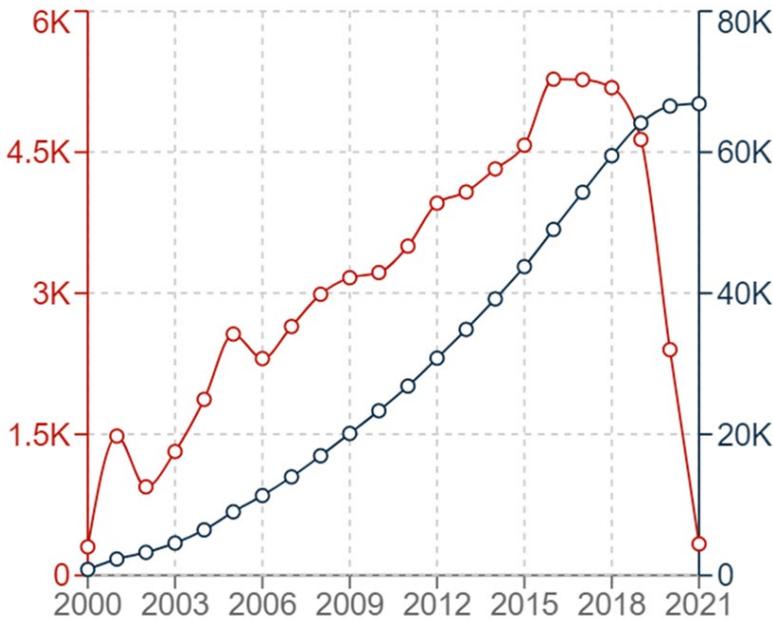
Las nanotecnologías son una revolución tecnológica reciente puesto que se requirió el desarrollo de los microscopios atómicos a finales de los años ochenta y durante los noventa para que las nuevas manifestaciones de la materia –que en muchos casos ya se conocían– pudieran ser medidas con precisión. Además, el lanzamiento de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología en Estados Unidos en el año 2000 llevó a que muchos otros países invirtieran en investigación y desarrollo (I+D) de nanotecnologías para no quedar rezagados. La manipulación de la materia en tamaño nano tanto para investigación como para las aplicaciones productivas requiere la *expertise* química, física, ingeniera y, según el ámbito, también biológica y médica. Por

ello, los primeros documentos sobre nanotecnologías siempre hacen alusión a la convergencia tecnológica, situación que va ligada a que las fuerzas físico-químicas y de la vida a nivel atómico y molecular borran las barreras disciplinarias creadas por la división científica del trabajo (M. Roco y Bainbridge, 2003; M. C. Roco, 2003).

La invasión de las nanotecnologías en los diferentes sectores productivos no se hizo esperar y sus productos continúan ingresando al mercado sin normatividades o reglamentaciones adecuadas (DTU Environment *et al.*, n. d.), ya que a pesar de incorporar materiales cuyo desempeño químico-físico es semejante a un elemento desconocido, la legislación los trata como materiales conocidos, evitando así las limitaciones mercantiles de una regulación *ad hoc* de tóxicos.

Uno de los primeros y principales sectores de desarrollo de las nanotecnologías ha sido la electrónica, área que, siguiendo la tendencia a la miniaturización de los dispositivos, impulsó un salto significativo en los tamaños y en la promisoría potencialidad de tránsito hacia la computación cuántica. La confluencia del tamaño y las nuevas funcionalidades han hecho de los nanosensores y los nanoactuadores el aspecto crucial de la Ind. 4, la cual no puede considerarse una revolución tecnológica en el sentido de modificar una fuente energética, generar una tecnología específica o alterar la forma de manipulación de la materia, sino que es una confluencia de tecnologías en la cual las nanotecnologías desempeñan uno de los papeles centrales a la par de las TIC y el internet industrial. Tal como mencionan Schütze *et al.* (2018, p. 359), “la Ind.4.0, calificada como la cuarta revolución industrial, es más una visión política que un nuevo paradigma técnico”, basta decir que el propio término surge como una serie de recomendaciones de la Academia Alemana de Ciencia e Ingeniería (Acatech, por sus siglas en alemán) a fin de generar una estrategia de política industrial basada en la alta tecnología (Acatech, 2013). El término Ind. 4.0 como paradigma político reaparece en los medios de comunicación, en los proyectos de investigación y en los programas de gobierno, subsumiendo el de nanotecnologías; pero ello no significa que estas últimas no continúen en la base de la Ind. 4.0, basta para ello ver un indicador más ligado a la producción material como es la evolución de las patentes que incorporan el término nanotecnologías en su descripción, como se muestra en la figura 2.

**Figura 2.** Evolución de las patentes en nanotecnología 2000-2018



**Fuente:** elaboración propia a partir de Espacenet (Agencia Europea de Patentes). Búsqueda: nanotechnology. Línea roja: casos por año. Línea negra: casos acumulados. Fecha de la búsqueda: 25-08-2021. Datos para todas las bases de datos de patentes que Espacenet registra. Dado que el proceso de registro y adjudicación de patentes es demorado, debe considerarse el 2018 como la última fecha significativa.

La curva de los casos anuales no muestra ninguna caída para la segunda década del siglo XXI, contra lo que podría pensarse de la información pública de noticias y otras fuentes más atadas al comercio, la propaganda y la política; por el contrario, es probable que algunas ramas de las nanotecnologías adquieran una relevancia aún mayor, como es el caso de los nanosensores, que se verá a continuación.

## La industria 4.0 y las nanotecnologías

Una buena parte de los artículos que tratan sobre Ind. 4.0 se refiere a ella como la confluencia de una serie de tecnologías: *big data*, IoT, cómputo en la nube, *machine to machine* (M2M), 5G, aprendizaje automático, robótica, impresión 3D y sistemas ciberfísicos (Oztemel y Gursev, 2020). A grandes rasgos, las aplicaciones de conectividad para dispositivos individuales se han transformado en sistemas integrados con distintos niveles de interconexión (Li Da *et al.*, 2014); los gráficos y los diseños que ilustran sobre el alcance de la Ind. 4.0 dan a entender la posibilidad de una total integración de las personas con los objetos, los equipos, la maquinaria, la construcción

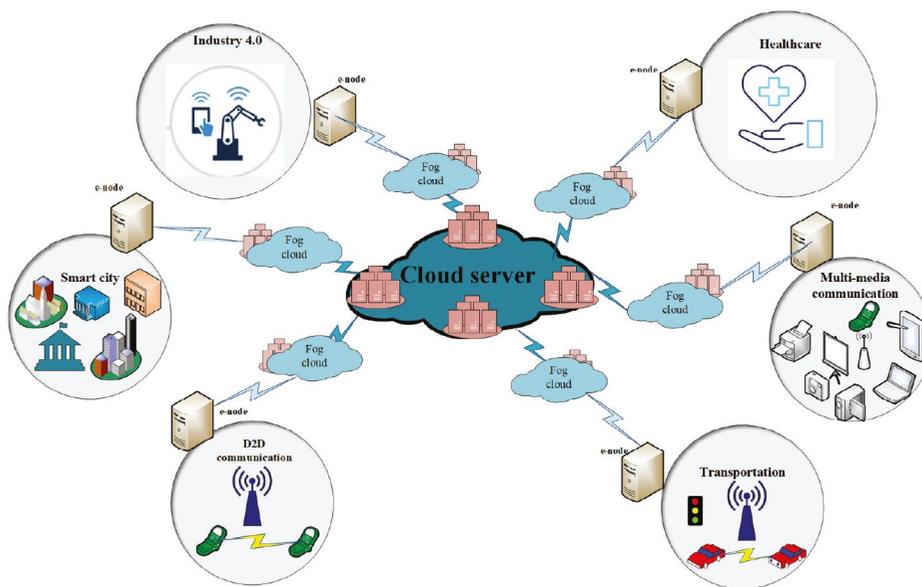
e incluso con el medio ambiente (figura 3, siguiente página).

Muchas de las tecnologías listadas son preexistentes al término Ind. 4.0, además, las diferentes definiciones que la caracterizan incluyen ejemplos de variable cantidad y tipo de tecnología, lo que ocasiona una falta de claridad con respecto a cuál es el centro de esta supuesta revolución tecnológica, o qué es lo que provoca la interconexión de estas tecnologías (Oztemel y Gursev, 2020). En lo que sigue planteamos que una conectividad inalámbrica con velocidad de transmisión en tiempo real, simultaneidad de envío-recepción de información y capacidad de operación prácticamente ilimitada debe ser el punto de partida que caracterice a la Ind. 4.0, todo lo cual trae consigo la aplicación de nanomateriales.

Para que sea posible una conectividad con las características mencionadas, la presencia de MEMS y NEMS es indispensable en sus tres fases: la física, la de redes y la de aplicaciones inteligentes. Mientras que la fase física identifica los elementos utilizando sensores, actuadores y dispositivos terminales, la fase de redes los conecta a través de la nube o un medio físico, ya sea de manera abierta o privada. Por su parte, la fase de aplicaciones inteligentes utiliza diversos tipos de conectividad para generar procesamiento y retroalimentación a toda la estructura y su automatización (Basir *et al.*, 2019, p. 2). Puesto que los MEMS/NEMS apropiados captan movimientos físicos, cambios químicos y biológicos, los codifican, los almacenan, los envían y reciben retroalimentación, la gama de estos dispositivos está en la base de la Ind. 4.0.

Ciertamente, la Ind. 4.0 tiene como centro a la conectividad, la cual depende de la industria opto-micro/nano-electrónica (y otras asociadas como la de satélites), y esta a su vez del uso de dispositivos que exigen la manipulación de la materia en

Figura 3. Visión general de la Industria 4.0



Fuente: Basir et al. (2019).

tamaño atómico y molecular, es decir, nanotecnologías. Más aun, el primer segmento de la cadena de valor del IoT corresponde a la fabricación de dispositivos con sensores especializados en la captura de datos (Castillo, 2017).

Cabe señalar que no todos los NEMS/MEMS tienen el mismo nivel de jerarquía. Así, los nanosensores, sean biológicos o electromecánicos, son los que permiten codificar digitalmente señales fisicoquímicas provenientes de la naturaleza de la materia incorporada (Cano Olivera y Pérez Castillo, 2008). Otros MEMS/NEMS reciben señales ya codificadas y las almacenan, transforman o modifican. De no ser por los sensores, no habría conectividad entre la materia y el procesamiento de la información.

El término sistemas ciberfísicos encierra la dependencia de nano y microsensores que miden diversas condiciones. Estos sensores constituyen el primer nodo de información: *nanonodos*. A partir de ellos se escalan *nanorouters*, con mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento de información, para así llegar a las *interfases*; nodos más complejos que actúan como *gateway* de las redes de nanosensores y que

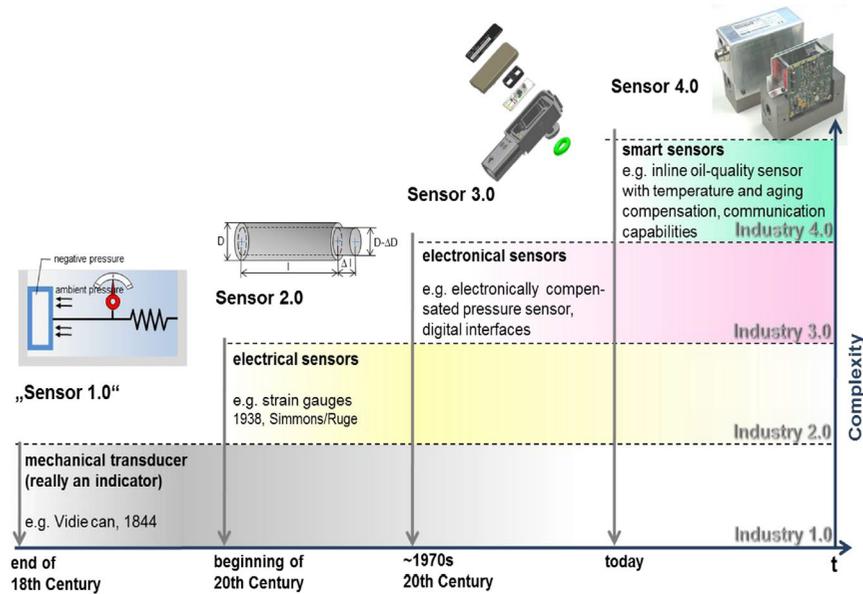
permiten conectarse con el resto del mundo (Piro et al., 2013). En los tres niveles se encuentran los nanosensores, es decir, son el núcleo central de la Ind. 4.0 y las tecnologías disruptivas que acompañan (Critchley, 2019).

Los sensores tienen una larga historia, pero la aplicación de los sensores inteligentes (*smart sensors*) corresponde a los requerimientos de interconectividad y automatización de la Ind. 4.0, como se puede observar en la figura 4.

Como resultado de la pandemia mundial de covid-19, es previsible que se profundice la automatización de todos los sectores económicos (Foladori y Delgado Wise, 2020; McKinsey & Company, 2021) y, con ello, un nuevo auge para el desarrollo y la expansión de los nanosensores y los nanoactuadores, como pronostican los seguidores de las finanzas internacionales:

The covid-19 outbreak is speeding up the adoption of Industry 4.0, leading enterprises across industries into a more sophisticated state of the IoT technology and workflow using sensors that influence production, maintenance with modified service intervals, human resources with new

Figura 4. Evolución histórica de los sensores por tipo



Fuente: Schütze et al. (2018, p. 360).

job requirements, and marketing with new and detailed knowledge of customers' individual use cases (Mordon Intelligence, n. d.)<sup>2</sup>

El auge de las nanotecnologías fue un proceso mayoritariamente *top-down*. Fuertes financiamientos estatales en los países desarrollados condujeron a incentivar la I+D y, consecuentemente, la producción y el mercado de productos con nanotecnología. La política comandó la revolución tecnológica, aunque las investigaciones de las propiedades de la materia en tamaño nano daten de los años cincuenta, y simultáneamente las finanzas y la propaganda apoyaron las nanotecnologías. La Ind. 4.0, por el contrario, es un proceso “natural” de la confluencia tecnológica y del alto grado de concentración del capital a nivel mundial, ya que es imposible que penetre en pequeñas, medianas y hasta grandes empresas que no tengan diversificado su ciclo productivo por el mundo y que estén explotando el *big data* generado por el IoT. Sin embargo, el auge de la automatización y de la Ind. 4.0, que previsiblemente ocurrirá desde el inicio de la tercera década de este siglo, esta vinculado a la destrucción ambiental provocada por el sistema económico imperante, expresada en su fatídico exponente: el SARS-CoV-2. Esto enseña que las

revoluciones tecnológicas deben ser abordadas de forma interdisciplinaria y teniendo en cuenta muchos más factores que las meras relaciones técnicas consideradas por los voceros de la innovación para el desarrollo.

Uno de los ejemplos más palpables de que los nanosensores están en el corazón de la Ind. 4.0 son los teléfonos inteligentes. Muchas industrias utilizan *smartphones* para hacer seguimiento al ciclo de vida del proceso productivo en sentido amplio. Sofisticados teléfonos pueden incluir cerca de 15 diferentes tipos de sensores, incorporando acelerómetros, giroscopios, magnetómetros o sensores de presión, o bien monitoreando el clima o la temperatura (Schütze et al., 2018, p. 360). Cada vez más, la tendencia de las grandes empresas es transformar los dispositivos de sus productos a fin de hacerlos más inteligentes, es decir, conectados, autónomos e interactivos (Castillo, 2017).

Los nanosensores han tomado la delantera en las investigaciones de nanotecnología, arropados por la demanda de los diferentes sectores de la Ind. 4.0. A fin de corroborar este aserto, se hizo un seguimiento de los artículos publicados en la *Web of Science* sobre nanotecnología y nanosensores e Ind. 4.0, con la intención de

analizar el incremento y el declive de los términos mencionados en el periodo que va del año 2000 a la fecha y que se vinculan con el avance tecnológico actual. La evolución de los artículos científicos sobre nanotecnología en general y sobre nanosensores en particular se ilustra en la figura 5.

Nótese cómo se enlentece la producción total de artículos que incluyen el prefijo nano\* en el título, mientras que los que llevan la palabra nanosensores despuntan a partir de una fecha coincidente con el arranque mediático de los términos Ind. 4.0 e IoT. Lo anterior denota la reducción en la investigación referente a otras nanotecnologías distintas a los sensores y la alta concentración de la investigación en lo que toca a los instrumentos clave que sostienen la cadena de producción de la Ind. 4.0 y el IoT.

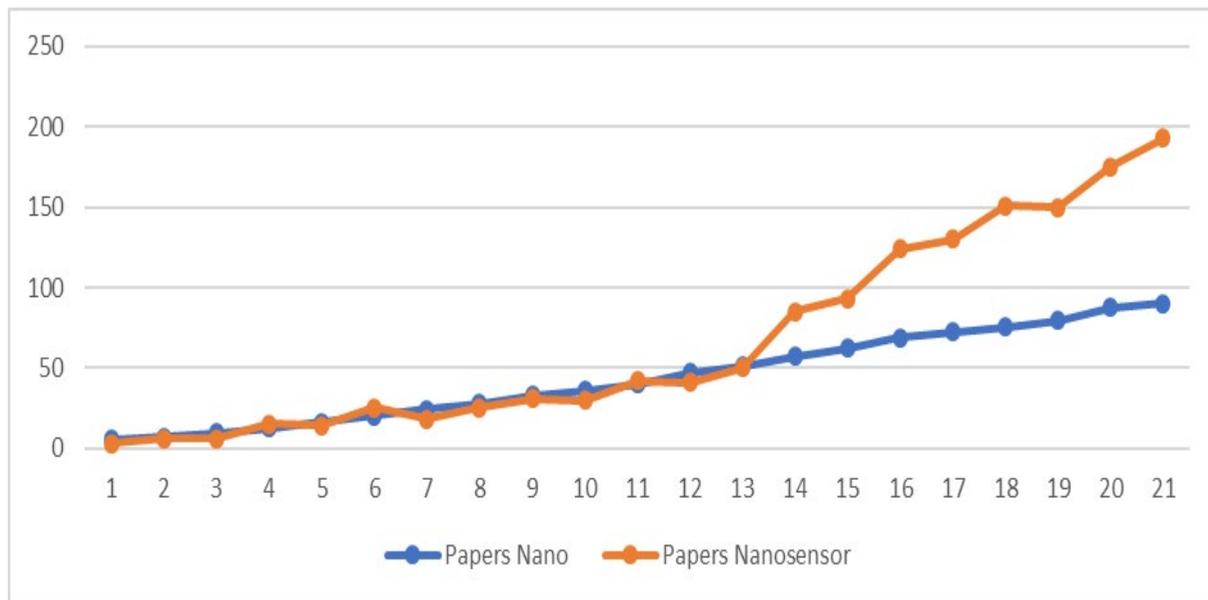
En esta misma línea, el caso de México ilustra cómo el cambio de términos se aprecia también a nivel institucional. Para ejemplificar este punto, se encuentra que la mayoría de los proyectos auspiciados por los llamados fondos mixtos (Fomix), instrumentos presupuestales cuyo objetivo era apoyar el desarrollo científico y tecnológico de los gobiernos subnacionales en México, se postularon en el periodo 2008-2010

y alcanzaron un monto aproximado de 140 millones de pesos. Posteriormente a esa fecha, los proyectos de nano parecen desaparecer, sin embargo, los lineamientos de política industrial de la Secretaría de Economía, la cual absorbió algunos de los programas extintos con la reciente desaparición de los fideicomisos públicos en México, hacen mención del impulso a la Ind. 4.0 y la necesidad de capacitación a este respecto (Ortiz Espinoza *et al.*, 2021).

## Conclusiones

El propósito de este artículo ha sido resaltar el lugar destacado que tienen las nanotecnologías en el desarrollo de la llamada Ind. 4.0 y el IoT. El texto muestra cómo a partir de las dos primeras décadas de este siglo ocurrió un cambio en la terminología referida al desarrollo tecnológico. Del 2001, cuando se lanzó la National Nanotechnology Initiative en los Estados Unidos, hasta poco antes del 2010, las nanotecnologías estaban en las noticias diarias de los periódicos, en tanto que la cantidad de artículos científicos sobre el tema crecía exponencialmente. Al pasar esa fecha, el término perdió fuerza mediática y los conceptos de IoT e Ind. 4.0 ocuparon su lugar en el discurso público.

Figura 5. Artículos científicos con nano\* vs. nanosensores en el título



Fuente: elaboración propia con base en la *Web of Science*.

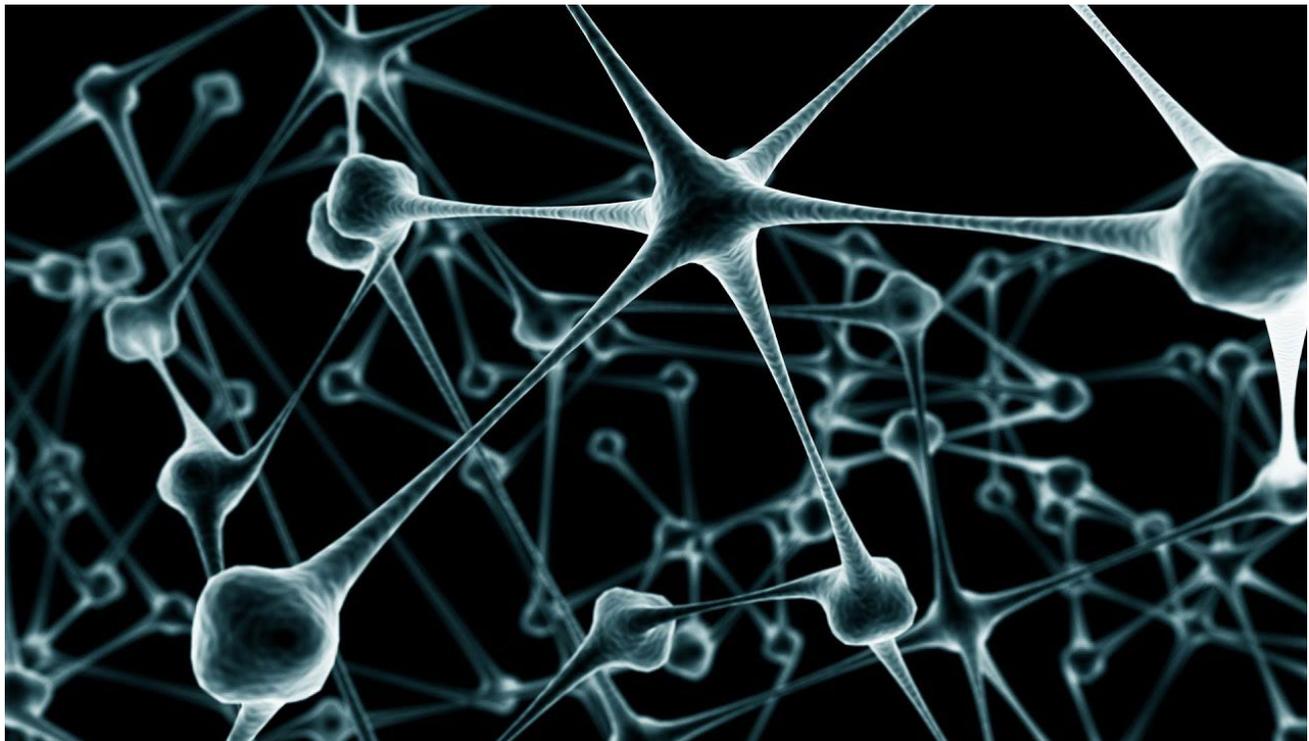
El rápido desarrollo científico-tecnológico se caracteriza por integrar las diferentes tecnologías, potenciarlas y abarcar cada vez más sectores económicos. Términos de moda como IoT o Ind. 4.0 son ejemplos elocuentes; se trata de términos que engloban viejas y nuevas tecnologías como la electrónica y el satélite, el láser, los diversos y novedosos procesos químicos, las ondas electromagnéticas y el mismo internet.

Con anterioridad, las revoluciones tecnológicas se identificaban por su fuente de energía (vapor, electricidad), hoy las tecnologías que se integran son tan variadas que los términos de identificación pasan a ser sustantivos comunes que adjetivan los conceptos sin que esto implique un mayor contenido analítico. Sin embargo, el hecho de que su nombre no identifique la característica sustantiva del cambio tecnológico no significa que este no exista.

Este artículo muestra que las nanotecnologías, que irrumpieron en la escena técnica y en el mercado durante la primera década de este siglo, acaparando los

titulares y las referencias en la prensa y los artículos científicos, fueron poco a poco desapareciendo del discurso público. Empero, ello no implica su abandono en términos de investigación y desarrollo tecnológico, por el contrario, una de sus aplicaciones cobró muchísima fuerza, el IoT en la Ind. 4.0, siendo las nanotecnologías el punto de partida de su ciclo de funcionamiento en la forma de nanosensores y nanoactuadores, que juntos conectan el mundo físico con el orgánico en general y con el humano en particular.

De acuerdo con la revisión de la literatura y su ordenamiento analítico, en el artículo afirmamos que el cambio material sustancial que dio origen a la Ind. 4.0 son las nanotecnologías, aun cuando el término perdió su auge mediático en años recientes debido a la complejización de los productos derivados de lo nano. El concepto de Ind. 4.0 encierra diversas acepciones y definiciones, pero todas las características de fondo que las definen se relacionan con la conectividad, los nanosensores y los nanoactuadores que integran cada una de las tecnologías disruptivas que intervienen en el proceso.



▪ Esquema y estructura ADN | Tomada de: Wallpaperbetter.com

## Notas

1. “De todas las modas y manías de inversión en las últimas décadas, ninguna ha sido tan grande como la locura por las acciones de nanotecnología. Hace diez años, los capitalistas de riesgo luchaban por inversiones, los startups con ‘nano’ en sus nombres florecieron e incluso se lanzaron algunos fondos de nanotecnología con la esperanza de rastrear una industria en ascenso. ¿Y hoy? Ya nadie en el mercado de valores se entusiasma con la frase ‘nanotecnología’. Lo cual es extraño, porque la nanotecnología en sí, es decir, la ciencia y la ingeniería realizadas a escala molecular que miden menos de

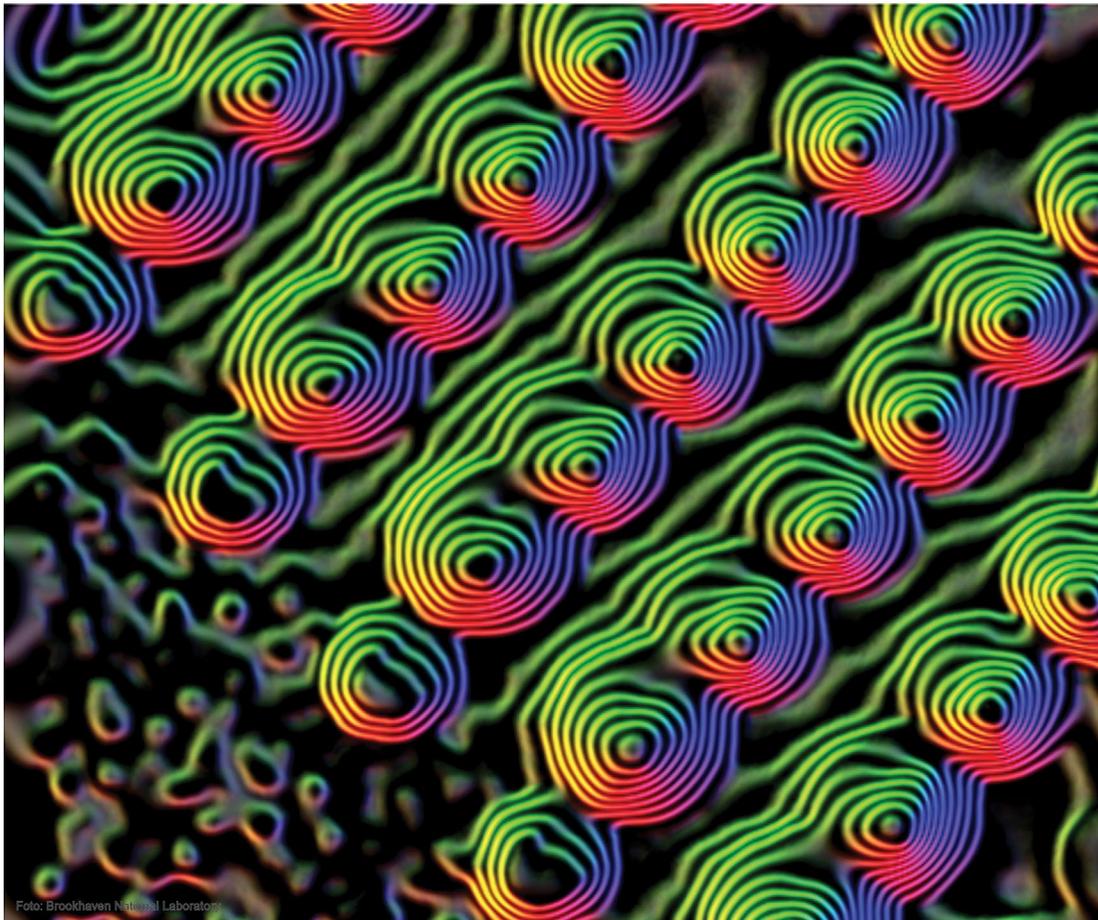
100 nanómetros, está generando aplicaciones y productos en varias industrias, tal como lo han predicho sus partidarios más sensibles”.

2. “El brote de covid-19 está acelerando la adopción de la Industria 4.0, lo que lleva a las empresas de todas las industrias a un estado más sofisticado de la tecnología y el flujo de trabajo de IoT utilizando sensores que influyen en la producción, el mantenimiento con intervalos de servicio modificados, los recursos humanos con nuevos requisitos laborales y el marketing. con conocimiento nuevo y detallado de los casos de uso individuales de los clientes”.

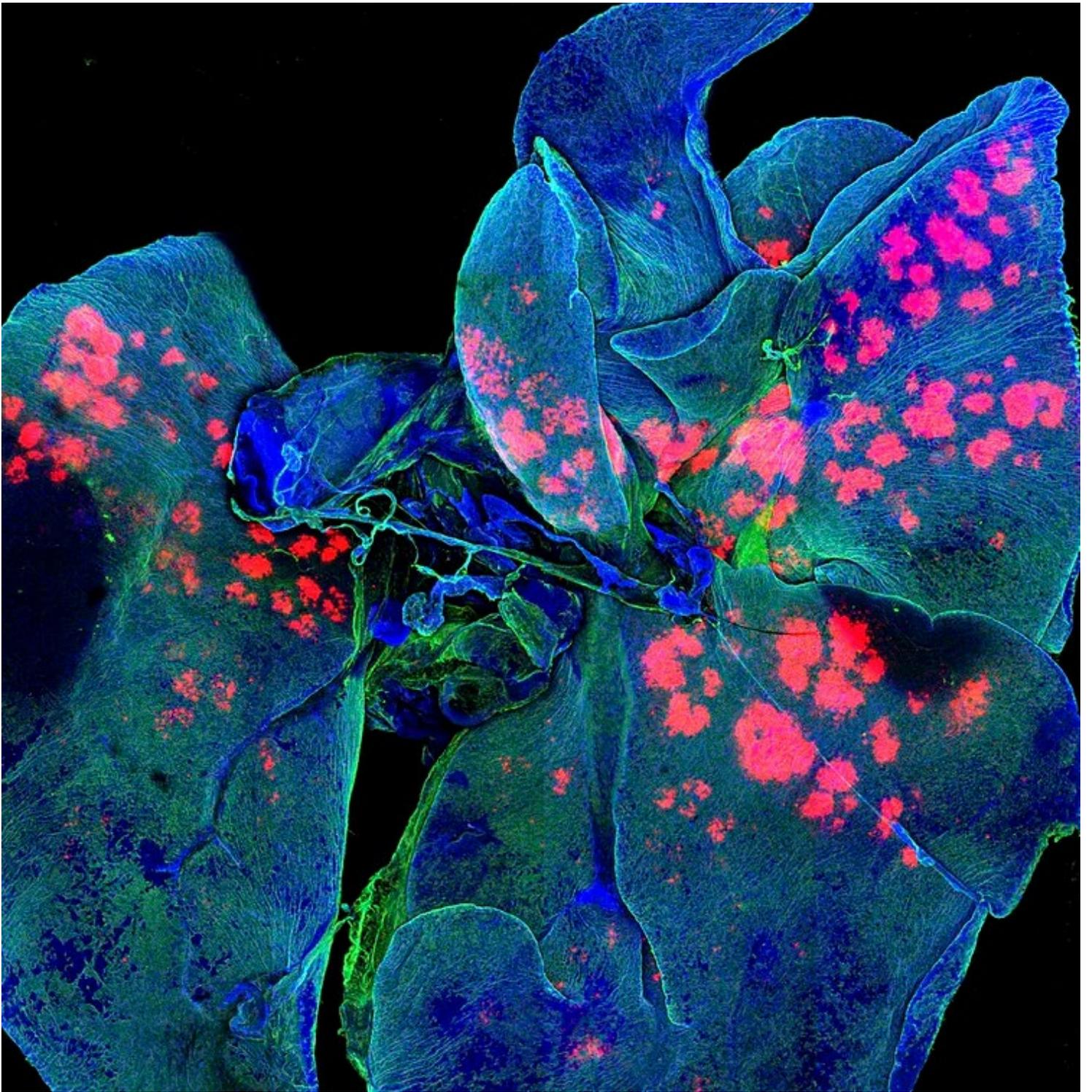
## Referencias bibliográficas

1. ACADEMIA ALEMANA de Ciencia e Ingeniería (Acatech) (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0*. <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993ffd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
2. BASIR, R., Qaisar, S., Ali, M., Aldwairi, M., Ashraf, M. I., Mahmood, A. y Gidlund, M. (2019). Fog Computing Enabling Industrial Internet of Things: State-of-the-Art and Research Challenges. *Sensors*, 19(21), 4807. <https://doi.org/10.3390/s19214807>
3. BRESNAHAN, T. F. y Trajtenberg, M. (1995). General Purpose Technologies “Engines of Growth”? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
4. CANO OLIVERA, L. E. y Pérez Castillo, J. N. (2008). Simulación de nanosensores para detectar partículas contaminantes utilizando sistemas de información. *Ingeniería*, 13(2), 29-35.
5. CASTILLO, M. (2017). *La internet industrial para el cambio estructural en América Latina*. IBEI Working Papers, 1-43.
6. CRITCHLEY, L. (2019, 3 de enero). *Where Nanotechnology, the IoT, and Industry 4.0 Meet [Www.mouser.com]. Bench Talk for Design Engineers*. <https://www.mouser.com/blog/where-nanotechnology-the-iot-and-industry-40-meet>
7. DTU ENVIRONMENT, Danish Ecological Council, Danish Consumer Council (n. d.). *Welcome to The Nanodatabase. The Nanodatabase*. <https://nanodb.dk/>
8. FOLADORI, G. y Delgado Wise, R. (2020). Para comprender el impacto disruptivo del covid-19, un análisis desde la crítica de la economía política. *Migración y Desarrollo*, 18(34), 139-156.
9. KELLEHER, K. (2015, 9 de octubre). Here’s Why Nobody’s Talking About Nanotech Anymore. *Time*. <https://time.com/4068125/nanotech-sector/>
10. LI DA, X., Wu, H. y Shancang, L. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4).
11. MCKINSEY & Company (2021). *The Future of Work after COVID-19 | McKinsey*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-after-covid-19?cid=other-eml-nsl-mip-mck&chlkid=8fd289166bab48159c0060bcc9a3e525&chctky=12119759&chdpid=c34431cd-9bfl-49ec-bcaa-d6226c178a67>
12. MORDON INTELLIGENCE (n. d.). *Smart Sensors Market | Growth, Trends, Forecasts (2020-2025)*. Mordon Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-smart-sensors-market-industry>
13. ORTIZ ESPINOZA, Á., Foladori, G. y Záyago, E. (2021). Financiamiento público para nanotecnologías: el caso de Fomix y Fordecyt [en dictaminación]. Proyecto CONACYT ciencia de frontera 2019 n.º 304320.
14. OZTEMEL, E. y Gursev, S. (2020). Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
15. PIRO, G., Grieco, L. A., Boggia, G. y Camarda, P. (2013). Simulating Wireless Nano Sensor Networks in the NS-3 Platform. En *27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (pp. 67-74). <https://doi.org/10.1109/WAINA.2013.20>

16. ROCO, M. y Bainbridge, W. (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Kluwer Academic Publishers.
17. ROCO, M. C. (2003). Converging Science and Technology at the Nanoscale: Opportunities for Education and Training. *Nature Biotechnology*, 21(10), 1247-1249. <https://doi.org/10.1038/nbt1003-1247>
18. ROYAL SOCIETY (RS) y Royal Academy of Engineering (RAE) (2004). *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*. RS y RAE. [https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2004/9693](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693)
19. SCHÜTZE, A., Helwig, N. y Schneider, T. (2018). Sensors 4.0 – Smart Sensors and Measurement Technology Enable Industry 4.0. *Journal of Sensors and Sensor Systems*, 7(1), 359-371. <https://doi.org/10.5194/jsss-7-359-2018>
20. SHEA, C. M., Grinde, R. y Elmslie, B. (2011). Nanotechnology as General-Purpose Technology: Empirical Evidence and Implications. *Technology Analysis & Strategic Management*, 23(2), 175-192. <https://doi.org/10.1080/09537325.2011.543336>
21. UNITED NATIONS Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2021). *Catching Technological Waves: Innovation with Equity*. United Nations. [https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf)



- *Nanopartículas de níquel* | Capturada por: Brookhaven National Laboratory. Tomada de: Dicyt.com



▪ *Depósitos de liberación de fármacos en pulmones de los ratones, 2015* | Capturada por: Gregory Szeto / MIT. Tomada de: theconversation.com

# Convergencias tecnológicas: selección y adopción\*

Convergências tecnológicas:  
seleção e adoção

Technological Convergences:  
Selection and Adoption

Edgar E. González\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a5

En este escrito el autor analiza y evalúa los factores que afectan la selección y la adopción de tecnologías emergentes, las cuales, por su naturaleza y sus campos de acción, se integran para configurar focos estratégicos de convergencia tecnológica. El artículo aborda el caso específico de las convergencias *nano-bio* e *info-cogno*, las cuales se analizan a partir de un estudio de vigilancia tecnológica. Los resultados obtenidos permiten proyectar un escenario de actuación para las convergencias tecnológicas en el cual se viabiliza un mapa de ruta para la consolidación de propuestas efectivas, a efectos de afrontar las problemáticas y atender las necesidades que se plantean desde las dimensiones económica, ecológica y social.

**Palabras clave:** convergencia, nanotecnología, biotecnología, información, IA, cuántica.

*Neste texto o autor analisa e avalia os fatores que afetam a seleção e adoção de tecnologias emergentes, as quais, por sua natureza e seus campos de ação, integram-se para configurar focos estratégicos de convergência tecnológica. O artigo aborda o caso específico das convergências nano-bio e info-cogno, as quais se analisam a partir de um estudo de vigilância tecnológica. Os resultados obtidos permitem projetar um cenário de atuação para as convergências tecnológicas no qual se torna viável um roteiro para a consolidação de propostas efetivas, com o propósito de encarar as problemáticas e atender as necessidades planteadas desde as dimensões econômica, ecológica e social.*

**Palavras-chave:** convergência, nanotecnologia, biotecnologia, informação, IA, quântica.

*In this paper, the author analyzes and evaluates the factors affecting the selection and adoption of emerging technologies, which, by their nature and their fields of action, integrate each other to configure strategic focuses of technological convergence. The article addresses the specific case of nano-bio and info-cogno convergences, which are analyzed from a study of technological surveillance. The results help to envision a scenario through a viable roadmap for the consolidation of effective proposals, in which technological convergences could be facing the problems and meeting the needs that arise from the economic, ecological, and social dimensions.*

**Keywords:** Convergence, Nanotechnology, Biotechnology, Information, AI, Quantum.

\* El presente artículo se deriva de una investigación realizada sobre convergencia científico-tecnológica en el marco de la iniciativa "Red de Convergencia Bio-Nano" (Cbionano), coordinada y financiada por Colciencias durante el año 2016.

\*\* Profesor asociado de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá (Colombia), donde dirige el grupo de investigación Gnano; miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Doctor en Física.  
Correo: egonzale@javeriana.edu.co

original recibido: 10/06/2021  
aceptado: 11/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 75~93

Desde la década de los años sesenta, el término *convergencia* se ha utilizado en una gran diversidad de contextos, aunque en algunos de ellos con una marcada deficiencia en definición y precisión de significado. Ha sido frecuente asociarlo con interacciones y superposición de tecnologías disruptivas que desde el siglo XX han marcado las diferentes etapas de evolución hacia la que actualmente se denomina una sociedad del conocimiento. El término *convergencia* fue introducido por primera vez por Rosenberg (1963) en una propuesta de análisis y explicación de la rapidez del cambio tecnológico, en un sector de la economía americana y su papel en la industria, específicamente de máquinas-herramientas. En dicha propuesta se llama la atención sobre el creciente volumen de producción manufacturera, acompañado por la *convergencia* tecnológica de grandes grupos de industrias y la creciente desintegración de industrias individuales. Esto se cristalizaría en la última década del siglo pasado con el creciente surgimiento de convergencias entre industrias que comparten aspectos comunes o complementarios entre productos y servicios.

La industria de la telefonía y la computación alcanza un significativo grado de *convergencia complementaria*, catalizada por la expansión exponencial de la red informática descentralizada de alcance global (internet). Esta red informática va a producir importantes dinámicas de integración de tecnologías que hasta su emergencia no tenían suficientes niveles de superposición y beneficios compartidos, tal como la industria electrónica.

En 1998 se publicó un estudio que dio respuesta al interrogante sobre las implicaciones de la *convergencia* tecnológica sobre la industria electrónica, denominada quinta esencia de *convergencia* tecnológica (Gambardella y Torrisi, 1998). En dicho estudio se considera

la *convergencia* tecnológica como “el proceso por el cual diferentes industrias llegan a compartir bases tecnológicas similares”, significado que ya había sido introducido por Rosenberg dos décadas atrás (Rosenberg, 1976). De la comparación entre las diversas tecnologías pertenecientes a las más importantes firmas electrónicas europeas y americanas, se concluye que la *diversificación* contribuye a mejorar el rendimiento y el desempeño, mientras que la reducción de capacidades tecnológicas lo afecta considerablemente.

Así, en el caso específico de la telefonía celular, que ha alcanzado una importante presencia en los mercados globales, se registra una evolución marcada por una creciente incorporación de diversas tecnologías y competencias desde la ingeniería (Granstrand y Oskarsson, 1994). Se incluyen, entre muchas otras, a las tecnologías de audio, video, fotografía y sensórica. Esta *diversificación* ha llevado estos productos tecnológicos a un nivel de desarrollo que podría considerarse representativo del paradigma de innovación y *convergencia* tecnológica entre electrónica, informática y telecomunicaciones (EIT) (Duysteyers y Hagedoorn, 1998; Escobar *et al.*, 2014).

En esta línea de exitosos resultados de *convergencia* tecnológica y su impacto en la innovación (Siegel *et al.*, 1999), a inicios del presente siglo se movilizó la propuesta de una *convergencia* entre nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y tecnologías basadas en las ciencias cognitivas (NBIC) (Roco *et al.*, 2013; Roco y Montemagno, 2004). Esta iniciativa se fundamenta en las capacidades instrumentales y técnicas heredadas del siglo XX para manipular la materia a escalas fundamentales. A estas escalas, se hace posible establecer una zona transversal en la cual las cuatro tecnologías mencionadas comparten como esencia la comprensión y la manipulación de la materia a nivel

fundamental. Esta oferta de convergencia tecnológica crea un escenario propicio para que los procesos productivos y de economía individual y organizacional se incorporen a las dinámicas de selección y adopción correspondientes.

El término *selección* utilizado en este documento no se compromete en su significado con el que surge de las teorías evolucionistas de la economía (Dosi y Nelson, 1994; Silverberg *et al.*, 1988), en las que se establece una analogía entre el comportamiento de las organizaciones empresariales y los organismos biológicos. La selección se refiere al proceso en el cual, a partir de ciertas condiciones de necesidad económica, ecológica o social, se seleccionan aquellas tecnologías emergentes con potencial capacidad para atender dichas necesidades.

En este contexto, la gestión de las diferentes agendas globales y regionales orientadas a hacer frente a los problemas ambientales, energéticos, de salud pública y seguridad alimentaria, puede incorporar acciones de selección de tecnologías con capacidades para afrontarlos. Entre los principales factores que afectan estas dinámicas de selección, específicamente para tecnologías emergentes o convergencias tecnológicas, se destacan, entre otros: la expectativa, la percepción social, el riesgo, la normatividad, la regulación y la inversión para la implementación y la adopción. Estos aspectos proporcionan un conocimiento que generalmente aboga por la persuasión y, en consecuencia, por la toma de decisiones.

El término *adopción*, por su parte, hace referencia al proceso de incorporación e implementación de una tecnología emergente a las dinámicas económicas y sociales beneficiarias de dicha tecnología. Se espera que, en la fase de adopción, se produzcan resultados que mejoren la eficiencia, la productividad y el aporte de soluciones a las problemáticas de su competencia.

Cuando una nueva tecnología o convergencia tecnológica irrumpe en el entorno productivo, suele estar acompañada de una carga de expectativas y proyecciones sobre su valor y uso. La curva de Gartner (Pérez y Kreinovich, 2018) se utiliza frecuentemente para valorar la evolución en el tiempo y las predicciones sobre la adopción de tecnologías emergentes. Es una valiosa herramienta para la fase de selección y toma de decisiones. El ciclo de vida de una tecnología contextualizada

en la curva de Gartner se divide en las siguientes fases: lanzamiento, pico de expectativas sobredimensionadas, abismo de desilusión, rampa de consolidación y meseta de productividad, en la cual la adopción inicia su proceso de consolidación. Las dinámicas de selección y adopción pueden ser evaluadas con el uso de la información que proporciona la curva de Gartner, anualmente actualizada por la empresa de investigación y asesoramiento Gartner.

Para recoger información que permita soportar y realizar un estudio sobre el impacto, las tendencias y el comportamiento evolutivo de las tecnologías emergentes y convergencias, se hace uso de un estudio de *vigilancia tecnológica*<sup>1</sup>, en el que se realiza una recolección sistemática de datos sobre patentes, artículos científicos, compañías y productos. Existe consenso en que la vigilancia tecnológica –complementada en algunos casos con la *inteligencia competitiva*–, se posiciona como una opción estratégica para la toma de decisiones en las dinámicas de selección y adopción de tecnologías, evaluación de impactos, responsabilidad social, reducción de riesgos y asistencia para la elaboración y el fortalecimiento de la calidad de las políticas de I+D+i. En términos metodológicos, en este trabajo se ha utilizado como herramienta para desarrollar la vigilancia tecnológica, bases de datos de publicaciones sobre productividad científica y patentes.

Se consultaron las siguientes bases de datos y sistemas de búsqueda: Orcid, PubMed, Microsoft Academic, Corssref, DOAJ, Open Citations, European Patent Office, GRID, PMC, WIPO, PQAI, CORE, PQAI, Patenscope, Google Patents, Espacenet, USPTO Web Patent Database, PQAI, Patentscope y Lens. Las ecuaciones de búsqueda, conformada por combinación de palabras clave y operadores de delimitación y de intersección lógica, suma lógica y resta lógica, se utilizaron en los sistemas de búsqueda para satisfacer las necesidades de información que orientan este estudio<sup>2</sup>. Para la construcción de las ecuaciones y los criterios de búsqueda se siguió el procedimiento reportado por Codina (2017). La última consulta de las bases de datos a partir de los sistemas de búsqueda mencionados se llevó a cabo durante el mes de mayo del 2021.

A partir de un estudio de vigilancia tecnológica que abarca productividad científica y desarrollo tecnológico reflejado en patentamiento, en el presente trabajo se

analizan los focos de convergencia *nano-bio e info-cogno*. Estas dos convergencias se han seleccionado como casos de estudio, a fin de valorar su impacto económico, ecológico y social en un contexto de *selección y adopción*.

## Foco de convergencia tecnológica nano-bio

El ingreso de las recientes tecnologías emergentes, enmarcadas en escalas que ofrecen capacidades de control de la materia a nivel fundamental y jalonadas por los desarrollos a nivel instrumental de las últimas décadas del siglo pasado, como también por el devenir natural de la búsqueda de nuevos materiales y procesos, ha configurado un escenario sobre el que la nanotecnología, base de desarrollo para la apertura de la “nueva era de los nanomateriales”, se consolida por consenso de escala. Los desarrollos provenientes de esta oferta nanoescalar, los cuales permiten establecer una variedad de tecnologías derivadas, han transitado, de acuerdo con el ciclo de Gartner, por un pico de expectativas que en algunos casos han descontextualizado o sobrevalorado la oferta de potenciales usos y aplicaciones, lo que ha conducido a la apertura de espacios de debate que valoran la existencia o no de un *nanohype* (Berube, 2005).

De otra parte, el tránsito por la fase de selección –que reduce el pico de expectativas–, mediada por requerimientos de tipo regulatorio, problemas de escalado, costo, avances en investigación de potenciales impactos en ambiente y seres vivos, cumplimiento con metas de desarrollo sostenible y un uso ético y responsable de estas tecnologías, se espera que evolucione hacia la construcción de un escenario de *adopción* estable y verdadero beneficio social.

La biotecnología es otra de las tecnologías que se han consolidado como estratégicas para desarrollar la agenda económica, ecológica y social del siglo XXI. Por su naturaleza y escala de intervención, ha resultado coyuntural en las propuestas de convergencia, específicamente en la denominada convergencia *nano-bio*, la cual no se ha evaluado lo suficiente en términos de expectativas y resultados.

La convergencia NBIC, ampliamente estudiada y valorada desde diferentes enfoques y perspectivas (Roco, 2020; Bainbridge y Roco, 2006; Echeverría,

2009; EOI, 2005), aún no ha alcanzado una fase de madurez suficiente para dar cumplimiento a los desafíos y las expectativas que se han consolidado en torno a estas iniciativas. En la década pasada, se esperaba que para el año 2020 se consolidara la convergencia NBIC con la “construcción de sistemas a nanoescala que requiere el uso combinado de leyes a nanoescala, principios biológicos, tecnología de la información e integración de sistemas” (Bainbridge y Roco, 2006). Aunque ya existen desarrollos tecnológicos que se derivan de esta convergencia, el estado del arte muestra que aún se está en un proceso de consolidación de la adopción integral de estas cuatro líneas del conocimiento.

Es pertinente puntualizar que en el caso de la convergencia tecnológica EIT, la integración de productos, conocimientos y servicios se realiza a partir de áreas consolidadas comercialmente y con un importante grado de desarrollo tecnológico, lo que favorece un rápido crecimiento en innovación y oferta de nuevos productos con un elevado grado de diversificación tecnológica. En el caso de la componente nanotecnológica en la iniciativa de convergencia NBIC, esta ingresa con un grado incipiente de desarrollo, acompañada más por expectativas de potenciales usos que por capacidades reales de aplicación y desarrollo.

## Nano como línea estratégica de convergencia

La construcción de una visión de la nanotecnología de gran influencia global para la primera década del presente siglo fue gestada en el *workshop* organizado por el Grupo de Trabajo Interinstitucional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología sobre Nanociencia, Ingeniería y Tecnología (Maryland, Estados Unidos, 1999) (Roco *et al.*, 2000). En dicha ocasión se reconoció la influencia interdisciplinar de la ciencia nanoescalar y sus aplicaciones, además, se proyectó un escenario basado en la comprensión de las propiedades de nanoestructuras aisladas que permitiera viabilizar su confección y manufactura con precisión atómica, así como hacer posible el escalado en volumen de producción a bajo costo.

Diez años más tarde, se publicó el reporte de retrospectivas y perspectivas para el 2020 de la nanotecnología (Roco *et al.*, 2011). En el citado trabajo,

al reporte generado del *wokshop* de 1999 se le llama *Nano1*, y al segundo reporte se le llama *Nano2*, en el cual se examinan los progresos de la primera década del siglo y se evalúan las capacidades y las oportunidades que ofrece la nanotecnología para la segunda década. *Nano1* se posiciona como una visión inspiradora y promotora de avances en fundamentos científicos e infraestructura física, tal como lo registra la tasa anual de crecimiento del 25% en el número de aportes en innovación, programas de investigación y desarrollo y mercados, con cifras globales del orden de los 254 mil millones de dólares (Roco *et al.*, 2011).

La visión en *Nano2* para el 2020 se enfoca en la transición de la investigación en laboratorio y los desarrollos sostenibles y responsables de uso para el consumidor, además de una aceleración de la ciencia y la innovación para el diseño y la manufactura de nanosistemas con impacto social. Se incluyen potenciales desarrollos en nanoelectrónica, memorias lógicas, nanofotónica, plasmónica, catalizadores, sensores, impresión a nivel molecular, instrumentación especializada, diseño y manufactura de nuevos materiales y productos para la salud.

Se puede hacer una evaluación del cumplimiento de las expectativas para la línea de convergencia *nanotech*, a partir de la vigilancia tecnológica, para el periodo 2000-2020, específicamente con referencia a patentes otorgadas, productos disponibles en el mercado y compañías, lo que puede proporcionar información valiosa para valorar los alcances y el impacto tecnológico y económico (Qu *et al.*, 2017). De acuerdo con los resultados obtenidos, se registra una tasa media de crecimiento de patentamiento global en nanotecnología para el periodo de 1900 patentes por año, con un número total de patentes otorgadas de 192.319. Estados Unidos es el país con mayor jurisdicción. Este incremento en innovación tecnológica puede asociarse con la generación de expectativas que produce una tecnología emergente basada en materiales, las cuales motivan inversión y desarrollo, tal como se previó en las visiones *Nano1* y *Nano2*.

De acuerdo con la CPC (*Cooperative Patent Classification*)<sup>3</sup>, y producto de la búsqueda de las secciones con mayor número de registros de patentes, se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 1a, en la cual la sección B, que califica la realización de operaciones y transporte, incluye la clasificación con código B82

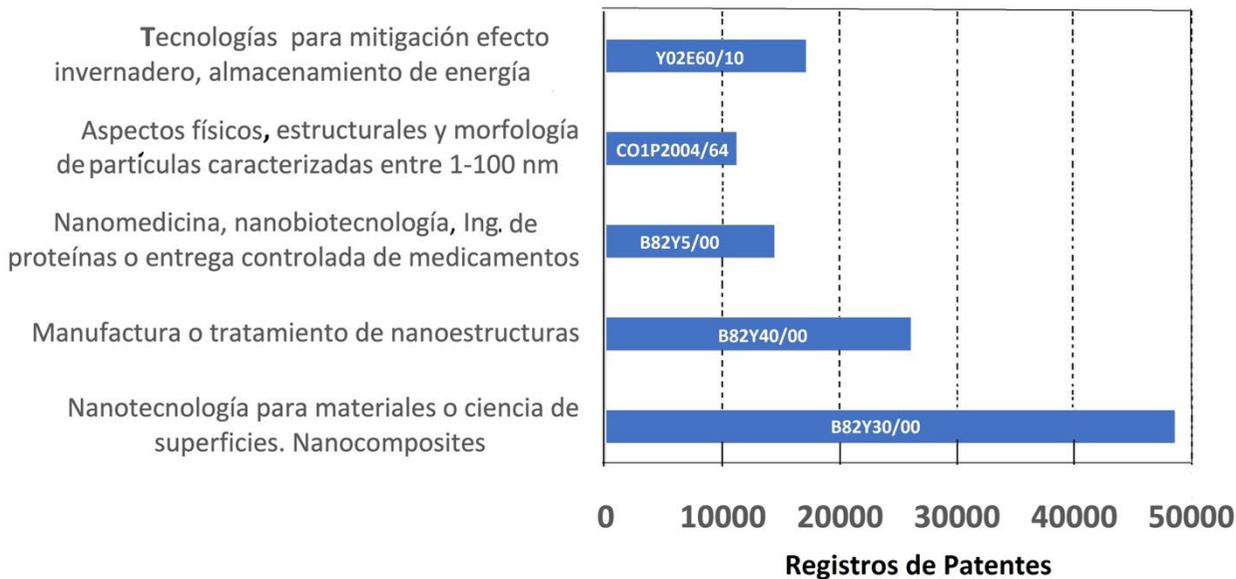
correspondiente a nanotecnología. El mayor número de registros aparece para el código B82Y30/00, el cual pertenece a nanotecnología para materiales o ciencia de superficies, por ejemplo, *nanocomposites*. Una clara correlación para esta línea de oferta tecnológica la constituyen la variedad y el número de recubrimientos para decoración, albañilería y estructuras que ya se ofrecen en el mercado, así como el número de compañías que los comercializan, tal como lo indica la figura 1b para el área de la construcción.

Se obtuvieron otras correlaciones entre oferta nanotecnológica patentada, compañías y productos para las áreas de la nanomedicina, tecnologías para mitigación del efecto invernadero (sección Y) y aspectos físicos y estructurales de nanopartículas (sección C). Cabe resaltar la importancia de esta última área como base tecnológica para fortalecer las acciones de regulación, normalización (ISO, 2017) y elaboración de definiciones consensuadas sobre nanomateriales (Camacho *et al.*, 2016), aspecto esencial para la cooperación y la formulación de políticas globales de gobernanza, manejo y gestión responsable de materiales nanoestructurados.

Entre las consideraciones que permiten establecer los criterios de *selección* y *adopción* de tecnologías emergentes, hay una serie de factores que van a determinar su aceptación o rechazo. Regulación, potenciales impactos en ambiente y seres vivos y costos de implementación y escalado, son algunos de los aspectos que influyen en la incorporación y la transición a una fase de estabilidad y *adopción* (Gupta *et al.*, 2012). De otra parte, las acciones de socialización e información a través de los medios de comunicación aportan una importante componente para la construcción de una percepción por parte de la sociedad que motive una actitud positiva o negativa basada en riesgos y beneficios. De esta percepción, además de las políticas de gobernanza y regulación, va a depender en gran medida la disponibilidad de fondos para investigación y desarrollo, así como una apertura de espacios de mercado y comercialización de productos y servicios (Scheufele y Lewenstein, 2005).

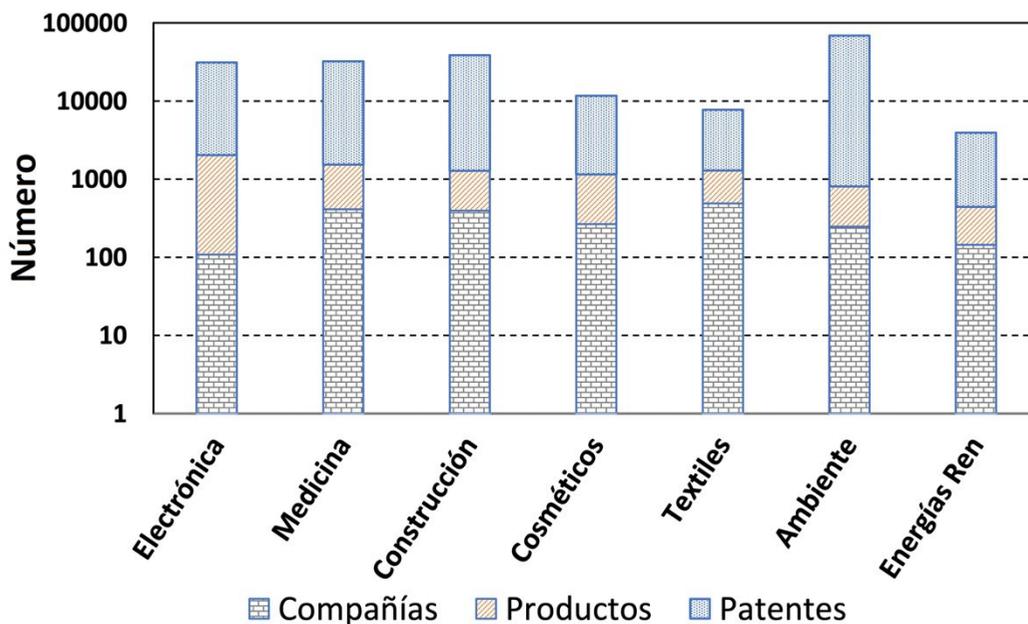
Si se atiende únicamente al aspecto de riesgo, una problemática que puede ser identificada en esta compleja dinámica social de percepción y actitud hacia las tecnologías emergentes, es la insuficiencia de información veraz y objetiva, basada en investiga-

Figura 1a) Distribución del número de registros de patentes clasificadas de acuerdo con la clasificación CPC



Dentro de las barras se indican los códigos de clasificación. Se presentan únicamente las de mayor número, correspondientes a las secciones B y C.

Figura 1b) Cuadro comparativo del número de compañías, productos y patentes para los sectores de la industria, la salud, el ambiente y la energía indicados



b)

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados se obtuvieron con la metodología de búsqueda mencionada anteriormente, con fecha de consulta 10 de abril del 2021.

ción teórica y verificación experimental de impacto en seres vivos y ambiente, así como una pedagogía, alfabetización científica adecuada y estrategias heurísticas para la socialización de estos resultados. Una pregunta que plantea esta problemática puede ser formulada como: ¿es la investigación en riesgo y potenciales efectos en seres vivos y en ambiente suficiente para concertar objetivamente los criterios de selección que permitan avanzar hacia una fase de adopción de las nanotecnologías?

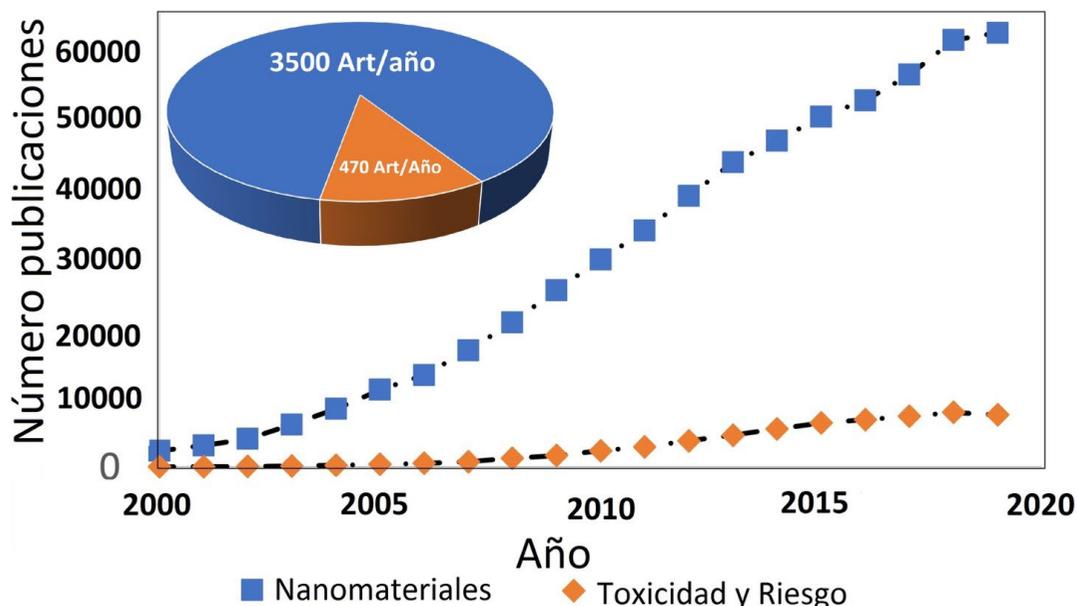
Una respuesta a este interrogante puede obtenerse a partir de la cuantificación de los resultados derivados de investigación en riesgo y toxicidad en la línea de tiempo para *Nano1* y *Nano2*. Esta cuantificación se puede correlacionar directamente con el número de publicaciones científicas en revistas de reconocido impacto. Resulta pertinente, además, contrastar estas cifras con la oferta en nanomateriales, los cuales representan la materia prima para la confección de productos y servicios (González, 2014). En la figura 2 se muestra el comportamiento en la ventana de tiempo 2000-2019 para el número de publicaciones científicas referidas a producción y caracterización de nanomateriales, así como en toxicidad y riesgo<sup>4</sup>.

Como se puede observar, la investigación en toxicidad y riesgo es incipiente respecto a la oferta de materiales nanoestructurados y procesos con potenciales usos. Mientras que la tasa media de crecimiento en productividad científica sobre toxicidad y riesgo alcanza los 470 artículos/año, en nanomateriales se registra una tasa media de crecimiento de 3.500 artículos/año. Estas cifras ratifican que los posibles causales de riesgo por el uso de nanomateriales pertenecientes a la creciente y amplia oferta gestada desde la investigación, no son aun suficientemente conocidas para proporcionar criterios de *selección* de la voluminosa oferta disponible y la posterior *adopción* segura de tecnologías basadas en estos nanomateriales.

En el recuadro interior superior se muestra un comparativo entre la tasa media de crecimiento para producción científica en nanomateriales y en toxicidad y riesgo.

Aunque se evidencia una insuficiente investigación en toxicidad y riesgo con respecto a la investigación basada en producción y caracterización de nanomateriales, de algunos avances ya obtenidos, los resultados pueden

Figura 2. Publicaciones científicas a nivel global en el área de producción y caracterización de nanomateriales, así como de toxicidad y riesgo en el intervalo de tiempo comprendido entre los años 2000 y 2019



Fuente: elaboración propia.

afectar la adopción o ajuste en el uso de los nanomateriales bajo estudio, los cuales han generado importantes picos de expectativa para atender la manufactura de productos y el soporte en procesos. Resulta ilustrativo mencionar el caso del dióxido de titanio, uno de los materiales paradigmáticos en diversas aplicaciones. Durante mucho tiempo, este material se ha considerado seguro e inerte y su adopción se ha sustentado en la falta de datos o información sobre efectos negativos en ambiente y seres vivos. El tránsito a la nanoescala, con la producción de nanopartículas para su uso en alimentos, fármacos, cosméticos, recubrimientos para la industria de la construcción, entre otros, ha abierto una importante oferta de opciones tecnológicas que forman parte de la agenda de la línea de convergencia nano.

El debate sobre la toxicidad y la seguridad para la salud humana del dióxido de titanio se ha alimentado de estudios toxicológicos que reportan potenciales efectos negativos para la salud humana. El Instituto Nacional para la Seguridad Ocupacional y la Salud y la Agencia para Investigación del Cáncer (entidad especializada de la Organización Mundial de la Salud), han clasificado a las nanopartículas de dióxido de titanio en el grupo carcinógeno 2B, el cual alerta sobre posibles efectos carcinógenos en seres humanos por inhalación de estas nanopartículas (International Agency for Research on Cancer (IARC), 2006). De otra parte, la Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria llevó a cabo una evaluación, bajo la solicitud de la Comisión Europea, acerca de la seguridad de los aditivos basados en dióxido de titanio para alimentos, y llegó a la conclusión de que el dióxido de titanio no se puede seguir considerando seguro como aditivo en alimentos (European Food Safety Authority (EFSA), 2021). Si se verifican los efectos negativos que se están investigando, el uso de nanopartículas de titanio en productos o procesos que permitan su movilidad al ambiente o la exposición en seres vivos tendría que ser regulado, con el consecuente levantamiento de una barrera para la adopción de algunas de las tecnologías basadas en nanotitanio.

Del incremento en las investigaciones y la publicación de resultados en toxicidad y riesgo, otros nanomateriales se están incorporando al debate en torno a la seguridad y el riesgo, aspecto que afecta considerablemente su *selección y adopción* para uso en productos y servicios. Así, con referencia a las nanopartículas de plata, que en la ventana de tiempo entre el 2000 y el 2019 registran

un número superior a los 51.864 artículos científicos publicados y más de 30.000 patentes, se ha configurado el denominado “boom de la nanoplata”. Este boom se ha mantenido gracias a las potenciales aplicaciones y utilidades que ofrecen estas entidades nanoescalares, entre las que se destacan el uso como agentes antimicrobiales, para terapia anticáncer, diseño de vacunas, sensores, productos industriales, entre muchas otras.

De los 10.835 estudios sobre toxicidad y riesgo reportados en la ventana de tiempo mencionada, aún no se tiene suficiente claridad sobre los procesos y las causales de la toxicidad identificada. Esto ha incrementado la preocupación por los potenciales efectos causados por estas nanopartículas una vez ingresan al medio ambiente (Zhang y Huang, 2011; Ferdous y Nemmar, 2020; Casals *et al.*, 2012; Missaoui *et al.*, 2021)<sup>5</sup>. Como consecuencia de estas inquietudes y atendiendo al principio de precaución para el uso de aditivos nanoestructurados en alimentos y productos de consumo, han aumentado las propuestas y las acciones relativas a reglamentación y regulación (Parvez y Budihal, 2020; European Parliament, 2015)<sup>6</sup>.

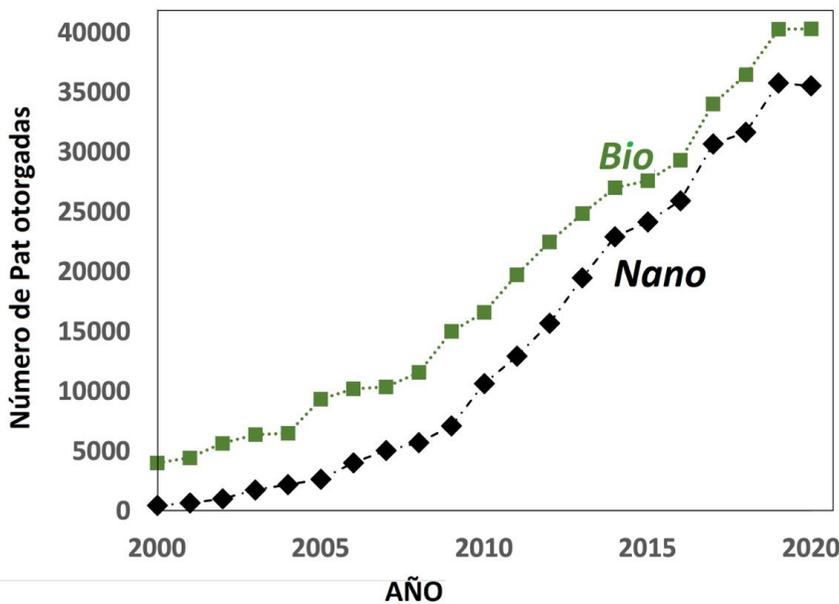
Es necesario enfatizar, en el contexto de una adopción tecnológica, la importancia de una actitud responsable y ética en la investigación y el desarrollo de productos y servicios, además de un tratamiento riguroso y responsable de la información y la socialización de los avances y los resultados producidos en investigación sobre toxicidad y riesgo. Sin suficiente evidencia e información basada en la especulación, se propicia una injustificada percepción social negativa que puede apartar a estas tecnologías de su concurso como oferta estratégica de oportunidades para el mejoramiento del bienestar social, la calidad ambiental y el desarrollo económico.

## Lecciones desde la biotecnología y su impacto en la convergencia

Otra de las tecnologías disruptivas que forman parte de la convergencia NBIC es la biotecnología. Del estudio de vigilancia tecnológica realizado para la biotecnología durante el intervalo 2000-2020, se obtienen los resultados que se ilustran en la figura 3. Se destaca el importante incremento de oferta tecnológica soportada por una tasa media de crecimiento de 1936 patentes/año. De otra parte, en la CPC, la sección A de necesidades

humanas, específicamente medicamentos para fines específicos, se hace notoriamente incremental. En esta misma sección, para el código de agricultura A01, se lidera el patentamiento en el sector de semillas. El área de la salud conocida como “biotecnología roja” y en el agro la “biotecnología verde” son las que mayor impacto registran. Los estimativos para el periodo 2021-2028 proyectan para la biotecnología un 15,83% de tasa de crecimiento anual compuesto, siendo el año 2020 la base para esta estimación. Con respecto al mercado, se espera alcanzar una movilidad de recursos financieros del orden USD 2.44 trillones (Grand View Research, 2021).

Figura 3. Patentes otorgadas en biotecnología y nanotecnología para el periodo 2000-2020



Fuente: elaboración propia.

A pesar del sobresaliente impacto y la implementación de bienes y servicios, además del promisorio futuro que proyecta la biotecnología moderna, su desarrollo ha estado acompañado de un importante debate en torno a las implicaciones y las incertidumbres que se plantean frente a las capacidades adquiridas para modificación genética y control a nivel molecular de la materia biológica. La promocionada clonación realizada por Ian Wilmut en el año 1997 y los resultados negativos en animales bajo experimentación genética y problemas de pérdidas ocasionadas en agricultores por productos o modificaciones biotecnológicas, en algunos casos con resultados opuestos a los esperados (Vaden y Melcher, 1990), abonaron el camino hacia una percepción negativa en la sociedad y una ralentización en la *adopción* de la biotecnología en algunos sectores.

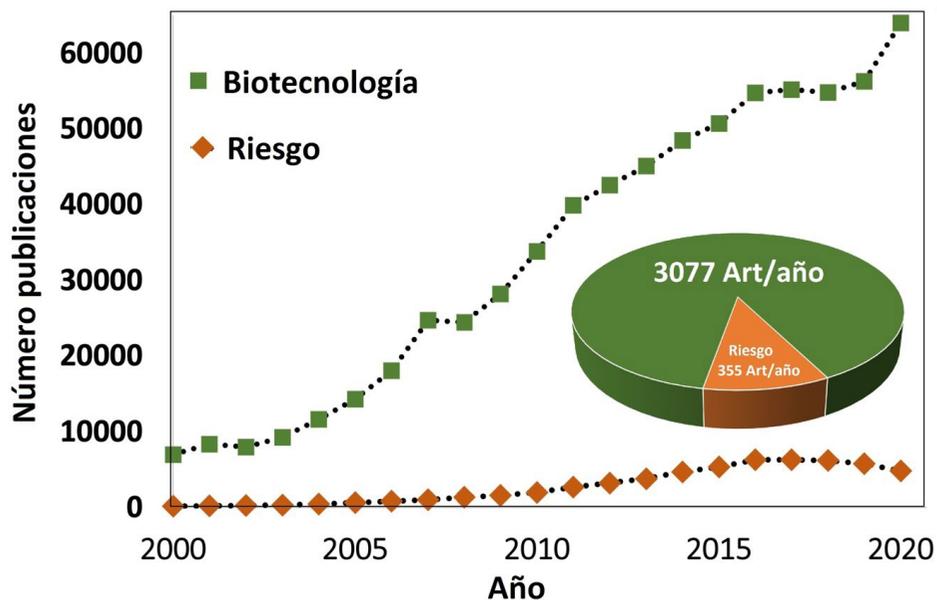
Como lo anota McHughen (2008), esta situación se ha caracterizado por la ausencia de una información precisa y transparente, problemas con la terminología, además de las dificultades y las habilidades de comunicación de la comunidad científica con la sociedad, aspectos que favorecen la tesis de un “déficit de conocimiento” (Toumey, 2006). Esta percepción ha motivado acciones orientadas a incrementar el rigor y el análisis sobre los riesgos ambientales, en seres vivos, socioeconómicos, de cobertura comercial y tecnológica derivados de la biotecnología, favoreciendo la apertura de un legítimo espacio de reflexión que motiva la implementación de buenas prácticas y el uso responsable de biomateriales y bioprocesos.

El número de investigaciones sobre riesgo, por ejemplo, en organismos modificados genéticamente para agricultura y alimentación (Spendler, 2005), aunque todavía insuficiente, se ha incrementado significativamente en la última década. Del estudio de vigilancia tecnológica realizado para el periodo 2000-2020, se puede apreciar una tasa media de crecimiento de productividad científica en biotecnología de 3.077 artículos por año, mientras que la productividad en riesgo alcanza una tasa media de crecimiento de 355 artículos por año, tal como se muestra en la figura 4. Estas cifras resultan similares a las obtenidas para el caso de los nanomateriales.

En el recuadro interior inferior (figura 4) se muestra un comparativo entre la tasa media de crecimiento para producción científica en biotecnología y riesgo respectivamente.

A pesar de la percepción negativa y la afectada aceptación de algunos segmentos de desarrollo, las biotecnologías farmacéuticas, la ingeniería de tejidos y regeneración, la fermentación, los biosensores, la tecnología PCR, entre otros, gozan de una generalizada acogida por

Figura 4. Publicaciones científicas a nivel global en el área de biotecnología, y productividad científica en riesgo para el intervalo de tiempo comprendido entre los años 2000 y 2019



Fuente: elaboración propia.

sus exitosos resultados y los beneficios claramente valorados. Esto posiciona a la biotecnología como una de las líneas estratégicas para configurar la agenda de desarrollo sostenible para los próximos años.

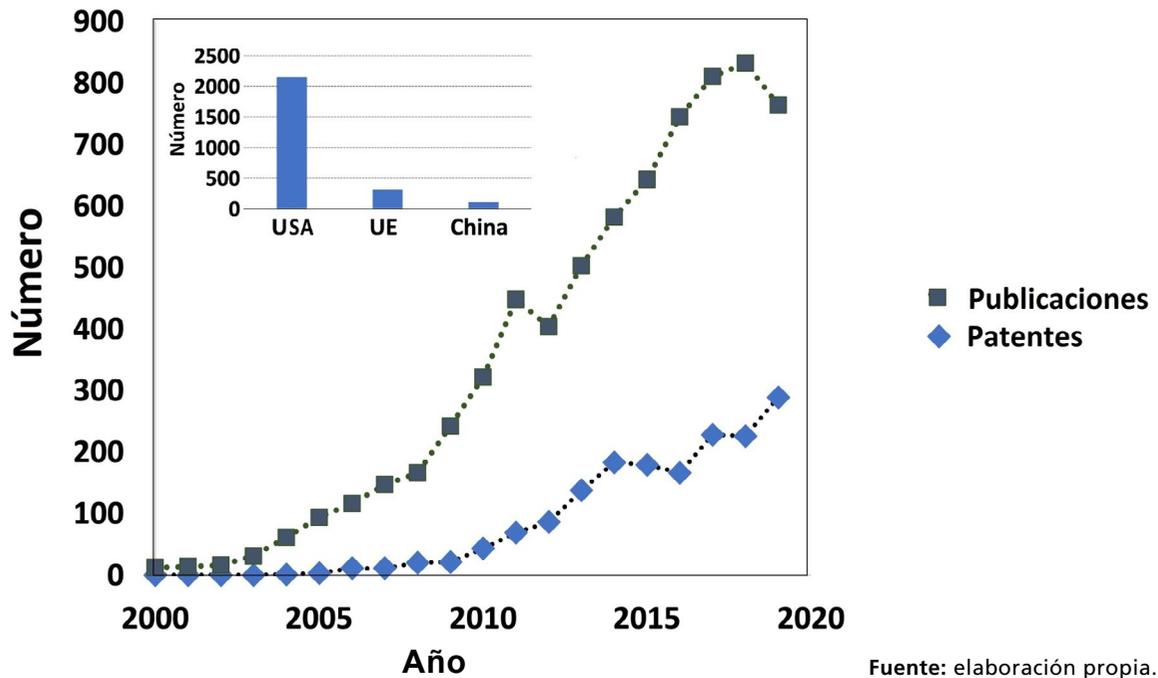
De los problemas que se han presentado con la biotecnología, se sugieren lecciones aprendidas para las dinámicas de *adopción* de la nanotecnología (Busch y Lloyd, 2008). Cobra relevancia la reflexión sobre lo que puede aprender la nanotecnología de la biotecnología, así como la necesidad de evaluar las analogías entre estas dos tecnologías en aspectos tales como dinámicas de evolución y caracterización de riesgos, comparaciones que se pueden hacer a partir de lo presentado en las secciones anteriores. Como puede verificarse, los comportamientos en oferta tecnológica en la ventana de tiempo considerada (figura 3), así como la investigación en riesgo (figuras 2 y 4) presentan notables similitudes.

La biotecnología aborda sistemas que pertenecen a una escala que comparte objetos de estudio propios de la nanotecnología. Así, en el caso de las máquinas y motores moleculares, resulta muy difícil identificar una clara pertenencia a la bio o la nanotecnología. De otra parte, la

integración eficaz de herramientas teóricas, experimentales y de desarrollo entre estas dos tecnologías favorece una “fusión” y “borrosidad” de fronteras que conduce en consecuencia a una convergencia tecnológica. Esta convergencia, que en este documento se denomina *foco de convergencia nano-bio*, y que ya aparece clasificada y denominada en los análisis de mercado, en textos, revistas y ofertas académicas de formación como *nanobiotecnología*, ha estimulado la colaboración académica e industrial (Montenegro *et al.*, 2016), así como el surgimiento de nuevos segmentos de mercado y servicios que proyectan importantes ingresos económicos para los próximos años. Además, la nano-bio se consolida como una de las puntas de lanza de mayor penetración y consolidación de plataformas maduras y una oferta robusta para hacer frente a los problemas y retos que forman parte de las agendas globales para el siglo XXI (González y Montenegro, 2016).

Una vigilancia tecnológica para la nanobiotecnología (figura 5) muestra una tasa anual de crecimiento de 150 patentes concedidas, con Estados Unidos como el país de mayor jurisdicción, seguido de la Unión Europea y China. En producción científica, la tasa media de crecimiento es de 15 artículos por año. Como es

Figura 5. Número de patentes y publicaciones en nanobiotecnología en el intervalo 2000-2020.



de esperarse, esta convergencia aún no muestra los mismos valores de crecimiento que acompañan a cada una de las líneas bio y nano individuales. Se trata de una oferta transversal que aún se encuentra en una fase de lanzamiento, de acuerdo con el ciclo de Gartner.

En el recuadro superior se muestra el número total de patentes por jurisdicción.

La convergencia nano-bio, que en algunas de las ofertas específicas aún se encuentra en un pico de expectativas, en otros casos particulares propone un avanzado estado de adopción. Es frecuente definir esta alianza estratégica convergente como una aplicación de la biología a la nanotecnología para la configuración y el diseño de biosensores, dispositivos biofotónicos, nanobiomateriales avanzados y máquinas moleculares, entre otros (Ramsden, 2016). En el área de los nanobiomateriales, que se alimenta de la convergencia nano-bio, además de su enorme potencial de aplicaciones, abren una ruta hacia una producción verde (Rasheed *et al.*, 2017) que fortalece el ideal de sostenibilidad para atender las problemáticas y las necesidades económicas, ecológicas y sociales previamente consideradas. De otra parte, áreas como la biología sintética, la biomimética y

la biología molecular se van a fortalecer considerablemente con la incorporación de esta convergencia.

Las necesidades impuestas por la pandemia causada por la covid-19 a la industria y a la investigación en materia de prevención y tratamiento han desempeñado un papel catalizador para el desarrollo de la biotecnología<sup>7</sup> y, en consecuencia, para la convergencia nano-bio. Las industrias farmacéuticas y los laboratorios de investigación ingresaron en una carrera contra el tiempo para el desarrollo de vacunas, sistemas de detección y medicamentos que mejoraron o impulsaron nuevos métodos y protocolos en el diseño y el desarrollo de productos terapéuticos. La percepción en la sociedad sobre estas tecnologías experimentó un considerable cambio a raíz de esta novedad de salud pública, lo cual, por consiguiente, ha proyectado dinámicas de *adopción* más fluidas a corto y mediano plazo que afectarán positivamente a la convergencia nano-bio.

## Foco de convergencia info-cogno

En un contexto de convergencia entre las tecnologías emergentes de la información y las basadas en

las ciencias cognitivas, específicamente las derivadas de la inteligencia artificial y la computación cuántica, se está cristalizando un escenario bautizado con el nombre de “convergencias inteligentes” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2020; Schuld y Petruccione, 2018; Ying, 2010; Aoun y Tarifi, 2004). Esta convergencia aprovecha las capacidades de la inteligencia artificial –específicamente de *machine learning*– y la denominada “ventaja cuántica” que ofrecen las aplicaciones derivadas de la ciencia física de los dominios sub-nanoescalares, para incrementar las capacidades de procesamiento y manejo inteligente de datos. Esto abre una ruta para el tránsito a las tecnologías 6G, las cuales proyectan superar en dos órdenes de magnitud el volumen espectral y la eficiencia con respecto a las 5G. En consecuencia, se plantea la necesidad de proyectar escenarios construidos a partir de un estudio comparativo con la convergencia bio-nano, que permita analizar la fase de *adopción* y así valorar los picos de expectativas que ya se están configurando en torno a estas convergencias emergentes.

## La segunda revolución cuántica y su impacto en las tecnologías de la información y la computación

A comienzos del siglo XX se gestó una de las transformaciones paradigmáticas más importantes de la ciencia física, la cual propuso un importante cambio en las concepciones sobre los componentes fundamentales de la materia, promoviendo la apertura a un extraordinario y fructífero camino por el que ha transitado la tecnología del pasado y del presente siglo. Este nuevo paradigma científico dio lugar a un nuevo paradigma tecnológico del que se derivaron importantes desarrollos tales como el láser, el diodo de efecto túnel y otros dispositivos, que marcaron la denominada *primera revolución cuántica*. A partir de esta herencia –tanto instrumental como teórica– recibida del siglo pasado, se está construyendo la denominada *segunda revolución cuántica* (González, 2020), que propone cinco áreas de desarrollo tecnológico: metrología cuántica, sensores cuánticos, criptografía cuántica, simulación y computación cuánticas. Con el lema “El futuro es cuántico”, una inversión de 1.000 millones de euros, 140 propuestas de investigación e innovación recibidas y 5.000 investigadores, la UE

lanzó a la iniciativa *Quantum Flagship*, la cual tiene como objetivo el fortalecimiento de las áreas que conforman la segunda revolución cuántica. De otra parte, los Estados Unidos y China están movilizan-do importantes recursos financieros y humanos para consolidar la supremacía cuántica<sup>8</sup>, especialmente en el área de las telecomunicaciones y la computación cuántica (CC).

En CC, de la vigilancia tecnológica realizada en este estudio, se identifica un crecimiento en investigación y desarrollo tecnológico que se refleja en la elevada tasa de productividad científica, con un valor medio de 1.100 artículos por año y una tasa media de patentes otorgadas de 650 por año (figura 6a). Esta base científica y tecnológica viabiliza la posibilidad de alcanzar una fase de comercialización de productos de cómputo basados en tecnología cuántica. Con la CC se espera simular y modelar sistemas de naturaleza cuántica para los que no es posible acceder con computación clásica, resolver problemas de alta complejidad que ofrecen un importante reto para la computación como el plegamiento de proteínas, el diseño de nuevos materiales, medicamentos, y la confección de protocolos que permitan mejorar y optimizar procesos.

Con los avances en prototipos de computadores cuánticos, la duplicación por año del volumen cuántico<sup>9</sup>, la disponibilidad de sistemas de cómputo cuántico (28 computadores cuánticos) y simuladores en la nube, IBM incursiona en tecnología de sistemas cuánticos, los cuales se espera que sean una realidad comercial a mediano plazo. De otra parte, Google ofrece el procesador cuántico Sycamore, programable y con capacidad de cómputo algorítmico. Microsoft ha avanzado hacia la consolidación de un ecosistema abierto en la nube, conocido como Azure Quantum, que ofrece acceso a soluciones, *hardware* y *software* de naturaleza cuántica. La compañía Intel ya ha evolucionado con el Tangle Lake hacia su tercera generación de procesadores cuánticos. En China se ha desarrollado el sistema Jiuzhang, el cual detenta la supremacía cuántica (Zhong *et al.*, 2020). Estos avances tecnológicos aseguran un escenario en el que ya se superan algunas de las expectativas generadas a comienzo de siglo y se fortalece la CC para hacer parte de las tecnologías inteligentes que pertenecen al foco de convergencia info-cogno.

## Inteligencia artificial y computación cuántica como líneas estratégicas de convergencia

La inteligencia artificial está directamente involucrada en la algorítmica en sistemas para un rendimiento analítico integral con habilidades de aprendizaje, entendimiento de situaciones, análisis y solución de problemas y reconocimiento y comprensión del lenguaje natural. Específicamente para aprendizaje de máquinas, en una de las ramas de la inteligencia artificial se proponen técnicas para dar lugar a comportamientos y realización de tareas. A partir de datos se cuenta con la capacidad de análisis y aprendizaje de esos mismos datos.

La inteligencia artificial ha experimentado un crecimiento sobresaliente en la última década, tal como se indica en la figura 6a. De la vigilancia tecnológica realizada, se identifica en publicaciones científicas y patentes, una tasa media de crecimiento para la primera década de este siglo de 948 artículos por año y 670 patentes por año. Para la segunda década, la tasa media de crecimiento ha experimentado un importante incremento, con valores de 5.031 artículos por año y 4.755 patentes por año. Comparativamente, en productividad científica y patentamiento, la inteligencia artificial presenta mayores registros que la CC. De acuerdo con estos resultados, la inteligencia artificial (IA) tiene suficiente base científica y tecnológica para hacer viable una consolidación de tecnologías convergentes CC-IA una vez se alcance una fase de adopción.

La pandemia producida por la covid-19, al igual que para la biotecnología, ha sido un catalizador para I+D en materia de IA. Diferentes países han acudido a la IA para el monitoreo y la trazabilidad de modelos de predicción de dispersión del virus en tiempo real. Esto ha facilitado considerablemente la configuración eficiente y rápida de diagnósticos requeridos para implementar acciones de mitigación y recuperación. De otra parte, la IA ha desempeñado un importante papel, junto con la biotecnología y la bioinformática, en el diseño de medicamentos para tratamiento.

Si se determina la productividad científica y el patentamiento de la convergencia CC-IA, se obtienen los resultados que se muestran en la figura 6b. En patentamiento, se obtiene una oferta aún incipiente, al igual que artículos publicados, aunque se hace clara la tendencia de crecimiento para los próximos años.

De los trabajos científicos reportados, se hace posible proyectar escenarios promisorios para la convergencia de tecnologías inteligentes que da lugar a lo que podría denominarse *máquinas cuánticas de aprendizaje*, término acuñado en el trabajo reportado por Lloyd *et al.* (2013) sobre algoritmos cuánticos para aprendizaje supervisado y no supervisado. Desde el año 2013, el interés en este tópico se incrementa considerablemente, tal como aparece reflejado en las curvas de crecimiento de productividad científica para la convergencia CC-IA de la figura 6b.

De la alianza CC-IA se espera que la CC proporcione herramientas formales y de potencia de cómputo para el desarrollo de métodos de aprendizaje, mientras que por medio de las máquinas de aprendizaje se puede contribuir al análisis de datos de resultados experimentales de sistemas cuánticos (Schuld y Petruccione, 2018), así como algoritmos para la corrección de error (Abdelgaber y Nikolopoulos, 2020). Recientemente, IBM lanzó un nuevo módulo “Qiskit” como parte de kit de desarrollo de *software* cuántico, el cual ofrece a los programadores las ventajas y las capacidades de los computadores cuánticos para el mejoramiento de modelos de aprendizaje de máquinas. La IA requiere la CC para garantizar su *adopción* y posicionamiento como tecnología disruptiva, ya que puede acceder a problemas complejos, un procesamiento ágil y eficiente de *big data* e integración de múltiples conjuntos de datos, para los que la computación clásica se encuentra drásticamente limitada.

## Convergencias nano-info, bio-info

En el trabajo que aquí se presenta se ha enfatizado en las convergencias nano-bio e info-cogno como casos específicos de estudio de opciones binarias que están ofreciendo nuevos espacios para la producción y la aplicación de conocimientos. Sin embargo, las convergencias nano-info, bio-info, o nano-bio-info desempeñan igualmente un importante papel en la construcción de escenarios para la selección y la adopción de tecnologías para los próximos años. Es bien sabido que las ciencias y las tecnologías de la información y la computación tienen un papel de base en la consolidación de convergencias. La nanotecnología se ha nutrido considerablemente de los avances y las

Figura 6a. Número de patentes y publicaciones científicas en computación cuántica e inteligencia artificial en el intervalo 2000-2020

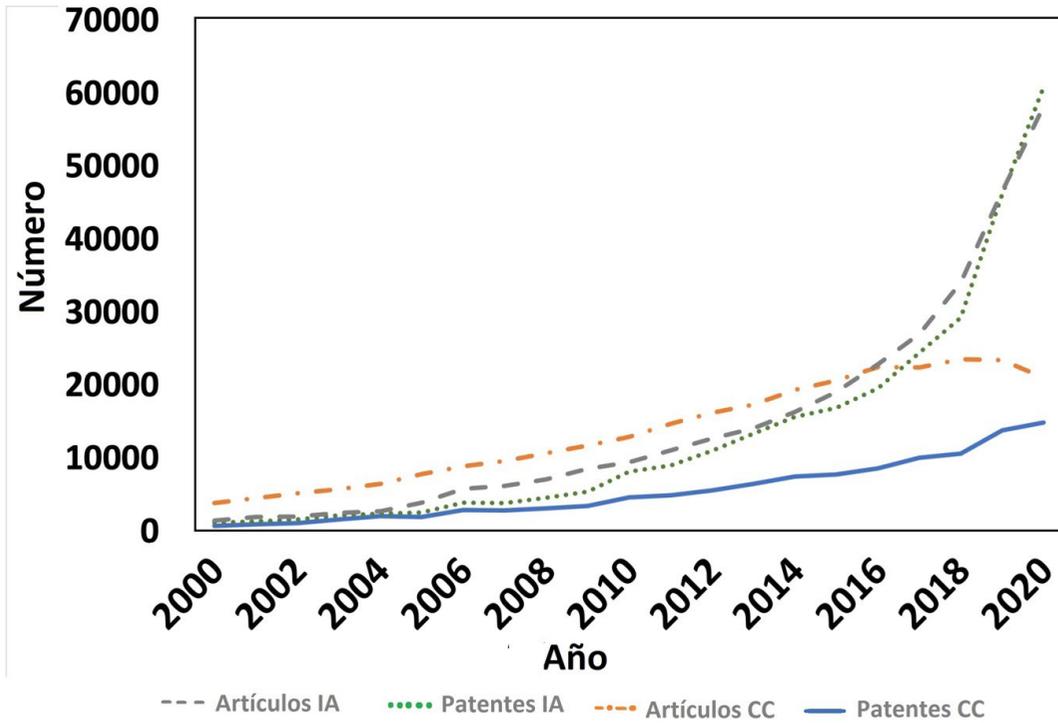
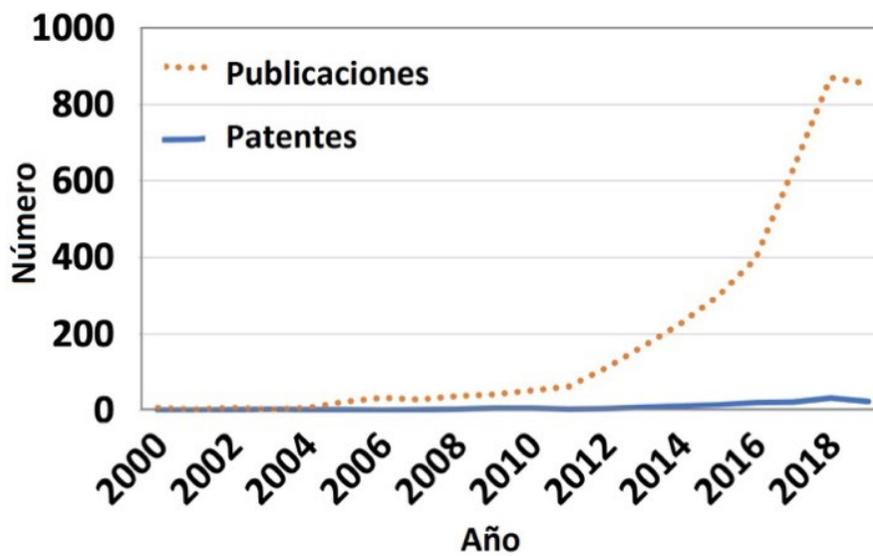


Figura 6b. Número de patentes y publicaciones para la convergencia tecnológica CC-IA.



Fuente: elaboración propia.

propuestas emergentes de la infotecnología. El modelamiento y la simulación de sistemas nanoscópicos permite la comprensión fenomenológica y posibilita las tareas de diseño y manufactura de productos nanoestructurados. De otra parte, desde el siglo pasado, la convergencia bio-info se ha manifestado abiertamente en áreas de desarrollo estratégico como la bioinformática y la biología computacional, estratégicas para la secuenciación, la genómica, la biodiversidad, la genética y la estructura de proteínas (Serra, 2003).

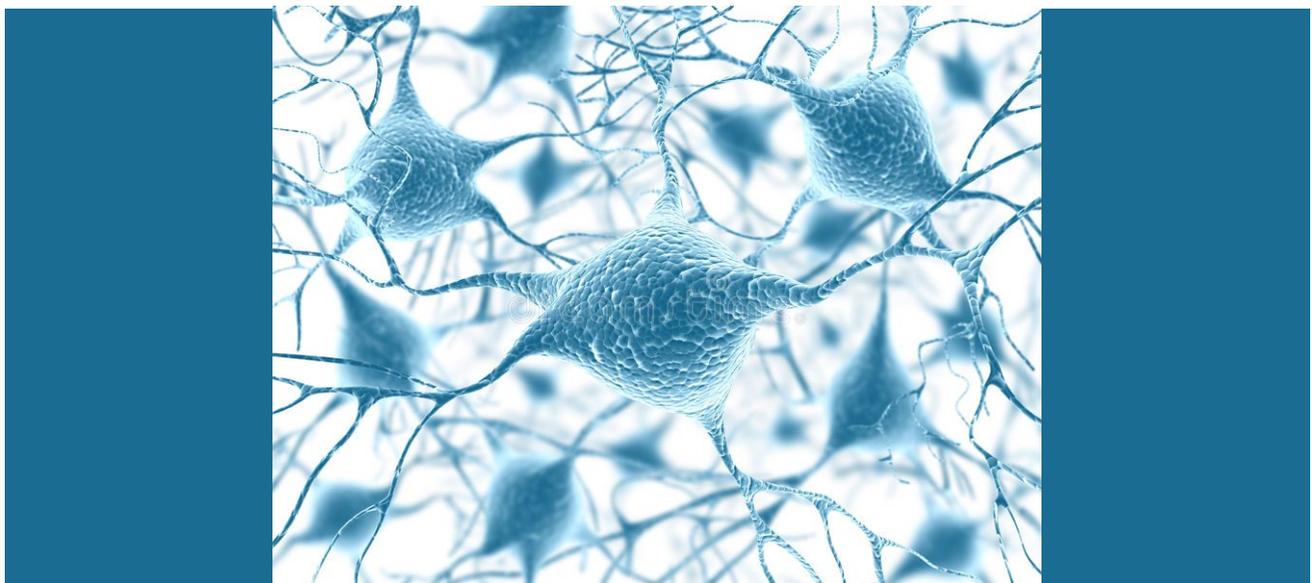
## Conclusiones

En la compleja dinámica social de percepción y actitud hacia las tecnologías emergentes, aspecto esencial para favorecer o limitar la *selección y la adopción*, se ha identificado un “déficit de conocimiento” debido a la insuficiente información basada en investigación teórica y verificación experimental sobre impacto en seres vivos y ambiente, así como una pedagogía y una alfabetización científica adecuadas para la socialización de estos resultados. La elevada brecha observada entre la oferta tecnológica reflejada en registros de patentes y la investigación científica sobre impacto en ambiente y seres vivos, dificulta la valoración y la adopción o el rechazo objetivo de las tecnologías emergentes comprometidas con las estrategias de convergencia.

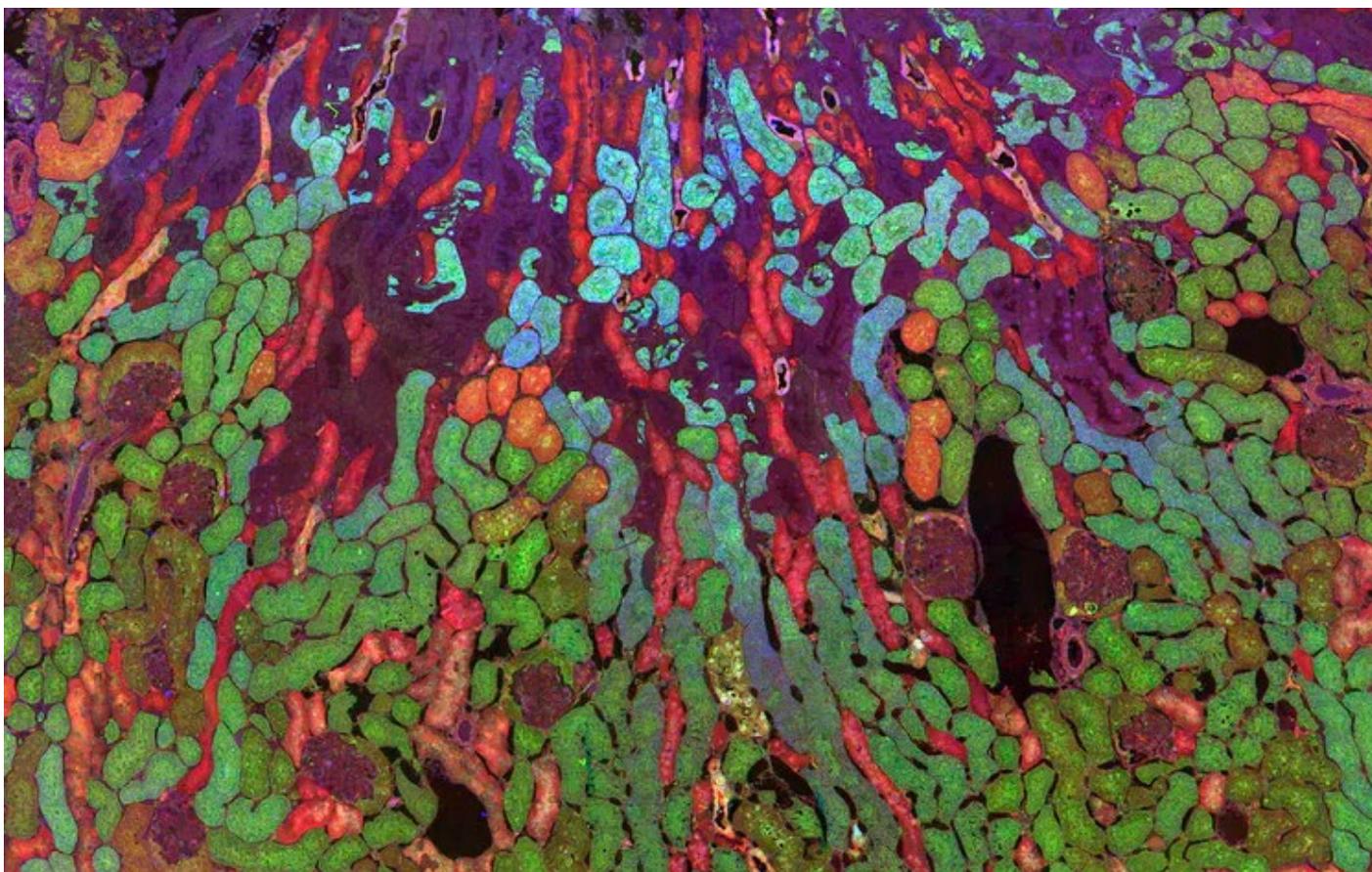
Se demuestra que los focos de convergencia nano-bio y CC-IA, seleccionados como casos de estudio, se consolidan como puntas de lanza para la consolidación de plataformas maduras y una oferta robusta para hacer frente a los problemas y retos que forman parte de las agendas globales para el siglo XXI.

El estado actual de oferta tecnológica revela que la convergencia tecnológica nano-bio se proyecta hacia una fase de consolidación de adopción por parte de sectores productivos, tal como se puede verificar con los datos obtenidos de la vigilancia *tecnológica* realizada y del ciclo de Gartner que se publica anualmente. Sin embargo, para los últimos años, las expectativas en el ciclo de Gartner se configuran en torno a tecnologías que forman parte de la convergencia info-cogno. Para el año 2021, se indica en la fase de lanzamiento las tecnologías emergentes basadas en *quantum machine learning*, consideradas el próximo *big thing*.

Se evidencia que las necesidades impuestas por la pandemia causada por la covid-19 a la industria y a la investigación en materia de prevención y tratamiento, han desempeñado un papel de catalizador para el desarrollo de la biotecnología y la inteligencia artificial, componentes de los focos de convergencia tratados en el presente documento.



▪ Neuronas, Ilustración 3D, 2008 | Autor: Ktsimage / Istockphoto.com



▪ *Distribución de metabolitos en un riñón, 2015* | Capturada por: Jefferson Brown. Tomada de: theconversation.com

## Notas

1. En la normatividad española, la vigilancia tecnológica se encuentra definida en la familia de normas de la UNE 166000. En tal sentido, se propone como definición: “proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (UNE 166000, 2011).
2. Para el estudio de la vigilancia tecnológica se siguieron los pasos metodológicos que se describen a continuación: i) elección de las bases de datos y los sistemas de búsqueda relevantes para la consulta estructurada de la información; ii) elección de las palabras clave, identificadas en función de los propósitos de este trabajo, entre otros, analizar y evaluar los factores que afectan la selección y la adopción de tecnologías emergentes; iii) diseño de las ecuaciones de búsqueda a partir de las palabras clave, los operadores y los símbolos; iv) consulta sistemática de las bases de datos seleccionadas en el intervalo 2000-2020. Para publicaciones científicas (originales), la búsqueda fue filtrada para título, *abstract* y palabras clave. Las publicaciones clasificadas como “literatura gris” no se consi-

deraron, ya que se requiere, de acuerdo con lo que se propone en este estudio, contar con información que permita cuantificar específicamente desarrollo científico. Para patentes, se llevó a cabo una búsqueda selectiva para patentes registradas y en proceso de otorgamiento. Como información útil para contribuir al análisis de los resultados, según sea el caso, se incluye la productividad por país, la institución, el autor, las compañías y los productos. Los resultados se estructuran en indicadores y grafos; v) análisis de la información obtenida bajo los criterios de avance científico y tecnológico, así como de la apropiación y el uso del conocimiento en el sector tecnológico y productivo. Las palabras claves seleccionadas, de acuerdo con *abscost* y *thesaurus*, para la construcción de las correspondientes ecuaciones de búsqueda son, entre otras, las siguientes: *nanoscale, nanoparticles, nanocomposites, nanomaterials, nanostructures, nanotechnology, biotechnology, bionanotechnology, nanobiotechnology, nanoscience, nanotoxicity, risk, toxicity, nanosensors, nanodevices, quantum computing, quantum information and artificial intelligence*. Las ecuaciones de búsqueda se diseñaron para cada uno de los aspectos consultados: nanomateriales y riesgo, biotecnología y riesgo, patentamiento y productividad científica en

nanobiotecnología, patentamiento y productividad científica en computación cuántica e inteligencia artificial, entre otros. Para configurar algunas de las ecuaciones de búsqueda, por ejemplo, para nanomateriales y riesgo, se seleccionan las palabras clave que se reportan en la literatura científica y que hacen referencia a nanomateriales (término con un significado muy amplio): *nanomaterials*, *nanoparticles*, *nanocomposites*, *nanostructures*, *nanofibers*, *nanorods*, *nanowires*, *nanotubes*, *nanocages*, *fullerenes*, *nanoplates*, *quantum dots*, *Nanoclays*, *nanoemulsion*. En lo que se refiere a riesgo, con las palabras clave *risk*, *toxicity*, *ecotoxicity*, *carcinogenic* y *hazardous* se hace posible obtener suficiente información que requiere este estudio sobre riesgo y nanomateriales. Ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY((nanomaterials OR nanocomposites OR nanostructures OR nanofibers OR nanorods OR nanowires OR nanotubes OR nanocages OR fullerenes OR nanoplates, quantum dots OR nanoclays OR nanoemulsion) AND (risk OR toxicity OR ecotoxicity OR carcinogenic OR hazardous) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "ip"))) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000)). Para computación cuántica e inteligencia artificial: TITLE-ABS-KEY(((quantum AND computing) OR (quantum AND information)) AND ((artificial AND intelligence) OR (machine AND learning) OR (deep AND learning)) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "ip"))) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000)). Para nanobiotecnología: TITLE-ABS-KEY((nanobiotecnology OR bionanotechnology) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO(DOCTYPE, "ip"))) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR,

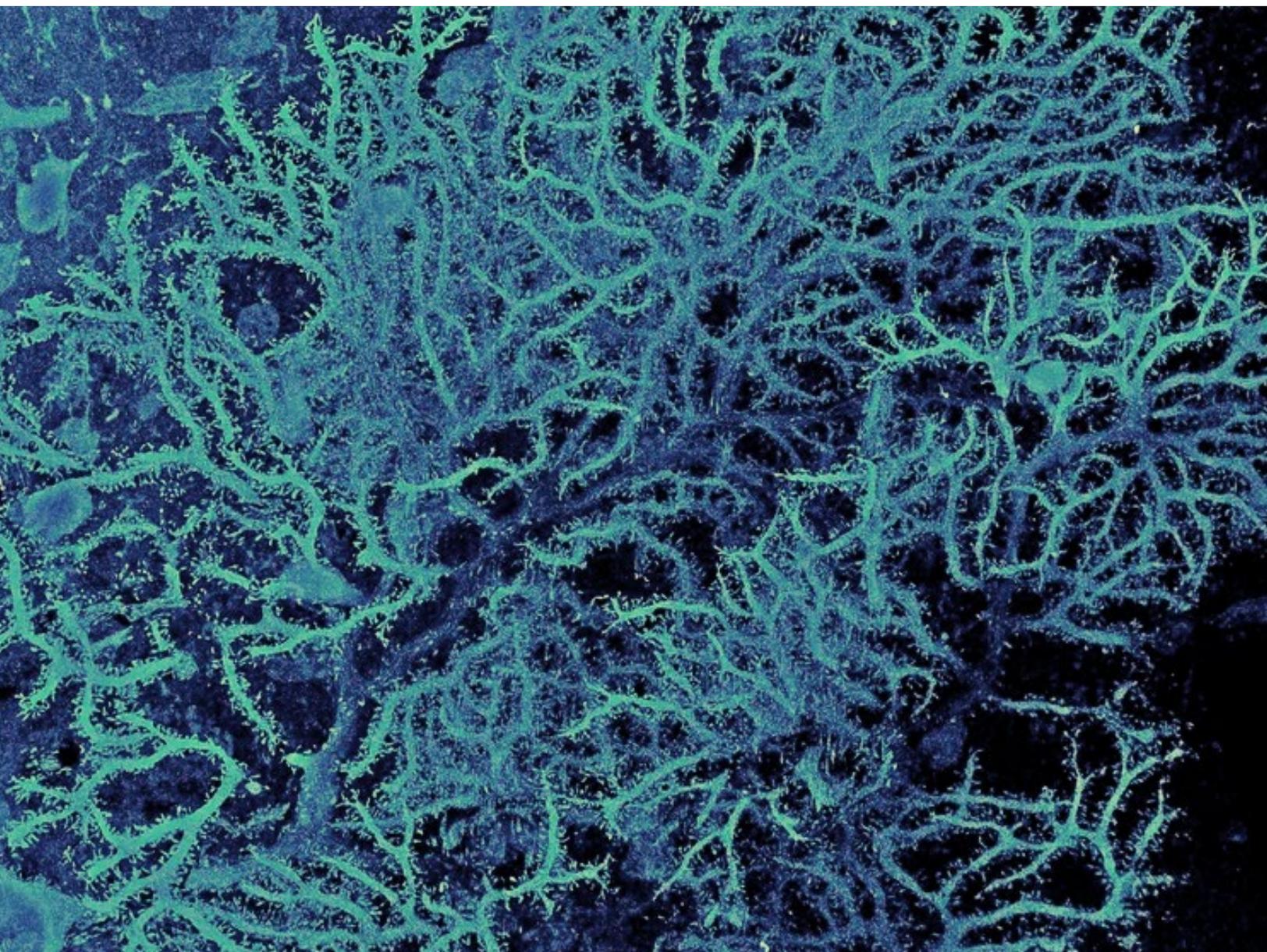
2020) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000)).

3. EPO (European Patent Office) y USPTO (United States Patent and Trademark Office) han desarrollado una iniciativa de clasificación CPC (Cooperative Patent Classification) que busca armonizar los sistemas ECLA (European Classification) y el USPC (United States Patent Classification). A este nuevo sistema se permite migrar desde ECLA y EPO (<https://www.cooperative-patentclassification.org/>).
4. Se destacan en esta cuantificación sobre el total registrado de producción científica en nanomateriales los siguientes porcentajes: oro coloidal 15%, nanopartículas de plata 13%, grafeno 12% y nanotubos de carbono 9%.
5. Es creciente el número de investigaciones orientadas al diseño de sistemas y procesos para detectar y remover del ambiente nanopartículas de origen antrópico. Asimismo, se están igualmente incrementando los estudios y los reportes de cierto tipo de nanopartículas sintetizadas e incorporadas en productos y procesos como contaminantes emergentes (Stuart y Compton, 2015), lo que moviliza la agenda de mitigación, prevención y remediación.
6. Una regulación adecuadamente formulada contribuye de manera sustancial a mejorar la implementación y la adopción de nuevas tecnologías.
7. En materia de patentamiento, en el año 2020 se otorgaron 14 patentes relacionadas con biotecnología y covid-19 de las 106 aplicaciones. De la clasificación CPC, se destacaron los siguientes códigos: G01N33/569 para virus y microorganismos, A61P31/14, para RNA virus y CO7k14/005 para nuevas proteínas virales. En el mismo año, se publicaron 1.413 artículos específicamente sobre biotecnología y covid-19 y 4.627 sobre detección del virus que en un gran número se orientan desde la nano y la biotecnología.
8. El término "supremacía cuántica" se refiere a un sistema de cómputo cuántico que logra una mayor capacidad y una velocidad de cómputo superiores a las que ofrece la computación convencional. En el año 2019, Google presentó evidencias que le permitían anunciar la supremacía cuántica. Sin embargo, en el año 2020, China la anunciaba con el desarrollo del sistema JiaZhang.
9. El volumen cuántico determina la potencia de un computador cuántico. Es una medida de la complejidad de los circuitos cuánticos constituyentes del computador.

## Referencias bibliográficas

1. ABDELGABER, N. y Nikolopoulos, C. (2020). Overview on Quantum Computing and its Applications in Artificial Intelligence. *IEEE Third International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE)* (pp. 198-199). Doi: 10.1109/AIKE48582.2020.00038
2. AOUN, B. y Tarifi, M. (2004). Quantum Artificial Intelligence. *Quantum Physics*. <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0401124>
3. BAINBRIDGE, W. y Roco, M. (eds.). (2006). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations, Converging Technologies in Society*. Springer.
4. BERUBE, D. (2005) *Nano-Hype: The Truth Behind the Nanotechnology Buzz*. Prometheus.
5. BUSCH, L. y Lloyd, J. (2008). What Can Nanotechnology Learn from Biotechnology? En D. Kenneth y P. Thompson (eds.), *What Can Nanotechnology Learn from Biotechnology? Social and Ethical Lesson for Nanoscience from the Debate over Agrifood Biotechnology and GMOs* (pp. 261-276). Elsevier.
6. CAMACHO, A., Duarte, Á., Darwin, D., Forero, E., González, E., Jaramillo, F. et al. (2016). Definición de nanomateriales para Colombia. *Revista Colombiana de Química*, 45(1), 15-20.
7. CASALS, E., González, E. y Puentes, V. (2012). Inorganic Nanoparticles and the Environment: Balancing Benefits and Risks. En D. Barceló y M. Farré (eds.), *Comprehensive Analytical Chemistry* (265-290). Elsevier.
8. CODINA, L. (2017). *Ecuaciones de búsqueda: qué son y cómo se utilizan en bases de datos académicas*. <https://www.lluiscodina.com/ecuaciones-de-busqueda-bases-datos-operadores-booleanos/>
9. DOSI, G. y Nelson, R. (1994). An Introduction to Evolutionary Theories in Economics. *Journal of Evolutionary Economics*, 4, 153-172.
10. DUUSTEERS, G. y Hagedoorn, J. (1998). Technological Convergence in the IT Industry: The Role of Strategic Technology Alliances and Technological Competencies. *International Journal Economics of Business*, 5(3), 355-368.
11. ECHEVERRÍA, J. (2009). Interdisciplinariedad y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno. *Sociologías*, 22, 22-53.
12. ESCUELA DE Organización Industrial (EOI). (2005). *Convergencia NBIC 2005, el desafío de la convergencia de las nuevas tecnologías (nano-bio-info-cogno)*. EOI.
13. ESCOBAR, E., Dure, D., Lampert, A., Rivamar, A. y Torres, R. (2014). *Convergencia: electrónica, telecomunicaciones e informática*. Ministerio de Educación Nacional.
14. EUROPEAN FOOD Safety Authority (EFSA). (2021). Safety Assessment of Titanium Dioxide (E171) as a Food Additive. *EFSA Journal*, 19(5), 6585.
15. FERDOUS, Z. y Nemmar, A. (2020). Health Impact of Silver Nanoparticles: A Review of the Biodistribution and Toxicity Following Various Routes of Exposure. *International Journal Molecular Science*, 21(7), 2375.
16. GAMBARDELLA, A. y Torrisi, S. (1998). Does Technological Convergence Imply Convergence in Markets? Evidence from the Electronics Industry. *Research Policy*, 27, 445-463.
17. GONZÁLEZ, E. (2014). Nanomateriales: beneficios, riesgo y sostenibilidad. En *La influencia del internet, genética y nanotecnología en la medicina y el seguro* (pp. 283-305). Unisalle.
18. GONZÁLEZ, E. (2020). The Second Quantum Revolution. *Journal of Nano Science and Technology*, 5(1), 18.
19. GONZÁLEZ, E. y Montenegro, I. (2016). Bio-nanotechnology: Challenges and Opportunities. En E. González y E. Forero (eds.). *Bio-Nanotechnology for Sustainable Environmental Remediation and Energy Generation*. ACCEFN-nanoCiTec.
20. GRAND VIEW Research (2021). *Biotechnology Market Size, Share & Trends Analysis Report by Technology (DNA Sequencing, Nanobiotechnology), by Application (Health, Bioinformatics), by Region, and Segment Forecasts, 2021 – 2028*. Grand View Research.
21. GRANSTRAND, O. y Oskarsson, C. (1994). Technology Diversification in 'Multi-tech' Corporations. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41, 355-364.
22. GUPTA, N., Fischer, A., van der Lans, I. y Frewer, L. (2012). Factors Influencing Societal Response of Nanotechnology: An Expert Stakeholder Analysis. *Journal Nanoparticles Research*, 14(5), 857.
23. INTERNATIONAL AGENCY for Research on Cancer (IARC) (2006). *Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC.
24. INTERNATIONAL STANDARD Organization (ISO) (2017). ISO/TC 229 *Nanotechnologies*. <https://www.iso.org/committee/381983.html>
25. LLOYD, S., Mosheni, M. y Rebertrost, P. (2013). *Quantum Algorithms for Supervised and Unsupervised Machine Learning*. ArXiv:1307.0411.
26. MCHUGHEN, A. (2008). Learning from Mistakes: Missteps in Public Acceptance Issues with GMOs. En K.

- David y P. Thompson (Eds.), *What Can Nanotechnology Learn from Biotechnology? Social and Ethical Lesson for Nanoscience from the Debate over Agrifood Biotechnology and GMOs* (pp. 33-53). Elsevier.
27. MISSAOUI, W., Arnold, R. y Cummings, B. (2021). Safe Nanoparticles: Are We There Yet? *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 385.
  28. MONTENEGRO, I., González, E. y Botero, M. (2016). Opportunities for Joint Cooperation in R&D for FEALAC Countries: On Nanotechnology and Biotechnology. *STI Policy Review*, 7(2), 106-131.
  29. ORGANIZACIÓN PARA la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2020). *OECD Digital Economy Outlook 2020*. OECD Publishing.
  30. PARWEZ, K. y Budihal, S. (2020) Risk Management and Regulatory Aspects of Carbon Nanomaterials. En *Carbon Nanomaterials for Agri-Food and Environmental Applications* (pp. 595-613). Elsevier.
  31. PÉREZ, J. y Kreinovich, V. (2018). Gartner's Hype Cycle: A Simple Explanation. *International Journal of Computing and Optimization*, 5(1), 1-4.
  32. QU, Z., Zhang, S. y Zhang, C. (2017). Patent Research in the Field of Library and Information Science: Less Useful or Difficult to Explore? *Scientometrics*, 111(1). doi: 10.1007/s11192-017-2269-2
  33. RAMSDEN, J. (2016). *Nanotechnology an Introduction*. Elsevier.
  34. RASHEED, T., Bilal, M., Lqbal, H. y Li, C. (2017). Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaves extract of Artemisia Vulgaris and their Potential Biomedical Applications. *Colloids Surf B Biointerfaces*. doi: 10.1016/j.colsurfb.2017.07.020
  35. ROCO, M. (2020). Principles of Convergence in Nature and Society and their Application: from Nanoscale, Digits, and Logic Steps to Global Progress. *Journal Nanoparticles Research*, 22(321), 1-27.
  36. ROCO, M. y Montemagno, C. (eds.). (2004). *The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies*. New York Academy of Sciences, Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1013.
  37. ROCO, M., Mirkin, C. y Hersam, M. (2011). *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020*. Springer.
  38. ROCO, M., Bainbridge, W., Tonn, B. y Whitesides, G. (eds.) (2013). *Convergence of Knowledge, Technology and Society*. Springer.
  39. ROCO, M., Williams, R. y Alivisatos, P. (eds.) (2000). *Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report, Vision for Nanotechnology R&D in the Next Decade*. Springer-Science+Business Media, B.V.
  40. ROSENBERG, N. (1963). Technological Change in the Machine Tool Industry 1840-1910. *The Journal of Economic History*, 23(4), 414-443.
  41. ROSENBERG, N. (1976). *Perspectives on Technology*. Cambridge University Press.
  42. SCHEUFELE, D. y Lewenstein, B. (2005). The Public and Nanotechnology: How Citizen Make Sense of Emerging Technologies. *Journal and Nanoparticles Research*, 7, 659-667.
  43. SCHULD, M. y Petruccione, F. (2018). *Supervised Learning with Quantum Computers*. Springer.
  44. SERRA, R. (2003). Bioinformática: la creciente interconexión entre biología y computación. *Boletín Electrónico de la Sociedad Española de Genética*, 17, 8-10.
  45. SIEGEL, R., Hu, E. y Roco, N. (eds.). (1999). *Nanostructure Science and Technology*. National Science and Technology Council (NSTC).
  46. SILVERBERG, G., Dosi, G. y Orsenigo, L. (1988). Innovation, Diversity and Diffusion: a Self-Organizing Model. *Economic Journal*, 98, 1032-1054.
  47. SPENDELER, L. (2005). Organismos modificados genéticamente: una nueva amenaza para la seguridad alimentaria. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 271-282.
  48. STUART, E. y Compton, R. (2015). Nanoparticles-Emerging Contaminants. En L. Moretto y K. Kalcher (eds.), *Environmental Analysis by Electrochemical Sensors and Biosensor. Nanostructure Science and Technology* (pp. 855-878). Springer.
  49. THE EUROPEAN Parliament and the Council of the European Union (2015). Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council on novel foods. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2283/oj>
  50. TOUMEY, C. (2006). National Discourses on Democratizing Nanotechnology. *Quaderini*, 61, 81-101.
  51. UNE 166000 (2011). *Gestión de la I+D+i: terminología y definiciones de las actividades de I+D+I*. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/une-166000>
  52. VADEN, V. y Melcher, U. (1990). Recombination Sites in Cauliflower Mosaic Virus DNAs: Implications for Mechanisms of Recombination. *Virology*, 177, 717-726.
  53. YING, M. (2010). Quantum Computation, Quantum Theory and AI. *Artificial Intelligence*, 174, 162-176.
  54. ZHANG, L. y Huang, Q. (2011). Environmental Fate, Transport, and Transformation of Carbon Nanoparticles. En *Biotechnology and Nanotechnology Risk Assessment: Minding and Managing the Potential Threats around Us*. American Chemical Society Symposium Series.
  55. ZHONG, H. S., Wang, H., Deng, Y. H., Chen, M. C. y Chao, L. (2020). Quantum Computational Advantage Using Photons. *Science*, 370(6523), 1460-1463.



▪ *Célula de Purkinje y árbol dendrítico, corteza cerebelosa de rata, 2015* | Capturada por: Michael Hausser, Sarah Rieubland y Arnd Roth.  
Tomada de: [theconversation.com](http://theconversation.com)

## 2. Convergencia y transformaciones del poder

*Convergência e transformações do poder*

---

*Convergence and Power Transformations*

# Ciencia ciudadana y nuevas relaciones de poder y control\*

Ciência cidadã e novas relações de poder e controle

Citizen Science and New Relations of Power and Control

José Luís Blasco Ejarque\*\*, Francisco Tirado\*\*\* y Joan Rovira Martorell\*\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a6

En este artículo se analiza el rol de la ciencia ciudadana como dispositivo postbiopolítico (psicopolítico) de dominación y subjetivación en las prácticas científicas ciudadanas en el marco de las sociedades neoliberales del siglo XXI. En tal sentido, analiza cómo la convergencia NBIC (nano, bio, info y cogno) establece un presente histórico tecnocientífico en el que se definen nuevas articulaciones para las relaciones de control y poder. Los autores concluyen considerando que la psicopolítica se revela como un paradigma de dominación propio de las sociedades del rendimiento, que incentivará modelos de desarrollo afines a la ciencia abierta o ciudadana. **Palabras clave:** ciencia ciudadana, biopolítica, psicopolítica, NBIC, dataísmo, sociedades neoliberales.

*Neste artigo se analisa o papel da ciência cidadã como dispositivo postbiopolítico (psicopolítico) de dominação e subjetivação nas práticas científicas cidadãs no marco das sociedades neoliberais do século XXI. Em tal sentido, analisa como a convergência NBIC (nano, bio, info e cogno) estabelece um presente histórico tecnocientífico em que se definem novas articulações para as relações de controle e poder. Os autores concluem considerando que a psicopolítica se revela como um paradigma de dominação próprio das sociedades do rendimento, que incentivará modelos de desenvolvimento afins à ciência aberta ou cidadã.*

**Palavras-chave:** ciência cidadã, biopolítica, psicopolítica, NBIC, dataísmo, sociedades neoliberais.

*This article analyzes the role of citizen science as a post-biopolitical (psychopolitical) dispositive of domination and subjectivation in citizen scientific practices within the neoliberal societies of the 21st century. In this sense, it analyzes how the NBIC (nano, bio, info, and cogno) convergence establishes a technoscientific historical present in which new articulations of power and control relations take form. It concludes with the consideration that psychopolitics is revealed as a paradigm of domination within performance societies, which would encourage development models related to open or citizen science.*

**Keywords:** Citizen Science, Biopolitics, Psychopolitics, NBIC, Dataism, Neoliberal Societies.

\* El presente artículo se desprende de la investigación "Escenarios de futuro de las políticas de desarrollo local en la época postpandemia. De la biopolítica a la psicopolítica", que hace parte de un proyecto general denominado "Las relaciones de poder y control en la ciencia ciudadana". El trabajo se ha realizado en el marco de trabajo del grupo Barcelona Science and Technology Studies (STSb), programa de doctorado Persona y Sociedad en el Mundo Contemporáneo, Departamento de Psicología Social, Universidad Autónoma de Barcelona (España).

\*\* Estudiante de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona (España). Magíster en Psicología Social. Correo: joseluis.blasco@autonoma.cat

\*\*\* Profesor titular de la Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Psicología Social, Barcelona (España). Doctor en psicología. Correo: franciscojavier.tirado@uab.cat

\*\*\*\* Estudiante de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona (España). Magíster en Psicología Social. Correo: joan.rovira@e-campus.uab.cat

original recibido: 18/06/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 95~109

Ciencia ciudadana es un concepto que recientemente ha ganado una amplia popularidad entre la ciudadanía (Hand, 2010). Su definición hace referencia a la colaboración de los ciudadanos en proyectos de investigación tecnocientífica. La ciencia ciudadana consiste en una práctica emergente en la que científicos y ciudadanos legos participan en el desarrollo de tareas de investigación, con el propósito de generar nuevos conocimientos destinados tanto a la academia como a la sociedad civil.

Este tipo de práctica despliega una serie de discursos y actuaciones que aspiran a desarrollar una investigación abierta, inclusiva y colaborativa (Fecher y Friesike, 2013) en el marco conceptual de la llamada ciencia abierta. Como explican Anglada y Abadal (2018), la ciencia abierta supone la ruptura con un paradigma hegemónico en la manera de entender y practicar la ciencia, porque: a) incluye a las personas legas en el proceso de creación de conocimiento epistémicamente válido; b) obliga al estamento científico a relacionarse con grupos que previamente eran los receptores pasivos de sus productos; y c) somete el proceso de creación de conocimiento y tecnología a una supervisión que va más allá de los colegios profesionales y los propios expertos. Como han señalado algunos autores, no hay que perder de vista, sin embargo, que esta democratización del proceder científico se realiza en el marco de referencia de las prácticas económicas y gubernamentales sobre las producciones de conocimiento encuadradas en los dispositivos del neoliberalismo que caracteriza al inicio de nuestro siglo XXI (Steger y Roy, 2011).

Los inicios de la ciencia ciudadana occidental comenzaron a dibujarse a lo largo del siglo XIX, con

estudios sobre las aves migratorias o las predicciones de las mareas. Sin embargo, la aparición y el desarrollo de esta práctica, tal como la entendemos actualmente, es uno de los fenómenos resultantes de la denominada convergencia NBIC (nano, bio, info y cogno) que identifican y “sintetizan la integración, interdisciplinariedad y multidisciplinariedad del conocimiento científico” (Morales, 2020, p. 1). El desarrollo de esta convergencia implica un cambio de paradigma a escala global, tanto en las estructuras productivas del conocimiento como en la propia construcción de subjetividades y las relaciones de poder.

La ciencia ciudadana supone una comprensión de la investigación en la que tienen lugar los siguientes cambios: a) participan actores hasta ahora excluidos de la producción y la validación del conocimiento académico; b) se recolecta la información a partir de vías y procedimientos nuevos, más públicos y abiertos; y c) se difunde el conocimiento soslayando los circuitos privados, que hasta el momento exigían una aportación económica regular para ser explotados.

Por todo esto, no resulta aventurado afirmar que la ciencia ciudadana, específicamente, y de manera más general la convergencia NBIC, establecen un presente histórico tecnocientífico en el que como efecto de la mencionada convergencia se definen también nuevas articulaciones para las relaciones de control y poder<sup>1</sup>.

En ese sentido, en el presente artículo analizaremos dos realidades que operan al unísono. En primer lugar, argüiremos que la denominada ciencia ciudadana, que muchos analistas presentan como un enorme logro de la democratización de la producción y el uso del

conocimiento científico, es un dispositivo que encierra importantes relaciones de poder y control. En segundo lugar, mostraremos que estas pasan desapercibidas porque no exhiben el formato de las viejas relaciones biopolíticas. Por el contrario, la ciencia ciudadana conforma lo que hemos denominado dispositivos postbiopolíticos o psicopolíticos. En ellos, las relaciones de poder y control basadas en la acción sobre poblaciones dejan paso a un ejercicio centrado en la optimización de las potencialidades psíquicas o psicológicas de los ciudadanos. Para ello, mostraremos primero cómo la convergencia NBIC ha potenciado el cambio de las prácticas tecnoculturales de la ciencia fomentando el desarrollo de la llamada ciencia ciudadana.

En el segundo apartado definiremos el concepto de *dispositivo*, posteriormente hablaremos de las llamadas *sociedades rendimiento*, para continuar con la discusión de modelos y casos de ciencia ciudadana, y finalizamos con la descripción de los mecanismos de poder subyacentes a la ciencia ciudadana. Nuestro trabajo empírico se enfoca en la descripción de los diferentes niveles de participación en proyectos de ciencia ciudadana, con la intención de identificar las tendencias más significativas y con el propósito de profundizar en el estudio de las relaciones de poder y control en las sociedades del rendimiento postbiopolíticas.

## Más allá de la ciencia ciudadana

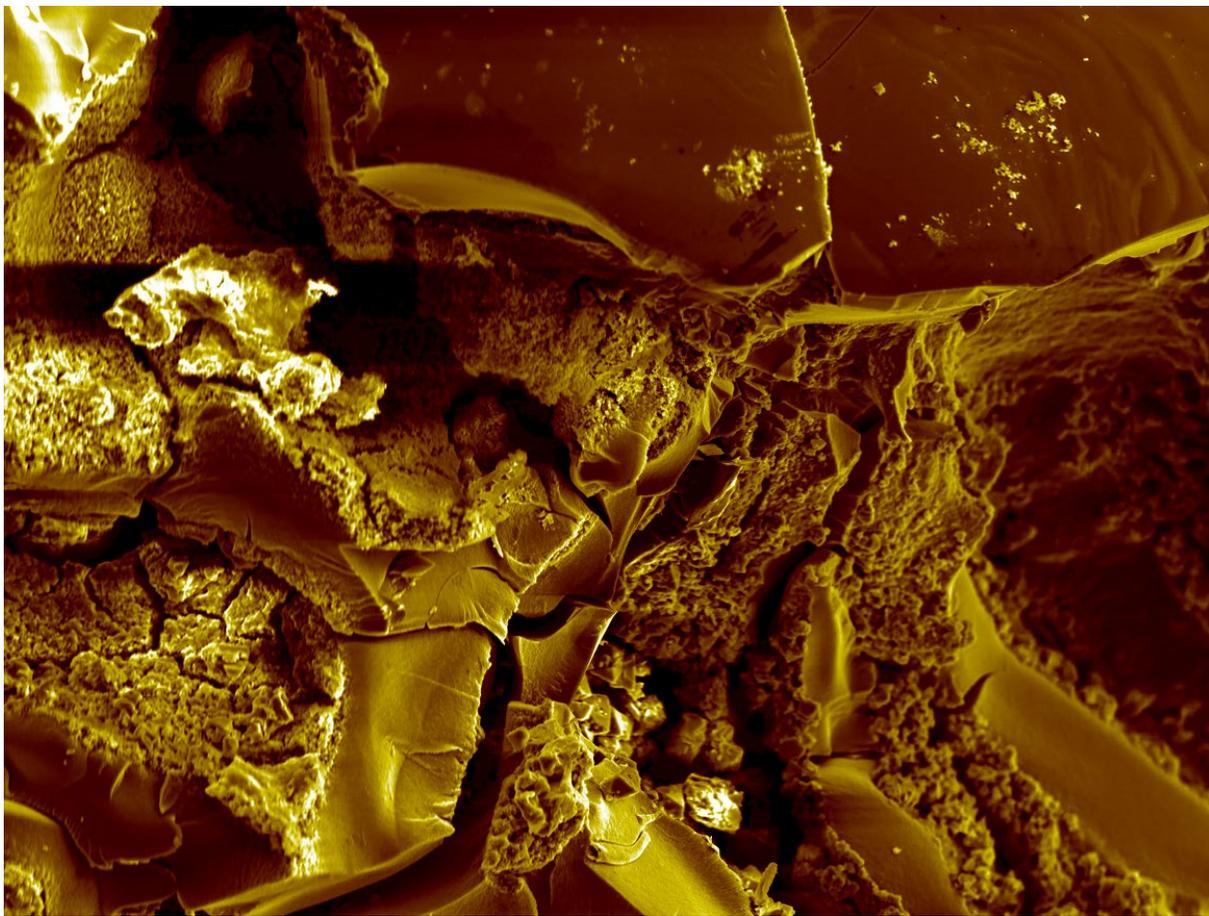
Existe una amplia literatura que muestra que el proceso de asimilación social de las tecnologías NBIC posibilita la incorporación de la ciencia a la vida cotidiana de los ciudadanos e induce el desarrollo de nuevas formas de reconfiguración de nuestra relación con el conocimiento, su distribución, su uso y, en definitiva, su conceptualización. Por ello, la ciencia ciudadana no se presenta únicamente como un modelo colaborativo para contribuir a la generación de conocimiento científico, es mucho más. Es un instrumento de participación comunitario destinado a abordar un conjunto de desafíos sociales, ambientales y educativos desde una perspectiva multiescalar y comprometida con un cambio total del ser humano, desde lo local a lo global:

Ser local y global a la vez es muy difícil para los excluyentes, para quienes se creen diferentes y mejores que los demás, y para quienes no están dispuestos a convivir con otras cultu-

ras, razas, idiomas y religiones. Los glocales no pueden vivir aislados, deben estar en permanente contacto con otras personas, civilizaciones, opiniones e ideas y ser muy activos en los terrenos de las finanzas, la industria, la cultura, la ciencia y la tecnología. (Monteagut, 2013)

Este hecho reviste al tecnólogo, al científico y al lego con un rasgo reivindicativo o con el equipamiento de un activista. Así, la colaboración de los ciudadanos se materializa básicamente por medio de la recopilación de datos de manera pasiva o activa, pero siempre de forma voluntaria. El uso de las tecnologías de la información es fundamental dado que permite recopilar una ingente cantidad de datos mediante el uso de dispositivos electrónicos personales como los celulares o los computadores personales, en un periodo acelerado y continuo. Han (2014) ha llamado a este ejercicio *datificación*, y es un elemento que puede ir precedido por un análisis y la verificación de estos datos, que de forma transparente se publican en plataformas digitales donde la información aportada puede ser comparada, comprobada y observada por todos los participantes del proyecto de investigación, a modo de panóptico colaborativo digital. Se pretende, de esta manera, que el ciudadano se convierta en un investigador que a la vez es un emprendedor que se autoexige un máximo rigor en su actividad, dado que su interés o motivación determinará la dedicación e implicación con el proyecto de investigación.

Cualquier ciudadano, con independencia de su formación o conocimientos, puede embarcarse en un proyecto de ciencia ciudadana, la motivación y el interés, de nuevo, determinan el grado de implicación, y el resultado puede consistir tanto en generar conocimiento científico como en incidir en políticas públicas en defensa de los derechos de la ciudadanía. Por tanto, la ciencia ciudadana se autodefine como un nuevo paradigma de producción científica fundamentada en la generación ingente de datos por parte de la sociedad civil. Articulada por medio de sofisticadas herramientas sociodigitales, que pueden implicar, entre otros métodos, la utilización de instrumentos destinados a la datificación de la información obtenida, el uso del *big data* como mecanismo privilegiado de análisis, la recopilación de datos a través de entornos muy ludificados, la vigilancia colaborativa entre las partes implicadas en un mismo proyecto, la experimentación participativa y la transparencia como proposición transversal.



▪ Mezcla de micro y nanoestructuras, 2015 | Capturada por: Cris Orfescu, NanoArt 21. Tomada de: Nanoart.org

Estamos, por tanto, ante un instrumento de trabajo colaborativo, no remunerado, que se enfrenta a desafíos tan ambiciosos como pueden ser los ambientales, los sociales y los sanitarios.

No obstante, la participación no implica *per se* formar parte del diseño y la elaboración de los proyectos de investigación. Por tanto, y de forma mayoritaria, nos encontramos con una ciencia ciudadana direccionada hacia la consecución de metas predeterminadas por la agenda tecnocientífica. En ella, no se trataría tanto de una producción entre pares como de un despliegue de infraestructuras digitales destinadas prioritariamente a la identificación, la recolección y, en ocasiones, la transformación de la información. Como consecuencia, no se puede inferir que la ciencia ciudadana es completamente horizontal, dado que los ciudadanos comparten información, pero no participan de forma paritaria en el desarrollo del proyecto científico. Por tanto, observamos que esa no horizontalidad se oculta detrás de conceptos como participación, capacitación, transpa-

rencia o empoderamiento, nociones que inundan los proyectos de ciencia ciudadana, pero que no llegan al nivel o al momento en el que se definen tales proyectos.

No obstante, y aunque parezca paradójico, esta no horizontalidad no hace referencia al nuevo mecanismo de poder que instala la ciencia ciudadana, es simplemente un vestigio de relaciones verticales del pasado que fácilmente puede detectarse y solventarse. En realidad, es precisamente en los conceptos mencionados donde se intenta cubrir esta vieja verticalidad, donde realmente se despliega un nuevo dispositivo de poder y control. Antes de entrar a mostrar sus características, haremos un pequeño proemio conceptual y aclararemos qué entendemos por la noción de dispositivo.

## ¿Qué es un dispositivo?

Un *dispositivo* es al mismo tiempo una herramienta conceptual, metodológica y heurística: “Un dispositivo

no es algo abstracto. En tanto red relaciones de saber/poder existe situado históricamente –espacial y temporalmente– y su emergencia siempre responde a un acontecimiento que es el que lo hace aparecer, de modo que para hacer inteligible un dispositivo resulta necesario establecer sus condiciones de aparición en tanto acontecimiento que modifica un campo previo de relaciones de poder” (García Fanlo, 2007, p. 2).

Por tanto, el dispositivo se refiere a una red de relaciones de saber-poder en la que se inscribe el sujeto. La academia, los repositorios virtuales, los instrumentos electrónicos (celulares, computadores, cámaras), la comunidad de investigación ciudadana, los promotores de proyectos científicos, las organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros, y no cada uno de ellos de forma separada, pueden ser un dispositivo. Siempre que acertemos como analistas a hacer inteligible la lógica o el hilo invisible que une a todos esos elementos en una misma lógica de actuación, el dispositivo interconectaría los diferentes componentes en una misma red.

Afirmamos, recurriendo a la lógica de análisis que marca ese concepto, que la ciencia ciudadana es un conjunto de elementos (prácticas diversas, discursos variados, instituciones implicadas, grupos concernidos, políticas de definición, entre otros) que se constituyen como un dispositivo específico en el seno de la convergencia NBIC. Evidentemente, no es el único que se puede describir, pero sí uno que resulta relevante porque predica sobre la institución de un nuevo tipo de relaciones de poder y control. En las páginas que siguen desvelaremos tanto los elementos que caracterizan al mencionado dispositivo como la lógica que los convierte en tal estructura.

En relación con la noción de dispositivo, nuestro presente ha sido caracterizado por diversos autores, entre ellos Deleuze, como sociedades de control. Estas habrían dejado atrás las sociedades de normalización o disciplina, tal y como las describió Foucault (2011), y señalarían una preeminencia del control sobre la vigilancia, de las tecnologías de la información sobre las analógicas y un triunfo del conocimiento experto en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana. No obstante, la convergencia NBIC estaría mostrando un cambio y la llegada de algo diferente en tales sociedades. En ese sentido, la noción de dispositivo, tal y como se ha descrito en el apartado anterior, permite analizar la lógica de esa transformación.

Una pista de esta transformación aparece en el trabajo de Ritzer (2019), quien señala que los ciudadanos podrían estar dejando de ser consumidores para empezar a ser prosumidores, es decir, consumidores-trabajadores que ofrecen su fuerza de trabajo de forma voluntaria y gratuita, en nuestro caso prosumidores de la ciencia. Este hecho permite describir un nuevo tipo de realidad que podría denominarse sociedades de rendimiento. Mientras que la ciencia abierta se define como “un cambio de paradigma en la manera de hacer ciencia, el cambio no está en lo que se hace sino en cómo se hace” (Anglada y Abadal, 2018), paralelamente, en la sociedad de rendimiento, la ciencia se prefigura como un tipo de relación horizontal en la cual el ciudadano se presenta como cocreador de proyectos de investigación, a la vez que produce y consume ciencia. Estamos ante una transición, no solo de modelos de ciencia sino de sociedades.

## Sociedades de rendimiento

Deleuze (2012) anticipa esta transición cuando afirma que la llamada sociedad disciplinaria definida por Foucault está siendo desplazada por una emergente sociedad fundamentada en un incesante control. Han, por su parte, a partir del análisis del anterior modelo, considera que las sociedades contemporáneas avanzan hacia un nuevo paradigma distinto al biopolítico, este paradigma es el denominado *psicopolítico*, que parte de la influencia de las tecnologías de la comunicación y las estructuras socioeconómicas del neoliberalismo del siglo XXI. Así, se identifica una transición del individuo de la sociedad disciplinaria al individuo de la sociedad de rendimiento, que alienta el desarrollo personal, entendido como una fábula de autoliberación y desbordamiento de los propios límites:

El yo como proyecto, que cree haberse liberado de las coacciones externas y de las coerciones ajenas, se somete a coacciones internas y a coerciones propias en forma de coacción de rendimiento y optimización. (Han, 2014, p. 7)

Han (2014) sostiene que es el sujeto, y no otras categorías como la población o el grupo, quien se convierte en elemento fundamental en la producción de conocimiento por medio de la datificación de su vida. En ese plano, instituciones, prácticas, actividades e incluso tecnologías asentadas en la transparencia, el

autoemprendimiento y la colaboración vigilada señalan que asistimos a una transición desde unos mecanismos de poder y control denominados biopolíticos (fundamentados en la noción de población y en actividades realizadas en espacios como el cuartel o la prisión) a otros que se denominan psicopolíticos, y que se asientan en la permanente producción de datos individuales a partir de experiencias centradas en lo psíquico:

Con el fin de aumentar la productividad se sustituye el paradigma disciplinario por el de rendimiento, por el esquema positivo del poder hacer, pues a partir de un nivel determinado de producción, la negatividad de la prohibición tiene un efecto bloqueante e impide un crecimiento ulterior. La positividad del poder es mucho más eficiente que la negatividad del deber. (Han, 2012, p. 27)

En este sentido, el concepto de psicopolítica es determinante para entender la ciencia ciudadana y sus tecnologías del poder, dado que en la ciencia ciudadana se ejerce un control sin imponer control. La positivización de los proyectos de ciencia ciudadana, la pretensión del rendimiento, de visualizar, de ludificar, el dataísmo, genera una determinada tipología de control que no viene desde fuera (externo), si no del propio interior del sujeto (psique), y que es infinitamente más coercitivo dado que se invisibiliza e interioriza en el comportamiento del sujeto.

## Ciencia ciudadana en acción

Los proyectos de ciencia ciudadana se están convirtiendo en una imparable tendencia, apoyados por instituciones supraestatales como la Unesco, programas estatales financiados por organizaciones federales norteamericanas y comunitarias, como ejemplifica el programa Horizonte 2020 o espacios de difusión como la plataforma científica ciudadana de la Unión Europea Eu-Citizen Science. Los encontramos en entidades privadas y públicas que fomentan el desarrollo de redes, comunidades de práctica, observatorios, entre otros. En España, verbigracia, tenemos el Observatorio de la Ciencia Ciudadana que desarrolla publicaciones que escenifican, potencian y desarrollan la implantación de comunidades destinadas a la producción de datos y el intercambio de metodologías, herramientas, entre los miembros de las comunidades locales y globales.

Estas estructuras fomentan la creación de interconexiones entre diferentes actores y potencian las prácticas e intersecciones entre la academia y el mercado. En este modelo cualquier elemento, academia, administración, ciudadano o empresa puede afectar o incidir en el otro, propiciando el desarrollo de metodologías, decálogos sobre lo que es ciencia ciudadana, marcos regulatorios, legislación, praxis, tendencias, tecnologías sociodigitales, libros blancos (Serrano *et al.*, 2014), así como una gran cantidad de documentos académicos, repositorios de imágenes, audios, videos, en fin, cientos y miles de terabytes de datos.

Los proyectos de ciencia ciudadana alcanzan prácticamente la totalidad de las disciplinas académicas, entre ellas la geografía, el medio ambiente, la epidemiología, la física, la psicología, la criminología, la neurología, la biología y la genética. Dichos proyectos siempre se formulan con una voluntad manifiesta de transparencia, que implica la necesidad de generar información, datos, ya sea de forma pasiva o activa, de forma sofisticada o sencilla, ludificada o referenciada, colectiva o individualizada, así como desde la óptica del rendimiento y las capacidades cognitivas como motores de ejecución. De este modo, la ciencia ciudadana se construye en torno a la idea de una colaboración definida por Piña (2017) a partir de cuatro rasgos: a) voluntariedad, b) distribución geográfica, c) utilización de tecnologías digitales, y d) dirigida a la consecución de objetivos determinados por la agenda científica.

De un modo parecido, Haklay (2013) identifica cuatro niveles de participación y compromiso en los proyectos de ciencia ciudadana. Un primer nivel se identifica como *crowdsourcing*, en el cual el ciudadano tiene como función principal generar información (datos) de forma voluntaria. Un segundo nivel se denomina inteligencia distribuida, en el que las competencias cognitivas de los sujetos son el principal recurso de apropiación del sistema de ciencia ciudadana. Un tercer nivel se denomina ciencia participativa, en la cual se participa en la definición de problemas y en la recopilación de datos. Y, finalmente, un cuarto nivel se denomina ciencia ciudadana extrema o ciencia colaborativa, en que el ciudadano participa en la definición de problemas, recopilación y análisis de estos.

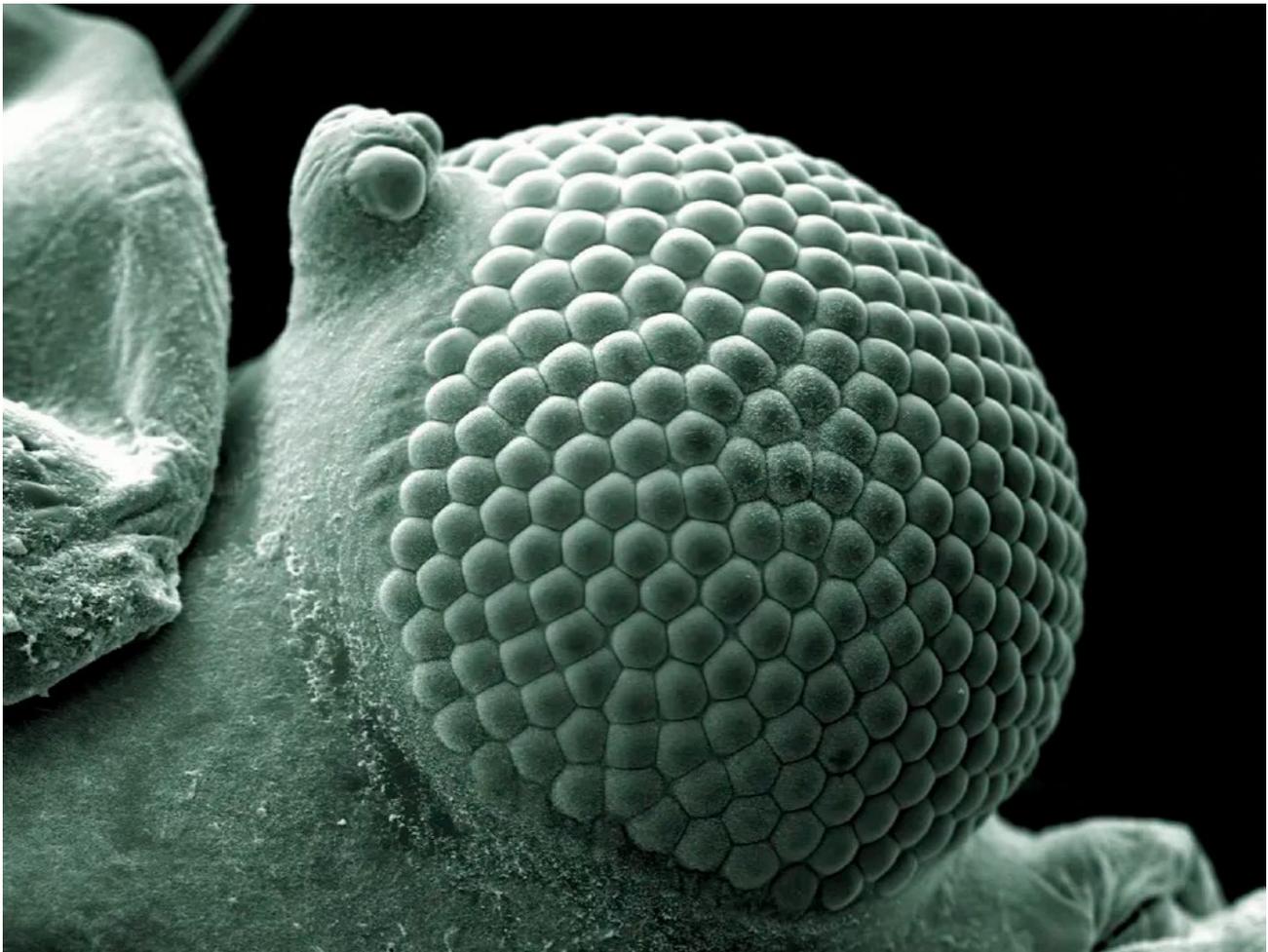
Según la anterior taxonomía, a medida que ascendemos de nivel, el uso de las capacidades cognitivas, de

análisis y relacionales por parte del sujeto se intensifica. Estas clasificaciones estarían enriqueciéndose con nuevas formas de participación provenientes del desarrollo en el ámbito extraacadémico de modelos mixtos privados y públicos de ciencia ciudadana. Podemos hablar, en este sentido, de las comunidades *hackers*, entornos *makers* o *labs*, entre otros espacios de advenimiento y transformación de la ciencia ciudadana. Conviene señalar que algunos proyectos únicamente implican a los ciudadanos en un determinado proceso del estudio, y que en otros de forma transversal la colaboración se desarrolla a lo largo de la mayor parte del proyecto. La colaboración se convierte en polimorfa y dependiente del estadio del proyecto y su tipología.

Un ejemplo interesante de todo lo mencionado es el caso de Bee-Path, definido como una ilustración de *crowdsourcing* (Howe, 2006) que involucra a los voluntarios en la captura de datos (*volunteer sensing*):

Bee-Path es una herramienta que permite estudiar la movilidad humana, registrándola a través de una aplicación para dispositivos móviles. Se activa en contextos específicos. Ofrece un análisis automático del tipo de movilidad realizada por el usuario y propone modelos matemáticos para explicar los fenómenos observados para que en el futuro pueda predecir la movilidad en contextos determinados. Bee-Path es fruto de un equipo multidisciplinario que implica físicos, biólogos y artistas. (OpenSystems, n. d.)

Como se observa, el proyecto transforma al sujeto en un sensor que a partir de su movilidad o ubicación genera información mediante dispositivos electrónicos y/o *wearables*. La “IOTización” del individuo y su entorno implica la recopilación y el análisis constante de datos, relacionados con el sujeto en su cotidianidad<sup>2</sup>, ya sea la disposición espacial (Bee-Path), la calidad de aire que respira (Open-Seneca), el grado de iluminación de las vías públicas (Street Spectra), las percepciones de



▪ *Micrografía del ojo de un pulgón, 2015* | Capturada por: Kevin Mackenzie / Universidad de Aberdeen. Tomada de: Muyinteresante.es

seguridad en el entorno urbano por medio de un brazalete electrónico móvil, la contaminación lumínica con el proyecto Astros, los patrones de comunicación o el estado emocional mediante el análisis de las imágenes expuestas en redes sociales como Instagram, o la cesión de recursos de procesamiento y análisis por medio del uso de tecnologías digitales.

Los anteriores ejemplos son especialmente apropiados porque la mayoría de los proyectos de ciencia ciudadana tienen como base el *crowdsourcing* y podemos encontrarnos con modalidades tan dispares como la prestación de recursos informáticos, que implica la cesión de uso de dispositivos digitales (celulares, ordenadores, sensores en el ámbito doméstico, entre otros), mediante la llamada computación voluntaria (*volunteer computing*), en la cual los ciudadanos, de forma altruista, facilitan parte de sus recursos informáticos de modo remoto (capacidad de procesamiento de la tarjeta gráfica, almacenamiento, entre otros), como en el proyecto global SETI@Home<sup>3</sup> de búsqueda de vida extraterrestre, o el proyecto epidemiológico Covid-phym<sup>4</sup>. Este último se define del siguiente modo:

Encontrar un fármaco utilizado en el tratamiento de otras enfermedades virales que actúe contra el coronavirus (SARS-CoV-2) es el propósito del proyecto de ciencia ciudadana COVID-PHYM, impulsado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Fundación Ibercivis. Puesto que algunos medicamentos en uso ya han demostrado ser suficientemente seguros para la salud humana, podrían estar disponibles para tratar a pacientes con COVID-19 mucho antes que un compuesto de nueva creación y, por tanto, acelerar el control de la pandemia. Bajo esta premisa, el Grupo Biophym del Instituto de Estructura de la Materia del CSIC se ha propuesto realizar simulaciones de la interacción de fármacos empleados contra el ébola, la infección por VIH, la gripe o la hepatitis B con la maquinaria de replicación del genoma del virus SARS-Co-V.

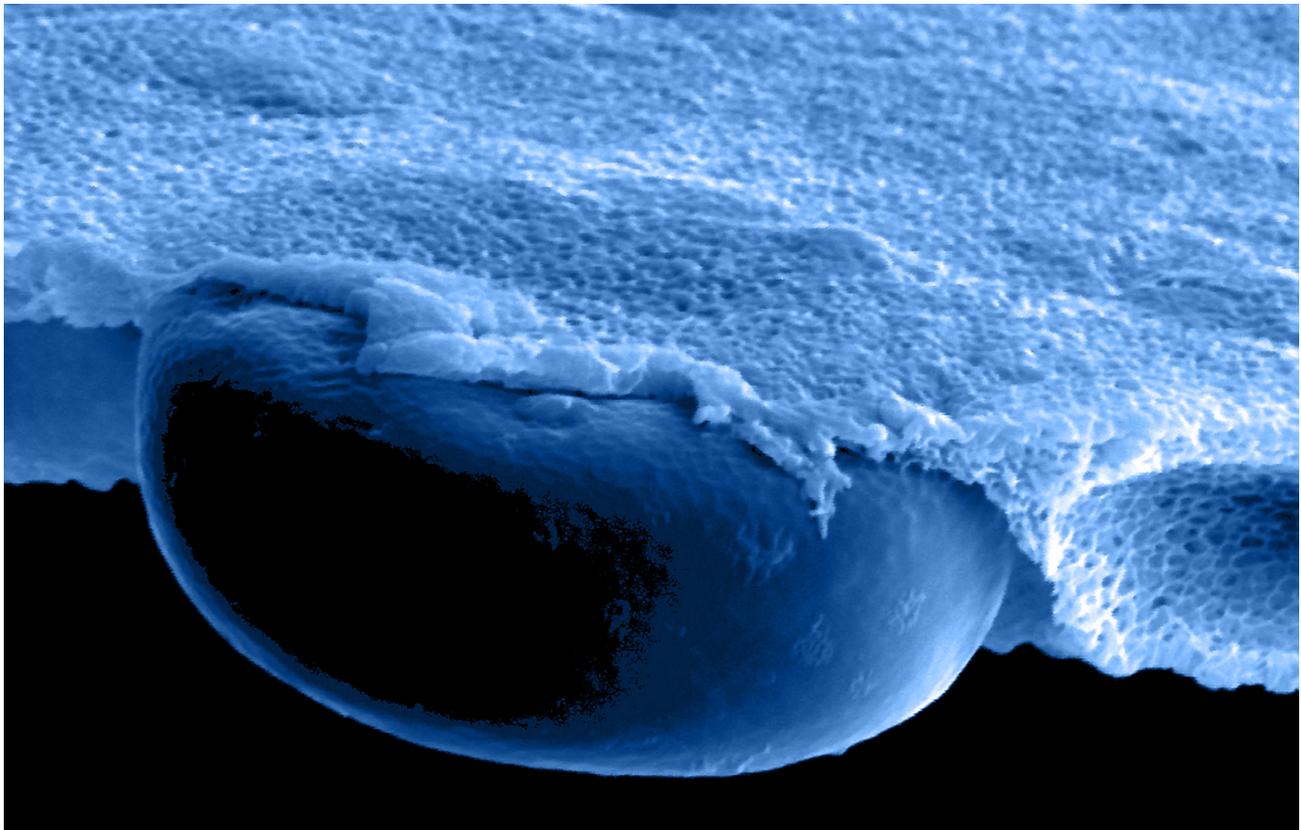
Para ello recurrirá a técnicas informáticas y a la ayuda de los ordenadores de miles de personas voluntarias conectadas a través de la plataforma de computación distribuida de Ibercivis. Estas operaciones mostrarán si alguna de las moléculas logra inhibir una proteína clave en la multiplicación del virus denominada ARN polimerasa dependiente de ARN. De ser así, el fármaco se convertiría en un candidato idóneo para ser probado en ensayos clínicos con personas. (Proyecto Covid-PHYM, n. d.)

Otro apartado de interés de la ciencia ciudadana es la inteligencia distribuida. En este caso, los voluntarios tienen que aplicar un conjunto de capacidades cognitivas propias para participar. No estamos hablando de sujetos pasivos que actúan como sensores o que ceden parte de sus recursos informáticos en un proceso de investigación como el SETI@Home. Se trata de sujetos motivados que realizan una aportación intelectual, consciente, que implica la puesta en funcionamiento de habilidades cognitivas a diferentes niveles, dependiendo de la tipología del proyecto. Habitualmente, en estos proyectos encontramos acciones formativas básicas, ya sea por medio de tutoriales, formación presencial o asincrónica en la cual los voluntarios desarrollan unas competencias mínimas que les permitirán participar de una forma adecuada con respecto a los protocolos de recolección de información de proyectos científicos. Podemos encontrar ejemplos clásicos<sup>5</sup> como Galaxy Zoo, Ebird, o proyectos más actuales como Cape Citizen Science, Open Aerial Map, o ejemplos de *crowd-mapping*, todos los cuales implican un aprendizaje y el desarrollo de un cierto nivel de habilidades cognitivas; la psique es la fuerza productiva.

Dentro de la categoría de inteligencia distribuida se está desarrollando con fuerza una nueva tendencia basada en la utilización de la ludificación como instrumento de apropiación de conocimiento y herramienta de *engagement* con los ciudadanos: reconvertimos al ciudadano en un jugador a través de un espacio de rendimiento ludificado.

Un ejemplo ilustrativo es el caso de Foldit<sup>6</sup>, un videojuego *online* con el que se pretende determinar la estructura de las proteínas en forma de rompecabezas que los jugadores deben armar. Un proyecto similar, llamado Eterna<sup>7</sup>, facilita que los jugadores elaboren diferentes combinaciones del ARN; con la colaboración de los ciudadanos se pudo conseguir el diseño de medicamentos para enfermedades tan graves como el cáncer o la covid. En la misma línea se puede mencionar MalariaSpot<sup>8</sup>, un juego que permite diagnosticar casos de malaria, gracias a una aplicación descargable en el App Store, o, por ejemplo, el juego Stall Catchers<sup>9</sup>:

El Human Computation Institute, basado en la Universidad de Cornell, desarrolló el juego Stall Catchers para aplicar la “ciencia ciudadana” a la investigación del cerebro. Los prime-



▪ *Micropartícula incrustada en una red nano*, 2015 | Capturada por: Cris Orfescu, NanoArt 21. Tomada de: Nanoart.org

ros resultados generados, que fueron presentados en el Festival de Ciencias Británico en Brighton, muestran la distribución de los vasos sanguíneos obstruidos de ratones que han sido manipulados genéticamente para simular la enfermedad de Alzheimer en humanos. En los últimos meses, miles de jugadores han estado analizando imágenes en movimiento, obtenidas a través de la microscopía de fluorescencia, de cerebros de ratones con la enfermedad de Alzheimer. Hasta el momento, se han analizado cerca de 40.000 películas. Los jugadores compiten para obtener puntos conforme reconocen los vasos sanguíneos obstruidos, conocidos como stalls (bloqueos), que tienen un papel importante pero poco entendido con respecto al avance de la enfermedad. (Afabaix.org, 2017)

En el tercer apartado, según la anterior clasificación de Haklay (2013), nos encontramos con la denominada ciencia participativa, relevante para la llamada ciencia comunitaria puesto que el ciudadano se involucra en la determinación de problemas (medioambientales, sociales) y participa activamente en la recopilación de datos. En este tipo de actuaciones podemos encontrar mediadores comunitarios

como organizaciones no gubernamentales (ONG), asociaciones o entidades sin ánimo de lucro, entre otros. Estamos ante una reivindicación comunitaria (Irwin, 1995), modelada por un poder de guante blanco, una propuesta seductora que pretende empoderarnos, convertirnos en empresarios de nosotros mismos, dado que comenzamos un proyecto que pretende conseguir justicia social y cambiar nuestro entorno, al que no podemos negarnos dada nuestra condición de sujetos de rendimiento y a la positividad que emana de un proyecto de estas características.

Los proyectos de ciencia participativa tienen impacto sobre los conocimientos de las comunidades con respecto a un entorno medioambiental. Un ejemplo es el proyecto de ciencia ciudadana de la ONG ambiental Green Human, con sede en la ciudad de Changsha (China), dedicada a fomentar la protección del medio ambiente y monitorear los niveles de contaminación de los ríos, en una zona de alta contaminación hidrológica, debido a la proliferación de numerosas industrias electrónicas relacionadas con la fabricación de *smartphones*.

Green Hunan fomenta la preservación de estos ríos, gracias al trabajo de voluntarios que monitorean regularmente la calidad del agua y publican los resultados en Weibo, una de las redes sociales más importantes del planeta, con más de 511 millones de usuarios, con el propósito de generar conciencia medioambiental y presionar a las industrias electrónicas. Otro ejemplo en esta línea es el liderado por la ONG Greenpeace, concretamente a partir del Global Mapping Hub<sup>10</sup>. Un de los proyectos es la iniciativa basada en el estudio de los incendios primaverales en las turberas de Rusia y del Báltico. Una red de colaboradores globales mapea y determina las áreas incendiadas. Se trata de un trabajo exhaustivo y muy técnico, dado que la identificación de imágenes no está automatizada. Como producto obtenemos un mapa colaborativo en el que se pueden identificar las zonas.

El análisis de la contaminación de los ríos de la región de Changsha, o el seguimiento de las áreas desertificadas por parte de los incendios primaverales de las turberas a lo largo de Rusia y el Báltico, son proyectos encomiables, en los cuales la participación ciudadana es determinante. Hablamos de una participación ciudadana especializada, con una formación instrumental y en la cual se requiere un rendimiento intelectual, dado que las tareas que se deben desempeñar presuponen un nivel de desarrollo cognitivo medio-alto, lo que implica una participación en la definición del problema, la recopilación de datos y, por tanto, en la datificación del contexto.

En este sentido, merece una especial atención la denominada ciencia ciudadana extrema, que incluye el análisis de los datos y su posible discusión por parte de los ciudadanos como elemento diferenciador. Los científicos desempeñan un rol de facilitadores, dinamizadores o intermediarios entre la recopilación de la información y la producción de conocimiento. Esta práctica pretende desdibujar fronteras jerárquicas ciudadano-científico,

potenciando el denominado diseño social *bottom up* (de abajo hacia arriba), con el propósito de identificar las necesidades, las problemáticas, las prácticas y las necesidades locales, interpretadas como necesidades globales (desforestación del Amazonas, del África Subsahariana, entre otras), con el propósito de construir redes de colaboración que permitan elaborar procesos de cocreación científica que posibiliten transformar problemáticas arraigadas en las comunidades. Un ejemplo significativo son las investigaciones desarrolladas por Muki Haklay (2013) en el marco del programa Extreme Citizen Science, de la University College of London (UCL), en las que se hace partícipes a comunidades indígenas subsaharianas en el desarrollo de iniciativas de ciencia ciudadana destinadas a mejorar su entorno.

## De la biopolítica a la psicopolítica: poder y control en la ciencia ciudadana

Foucault (2012) distinguió tres dispositivos sucesivos de poder que se definían de forma paralela al análisis histórico del que denominó sociedades de soberanía, de disciplina y de gubernamentalidad. Desde el dere-



▪ *El Segundo Beso, nanoescultura (técnica mixta), 2014 | Autor: Jonty Hurwitz. Tomada de: Jontyhurwitz.com*

cho a la muerte que tenían los señores feudales sobre sus vasallos, hasta las técnicas de vigilancia como el panóptico, y el disciplinamiento de los cuerpos en instituciones (psiquiátricos, escuelas, fábricas, entre otros), se observa una progresiva transformación en nuestra manera de conceptualizar y ejercer el poder. En la actualidad, la ciencia ciudadana se presenta como un paradigma democratizador de la producción de conocimiento tecnocientífico que tendría la característica de sortear la mencionada secuencia de desarrollo de las relaciones de poder y control.

No obstante, esto no es así. En todos los ejemplos mencionados en el apartado anterior se configura una situación en la que se pasa de una atención especial al individuo, como ente por disciplinar (anatomopolítica), o como parte de una población que es necesario intervenir (biopolítica), a un imperativo en el que el ciudadano puede participar como científico ciudadano en cómo mejorar su entorno, su trabajo, su ciudad... en definitiva, su realidad cotidiana. Esta situación define lo que Han (2014) ha denominado *psicopolítica*. Las características de este dispositivo se desprenden de los ejemplos mencionados en el anterior apartado y serían las siguientes:

## Identificación personal

La participación de la sociedad civil a partir del interés de la comunidad científica en la respuesta a retos sociales y ambientales, entre otros. Es un proceso definido a partir del consenso entre científicos y ciudadanos, así como de la identificación de problemáticas, la detección de saberes o conocimientos locales, entre otros, que propicia que tales elementos sean más apoyados popularmente y se genere una amplia identificación personal e individual por parte de los participantes. Esa asunción, que se torna casi vital en algunos casos, permite que cualquier cambio sobre las propuestas discutidas se experimente como un problema prácticamente subjetivo e identitario. Por esta razón, Han (2014) sostiene que la datificación basada en el *big data* es un instrumento psicopolítico eficiente que permite adquirir un conocimiento integral de la dinámica inherente a la sociedad de la comunicación. Se trata de un conocimiento de dominación que permite intervenir en la psique y condiciona en un nivel individual y prerreflexivo.

## Gestión del presente a partir del futuro

La ciencia ciudadana es un gran mecanismo de recolección de diversos tipos de datos. Como muestra la página corporativa de World Community Grid IBM<sup>11</sup>, se elaboran mensajes de alto impacto emocional que son difíciles de resistir o criticar por parte de los individuos. En ese sentido, se formulan preguntas del tipo: “¿Y si pudiera ayudar a tratar el cáncer infantil, mientras publica una actualización?, ¿Y si pudiera estudiar las bacterias mientras tuitea?, ¿Y si pudiera ayudar a buscar tratamientos de covid-19, mientras mira un video?”, que recurren al imperativo de participación que mencionábamos anteriormente y son difíciles de sortear. Por esta razón, la psicopolítica opera con un tipo de poder inteligente, amable, que no lucha contra la voluntad de los sujetos impelidos, sino que dirige esa voluntad a su favor.

“Es más afirmativo que negador más seductor que represor. Se esfuerza en generar emociones positivas y en explotarlas. Seduce en lugar que prohibir. No se enfrenta al sujeto, le da facilidades” (Han, 2014, p. 17). Opera potenciando el futuro, proyectos de realización de actividades y deseos personales cuya consecución implica, por supuesto, una reorganización de nuestro presente.

## Ludificación

El carácter lúdico, el beneficio social, la aceleración de la producción, la externalización del desarrollo y la implicación emocional, hacen de la ludificación un instrumento caudal de las sociedades de rendimiento, dado que fomenta exponencialmente las capacidades productivas mediante una tecnología de poder seductora, adictiva, emocionante, que intensifica nuestro nivel de atención y productividad. Tal como refiere Han:

Para generar mayor productividad del capitalismo de la emoción se apropia del juego, que propiamente debería ser el otro trabajo. Ludifica el mundo de la vida y del trabajo. El juego emocionaliza, incluso dramatiza el trabajo y así genera una mayor motivación. A través de una rápida experiencia exitosa y de un sistema de gratificación instantánea se aumenta el rendimiento y el producto. Un jugador con sus emociones muestra mayor iniciativa que un actor racional o un trabajador meramente racional. (2014, p. 42)

## La psique es fuerza productiva

De todo lo dicho anteriormente se desprende la siguiente conclusión: la ciencia ciudadana desarrollada en las sociedades de rendimiento necesita de producción cognitiva para poder alcanzar sus metas. Por tanto, la psique aparece como una fuerza que puede mover el motor de la economía neoliberal, espolear las luchas políticas o erigirse en el objetivo último de captura y transformación de toda ideología. En ese sentido, no resulta arriesgado afirmar que, en nuestro presente, la psique se torna en la materia prima de unas tecnologías de autoexplotación que atienden a los preceptos de producción y rendimiento. Esto se traduce en nuestra vida cotidiana en la aparición de un ciudadano obligado a desarrollar ciertas habilidades cognitivas, a optimizarlas, incrementarlas... a cuidarlas permanentemente, en pocas palabras. Y, por supuesto, el desarrollo técnico y científico dependerá también de la conformación de este tipo de ciudadano. Un ejemplo muy sencillo que se puede traer a colación para entender esta idea son todas las campañas promaternidad que existen en diversos países europeos en los que se insta a las futuras madres a formarse sobre su nuevo estado y se las compara explícitamente con devenir cuasienfermeras.

## Ausencia de narrativa

Como hemos visto, la datificación de la realidad fomenta únicamente el cálculo de esta, instaurando un presente continuo de datos que evolucionan, mejoran, empeoran, se combinan y recombinan. No obstante, estos son ajenos a cualquier tipo de narrativa puesto que nunca plantean la pregunta: ¿por qué?, ¿por qué existe un nivel de contaminación superior a la media en nuestros ríos?, ¿por qué están asentadas en nuestros territorios industrias globales?, ¿por qué existe tan poco interés por los incendios? Este dataísmo anclado en el momento presente de la producción del dato, al no interrogar por causas, no puede politizar la realidad, es más, la despolitiza ya que la ausencia de narrativa iguala los momentos de medición a los momentos de reivindicación, estableciéndose, por tanto, una triangulación inversa entre la intención de protesta (cambio), el dataísmo (abstracción de la realidad) y el empoderamiento del ciudadano (sucedáneo/placebo de libertad).

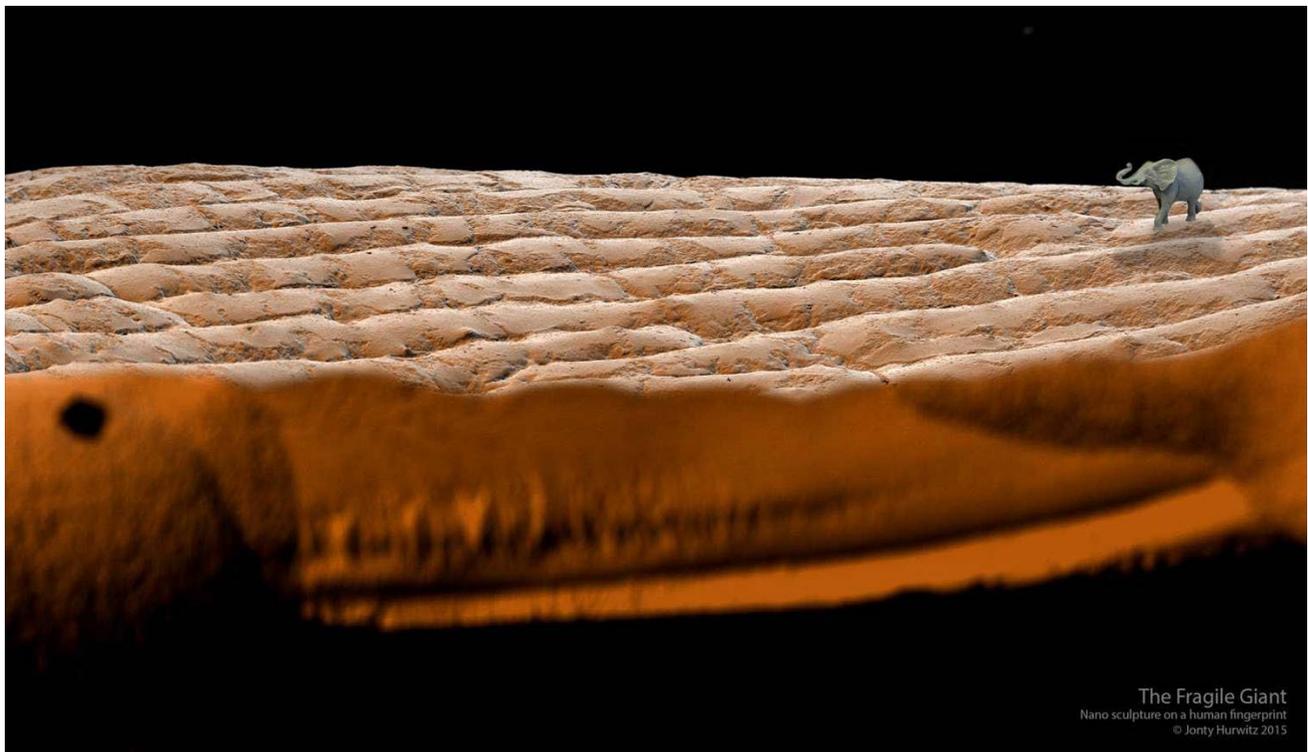
Dado que la protesta expresa la necesidad de cambio, la datificación escenifica el punto de inicio de esta reivindicación, pero, al mismo tiempo y de manera paradójica, es inhibidora de la protesta y del cambio ya que el dato es resultado de “la renuncia al significado y las conexiones” (Han, 2014), es decir, una renuncia a la pregunta por el origen o las causas. O si se prefiere expresar de este modo, supone un silencio sobre estas. En definitiva, produce una posición adaptativa y sinérgica con la dominación, señala un momento de posible cambio y evolución que rápidamente es obviado o cae en el mencionado silencio.

## Conclusiones

La llamada ciencia hegemónica está dando paso a un nuevo paradigma científico denominado ciencia abierta. En este se busca romper el monopolio academicista del conocimiento científico, incluyendo a la ciudadanía en los procesos de definición de las problemáticas por investigar, la recolección de datos, el análisis de estos y su discusión. No obstante, este auge debe entenderse como un reflejo de la transición de las sociedades de control hacia las sociedades de rendimiento mediante dispositivos neoliberales del siglo XXI. Por tanto, el desarrollo de la ciencia ciudadana está estrechamente unido a la narrativa neoliberal, y los ciudadanos científicos transmutan a la figura de prosumidor, consumidores-trabajadores de ciencia. Por medio de los diferentes niveles de participación en la ciencia ciudadana (ciudadana extrema, ciencia colaborativa, ciencia participativa, entre otros), identificamos claramente la función productora de conocimiento por parte del ciudadano, que al mismo tiempo es un consumidor de esta información.

Dado que la ciencia ciudadana neoliberal amplía sus raíces y desarrolla sus redes en la captación de grandes flujos de información generando datos, así como registros sobre los comportamientos de los participantes, nos encontramos posiblemente ante un excedente conductual.

A partir de la producción de datos y su explotación por medio del *big data*, la ciencia ciudadana presenta inquietantes paralelismos con los mecanismos de apropiación conductual del neoliberalismo extractivo



▪ *El gigante frágil, nano escultura (resina), 2015* | Autor: Jonty Hurwitz. Tomada de: Jontyhurwitz.com

de datos (Zuboff, 2020). En este, el excedente conductual puede ser reutilizado por los propios mediadores tecnológicos para la alimentación de algoritmos destinados a un nuevo tipo de producción científica o a la generación de inteligencia predictiva.

Esta producción inmaterial, cognitiva, no regulada por una relación contractual, encuentra su expresión más afín en las diferentes categorías de ciencia ciudadana. La activación de esta fuerza de trabajo, no remunerada, motivada, interesada, se realiza en las denominadas por Han sociedades de rendimiento.

Nuestra conclusión es que las sociedades de rendimiento son la plataforma ideal de desarrollo de la ciencia ciudadana. La evidencia reside en el comportamiento de los individuos. El concepto de laboratorio parametrizado, con variables controladas, y con sujetos experimentales, da paso a laboratorios vivientes, donde los sujetos son coproductores de conocimiento, no únicamente como casos de estudio, sino como agentes cogeneradores, donde los procesos biopolíticos defini-

dos por Foucault son sobrepasados por el paradigma psicopolítico emergente, tal como los describe Han.

En este caso, estamos ante un poder blando, seductor, que consigue que los ciudadanos faciliten sus datos, informaciones personales, conocimiento, que se impliquen de forma abnegada en proyectos colectivos, produzcan contenidos, respondan a retos, se autoexijan, interioricen como propias necesidades ajenas, participen de forma activa en *hapennings* a modo de *hackatones* o *blitzs*, aunque los retos sean genéricos, deslocalizados, alejados de su entorno y de sus necesidades inmediatas.

De este modo, la psicopolítica se nos revela como un paradigma de dominación propio de las sociedades del rendimiento, que incentivará modelos de desarrollo afines a la ciencia abierta o ciudadana, dado que el fin último es la datificación, entendida como un conjunto de informaciones que permiten alimentar las tecnologías de algoritmización propias del neoliberalismo del siglo XXI.



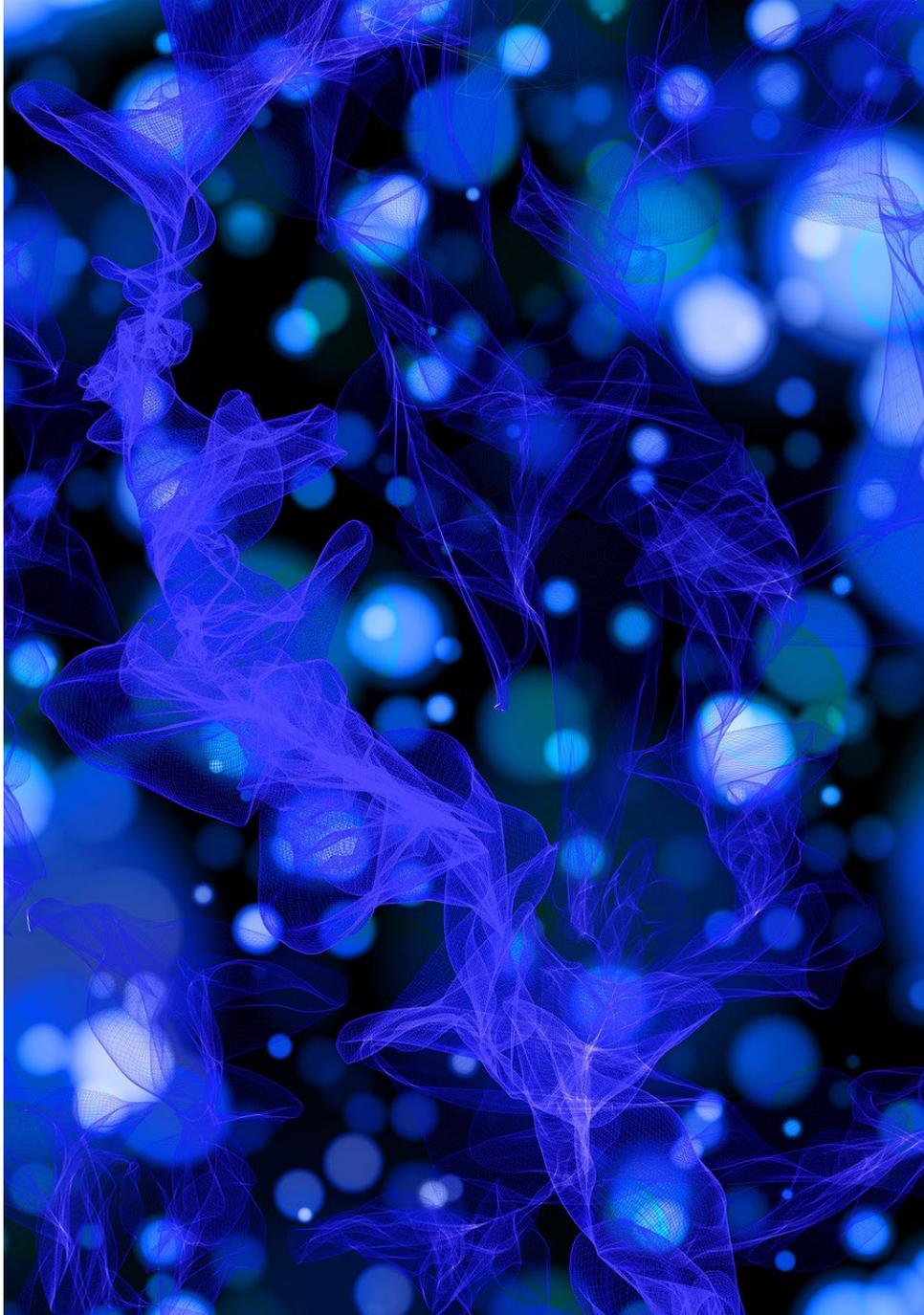
▪ *Confianza, nano escultura (técnica mixta), 2014* Autor: Jonty Hurwitz.  
Tomada de: Jontyhurwitz.com

## Notas

1. Con frecuencia, las investigaciones sobre ciencia ciudadana centran sus análisis en las relaciones de poder entre científicos y ciudadanos. Consideramos que este centro de gravedad debe complementarse con el análisis de los procesos de comunicación que acompañan a tal relación y se dan también entre estos dos agentes. En estas páginas no hemos tratado esta cuestión porque quedaba fuera del alcance de sus objetivos, sin embargo, los interesados en la temática pueden consultar el trabajo de autores como John Durant y Bruce Lewenstein.
2. Más información en <http://www.ub.edu/opensystems/es/proyectos/beepath/>, <https://open-seneca.org/>, <https://streetspectra.actionproject.eu/>, <https://astros.uniovi.es/>
3. Más información en <https://setiathome.berkeley.edu/>
4. Más información en <https://ibercivis.es/project/proyecto-covid-phym/>
5. Más información en <https://www.zooniverse.org/projects/zookeeper/galaxy-zoo/> <https://www.birds.cornell.edu/home>, <https://openaerialmap.org/>.
6. Más información en <https://fold.it/>
7. Más información en <https://eternagame.org/>
8. Más información en <https://malaria-spot.org/>
9. Más información en <https://stallcatchers.com/main>
10. Más información en <https://maps.greenpeace.org/2020/07/13/the-opportunities-of-crowdmapping/>
11. Más información en <https://www.worldcommunitygrid.org/discover.action>

## Referencias bibliográficas

1. AFABAIX.ORG (2017, 15 de noviembre). *Videojuegos, claves en la lucha contra el Alzheimer*. <https://afabaix.org/es/content/videojuegos-claves-en-la-lucha-contra-el-alzheimer>
2. ANGLADA, L. y Abadal, E. (2018). ¿Qué es la ciencia abierta? *Anuario ThinkEPI*, 12, 292-298. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.43>
3. DELEUZE, G. (2012, 14 agosto). Post-scriptum sobre las sociedades de control. *Polis* [en línea]. <https://journals.openedition.org/polis/5509>
4. FECHER, B. y Friesike, S. (2013). *Open Science: One Term, Five Schools of Thought*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2272036>
5. FOUCAULT, M. (2011). *Vigilar y castigar. Nacimiento de la prisión*. Siglo XXI.
6. FOUCAULT, M. (2012). *Nacimiento de la biopolítica*. Akal.
7. GARCÍA FANLO, L. (2011). ¿Qué es un dispositivo? Foucault, Deleuze, Agamben. *A Parte Rei*, 74. <http://serverbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/fanlo74.pdf>
8. HAKLAY, M. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information - Overview and Typology of Participation. En D. Z. Sui, S. Elwood y M. F. Goodchild (eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer. doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7)
9. HAN, B. (2012). *La sociedad del cansancio*. Herder.
10. HAN, B. (2014). *Psicopolítica. Neoliberalismo y nuevas técnicas de poder*. Herder.
11. HAND, E. (2010, 5 de agosto). Citizen Science: People Power. *Nature*, 466, 685-687. <https://doi.org/10.1038/466685a>
12. HOWE, J. (2006, 1.º de junio). The Rise of Crowdsourcing. *Wired*. <http://www.wired.com/2006/06/crowds/>
13. IRWIN, A. (1995). *Ciencia ciudadana*. Routledge.
14. MONTEAGUT, A. (2013, 22 de septiembre). Local, Global o Glocal. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/opinion/articulos/20130922/54387862395/local-global-o-glocal.html>
15. MORALES, J. E. (2020). Utilidad y aplicaciones de las tecnologías convergentes. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 4(1), 43-53. <https://doi.org/10.36314/cunori.v4i1.108>
16. OPENSYSYSTEMS (n. d.). Universidad de Barcelona. Proyecto Beepath. <http://www.ub.edu/opensystems/es/proyectos/beepath/>
17. PIÑA, J. (2017). Ciencia ciudadana como emprendimiento de la ciencia abierta. *Liinc em Revista*, 13. <https://doi.org/10.18617/liinc.v13i1.3765>
18. PROYECTO COVID-PHYM (n. d.). Fundación Ibercivis. <https://ibercivis.es/project/proyecto-covid-phym>
19. RITZER, G. (2019). *La importancia creciente de los consumidores-trabajadores: su impacto en el trabajo asalariado. El trabajo en la Era de los Datos*. BBVA. <https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2020/02/BBVA-OpenMind-George-Ritzer-Importancia-creciente-consumidores-trabajadores-impacto-en-rabajo-asalariado.pdf>
20. SERRANO SANZ, F., Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., Sanz García, F. y Silva, C. G. (2014). *White Paper on Citizen Science for Europe*. Socientize Consortium. [https://www.zsi.at/object/project/2340/attach/White\\_Paper-Final-Print.pdf](https://www.zsi.at/object/project/2340/attach/White_Paper-Final-Print.pdf)
21. STEGER, M. y Roy, R. (2011). *Neoliberalismo. Una breve introducción*. Alianza Editorial.
22. WORLD COMMUNITY Grid (n. d.). IBM. <https://www.worldcommunitygrid.org/discover.action>
23. ZUBOFF, S. (2020). *Capitalismo de vigilancia*. Paidós.



▪ *Ilustración de moléculas azules* | Tomada de: Pikrepo.com

# Convergencia tecnológica en Argentina y México, entre potencialidades globales y asimetrías locales\*

*Convergência tecnológica na Argentina e no México, entre potencialidades globais e assimetrias locais*

*Technological Convergence in Argentina and Mexico, between Global Potentialities and Local Asymmetries*

Eduardo Robles-Belmont\*\*, Leandro Lepratte\*\*\* y Javier Ávila\*\*\*\*

DOI:10.30578/nomadas.n55a7

Este artículo caracteriza los temas de investigación en la literatura en torno a la convergencia tecnológica a escala global, en Argentina y en México, además de analizar el lugar de este concepto en documentos rectores de la política de ciencia y tecnología en estos dos países, así como iniciativas que impulsan dicha convergencia. Los resultados muestran asimetrías entre los dos países y conexiones globales, así como un uso del concepto en la política de ciencia y tecnología basado en las promesas y las potencialidades de las tecnologías emergentes. Los autores concluyen que para entender mejor estos procesos sociotécnicos, se requiere un nuevo abordaje que parta de los imaginarios sociotécnicos, entre otros aspectos determinantes.

**Palabras clave:** convergencia tecnológica, Argentina y México, literatura académica, política en ciencia y tecnología, imaginarios sociotécnicos, fronteras disciplinares.

*Este artigo caracteriza os temas de investigação na literatura em torno da convergência tecnológica a escala global, na Argentina e no México, além de analisar o lugar deste conceito em documentos reitores da política de ciência e tecnologia nestes dois países, assim como iniciativas que impulsionam tal convergência. Os resultados mostram assimetrias entre os dois países e conexões globais, assim como um uso do conceito na política de ciência e tecnologia baseado nas promessas e as potencialidades das tecnologias emergentes. Os autores concluem que para entender melhor estes processos sociotécnicos, se requer uma nova abordagem que parta dos imaginários sociotécnicos, entre outros aspectos determinantes. Palavras-chave: convergência tecnológica, Argentina e México, literatura acadêmica, política em ciência e tecnologia, imaginários sociotécnicos, fronteiras disciplinares.*

*This article characterizes the research topics in the technological convergence literature on a global scale, in Argentina and Mexico. It analyzes the place this concept takes in the main documents of science and technology policy in these two countries, as well as initiatives that promote this convergence. The results show asymmetries between the two countries and global connections and present a use of the concept in science and technology policy based on the promises and potential of emerging technologies. The authors conclude that to better understand these sociotechnical processes, it is required a new approach that starts from sociotechnical imaginaries, among other determining aspects. Keywords: Technological Convergence, Argentina and Mexico, Academic Literature, Science and Technology Policy, Sociotechnical Imaginaries, Disciplinary Boundaries.*

\* Este trabajo surge a partir del proyecto "Convergencia Tecnológica e innovación en empresas intensivas en conocimiento" PID, INC, UTN. Desde el año 2017, los autores nos hemos interesado en la forma como se ha construido este concepto y cómo ha sido adoptado en América Latina.

\*\* Investigador titular A, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, (DMMSS, LAR), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México (México). Doctor en Sociología Industrial, máster en Management Stratégique et Génie des Organisations, Ingeniero Industrial. Correo: eduardo.robles@iimas.unam.mx

\*\*\* Director del Grupo de Investigación sobre Innovación, Desarrollo y Competitividad (GIDIC), Universidad Tecnológica Nacional (FRCU), Argentina. Doctor en Ciencias Sociales y Humanas, magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Sociólogo. Correo: leprattel@frcu.utn.edu.ar

\*\*\*\* Director de investigación en Divergencia Transdisciplinaria AC. Doctor en Transdisciplina por el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) de México, Ciudad de México (México). Sociólogo y Psicólogo. Correo: javilac@cinvestav.mx

original recibido: 08/06/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 111 ~ 123

La noción de convergencia tecnológica, así como la de tecnologías convergentes (empleadas en la literatura y en el discurso en el plano académico como sinónimos) han tomado un lugar importante en la promoción para el desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías. En la década de 1990, en el marco del desarrollo de la telefonía móvil, observamos que en la literatura científica se comenzó a mencionar la convergencia tecnológica (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). Sin embargo, con el desarrollo de las nanociencias y las nanotecnologías, estas nociones cobraron visibilidad tanto en la literatura científica como en el plano de la política en ciencia y tecnología. Esto se ha dado en el contexto de la Iniciativa Nacional para las Nanotecnologías en Estados Unidos, donde los trabajos de Roco y Bainbridge (2002) sentaron las bases de un marco de referencia para la convergencia tecnológica en torno a nanotecnología, biotecnología, informática y ciencias cognitivas (NBIC).

Otro marco referencial es el reporte de la Comisión Europea, en el que se proponen dieciséis recomendaciones que van del establecimiento de una estrategia y una agenda de investigación hasta un marco regulatorio y de gobernanza para la convergencia tecnológica (Nordmann, 2004). A nuestro conocimiento, en ningún país de la región de América Latina existe todavía un documento oficial que defina un plan para el desarrollo de la convergencia tecnológica. Sin embargo, han tenido lugar diversas iniciativas para promoverla y la noción de convergencia tecnológica está presente en forma implícita en el discurso de actores científicos, tecnológicos y políticos.

En los procesos de instalación y desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías, las potencialidades técnicas, económicas y sociales de los nuevos conoci-

mientos y sus aplicaciones se divulgan para promover su desarrollo. Estos atributos de las nuevas ciencias y tecnologías han sido señalados en el desarrollo de las nanotecnologías, pero también se han resaltado los límites sociotécnicos y las asimetrías en los países desarrollados para beneficiarse de estas nuevas tecnologías (Cozzens *et al.*, 2013; Invernizzi *et al.*, 2015). Igualmente, en el caso de las biotecnologías, las expectativas anunciadas han sido importantes para el desarrollo de los países latinoamericanos (Bisang *et al.*, 2009), y los cuestionamientos sobre sus alcances y riesgos también han estado presentes en su desarrollo (Arqué, 2003). Ambas tecnologías se han anunciado como disruptivas y, en efecto, observamos que su despliegue es transversal a diferentes sectores industriales.

En la actualidad, por una parte, la biotecnología está presente en diferentes sectores y actividades económicas como la medicina, la agricultura y los alimentos, entre otros. La nanotecnología, por su parte, cada año gana terreno en productos de uso cotidiano como la electrónica, los textiles, la medicina, entre otros productos y sectores. En ambos casos, las publicaciones científicas y las patentes no han cesado de aumentar, así como los mercados en los que se comercializan productos con aplicaciones basadas en estas tecnologías emergentes (Cozzens *et al.*, 2010). Sin embargo, los avances en la regulación y los estudios sobre los riesgos de las aplicaciones no han tenido la misma suerte. Incluso, las promesas positivas de las aplicaciones de estas tecnologías emergentes aún están pendientes.

Por otro lado, la convergencia tecnológica ha llamado nuestra atención, ya que este concepto ha sido ampliamente movilizad para promover el desarrollo y la convergencia de diversas tecnologías nuevas. De hecho, en el contexto de la convergencia tecnológica, las

nanotecnologías han sido referidas como el catalizador para el desarrollo de aplicaciones potenciales al converger con la biotecnología, las ciencias cognitivas y las tecnologías de la información para mejorar el desempeño humano (Roco y Bainbridge, 2002). La convergencia tecnológica se ha extendido rápidamente en el discurso de actores científicos y políticos. Miège y Vinck (2012) distinguen tres concepciones en los discursos que la promueven: la primera, hace referencia al acercamiento de campos científicos hacia su hibridación, al trabajar sobre objetos a la escala nanométrica; la segunda concepción se confunde frecuentemente con la primera, ya que el progreso del conocimiento está ligado al de las tecnologías donde la integración disciplinar se da a la escala nanométrica; y la tercera concepción es la contraparte socio-económico-política de las dos anteriores.

Es interesante de resaltar esta tercera concepción en la aceptación de la convergencia tecnológica, ya que, de acuerdo con estos autores, hace referencia a la construcción de las políticas y agendas de investigación, al acercamiento físico e institucional, a la hibridación de las disciplinas y del conjunto de los actores implicados (científicos, tecnólogos, industriales, tomadores de decisiones y otros actores de la sociedad). Además, Schummer (2010) señala cómo se ha desplegado la convergencia tecnológica en el marco de las nanotecnologías en la retórica de los actores que han promovido el concepto y estas tecnologías emergentes. En el proceso de instalación y desarrollo de las nanotecnologías, la convergencia tecnológica ha estado presente como argumento central en la retórica de los actores que han impulsado el desarrollo de estas nuevas tecnologías.

Esto se constata en los documentos publicados por Roco y sus colaboradores en el marco de la Iniciativa Nacional para las Nanotecnologías en Estados Unidos, la cual estableció la agenda de investigación para el desarrollo de la nanociencia y las nanotecnologías en aquel país y es considerada el punto de partida de la carrera internacional para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en esta área emergente. En este contexto, se establecieron las bases para el desarrollo de estas tecnologías, las cuales han sido tomadas como referencias en diversos países. En el caso de América Latina, no todos los países cuentan con agendas dedicadas al desarrollo de las nanotecnologías, sin embargo, en las iniciativas institucionales y los discursos políticos y científicos se encuentran elementos que coinciden

con las referencias establecidas en la iniciativa nacional de Estados Unidos.

Frente a la emergencia y el avance de la convergencia tecnológica nos ha interesado estudiar la evolución del concepto y cuál ha sido el papel de las disciplinas en la literatura académica (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). La presencia de este concepto en la retórica y en las agendas de investigación sucede de forma explícita o implícita. En este trabajo nos interesa conocer cómo ha sido adoptado este concepto en la región de América Latina, en particular en los casos de Argentina y México. Se trata de explorar el lugar que ha ocupado la convergencia tecnológica en el ámbito de la política en ciencia y tecnología. Para abordar esta cuestión, en una primera etapa analizamos la literatura académica desde una perspectiva bibliométrica a escala global, así como para Argentina y México. Este análisis ha consistido en caracterizar la literatura en estos dos niveles y compararlos para identificar las relaciones que hay en las temáticas que se han desarrollado.

En la segunda etapa, se realiza una revisión de documentos institucionales y oficiales en el marco de la política pública en ciencia y tecnología en Argentina y México, esto con el fin de caracterizar el contexto en el cual el concepto de convergencia tecnológica es empleado en la dimensión de la política pública. En los resultados identificamos que las concepciones que se tienen en ambos países presentan conexiones con lo global, pero hay una asimetría en el perfil en cada caso, exceptuando en el contexto de la emergencia y el desarrollo de las nanotecnologías. Finalmente, proponemos que estos resultados pueden ser profundizados si se discuten en el marco de los “imaginarios socio-técnicos” (Jasanoff y Kim, 2015) y señalamos cómo la convergencia tecnológica ha sido un recurso retórico en el proceso de desdibujamiento de las disciplinas y de las dinámicas en el establecimiento de relaciones entre las diferentes esferas en el desarrollo de nuevos conocimientos y sus aplicaciones.

## Convergencia tecnológica: emergencia y evolución del concepto

Antes de continuar con los resultados de este estudio, pensamos que es pertinente revisar lo que se entiende por

convergencia tecnológica, ya que es importante precisar el concepto. Identificamos que este concepto aparece por primera vez en la literatura académica en la revista *Electronics*, anunciado por Samuel Weber (1967). En la década de 1970 y hasta la primera década de este siglo, el fenómeno de convergencia se vio como la trayectoria o proceso de cambio tecnológico que ha sucedido en la industria de las tecnologías de la información y la comunicación (Farber y Baran, 1977; Lind, 2004). La convergencia tecnológica igualmente se percibe como un nicho para generar nuevos modelos de negocios (A. G. Nyström, 2005; A. Nyström, 2009). Por otro lado, en el marco del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, Chang *et al.* (2014) y Kodama (2014) proponen periodos en el análisis de la evolución de la convergencia.

El primero, denominado “fusión tecnológica”, abarca el periodo de 1975 a 1990 y se relaciona con la emergencia de la mecatrónica y la optoelectrónica, así como con el modelo de gestión empresarial de Japón. El segundo periodo, entre 1990 y el 2000, denominado “modularización”, hace referencia a los drásticos cambios producidos por la industria de la computación, sus componentes y la combinación de sus elementos, así como el impacto en la organización horizontal de la producción a escala global.

A partir de la década de los años 2000, el concepto de convergencia tecnológica hace referencia a los cambios observados de la revolución digital, los cuales dan lugar a la unión entre las telecomunicaciones, las tecnologías de la información y la comunicación, el internet y la electrónica de consumo masivo, lo que ha desembocado en un mercado global de productos y servicios basados en estas innovaciones. Esta revisión de la evolución del concepto de convergencia tecnológica nos muestra cómo ha estado estrechamente relacionada con las esferas industriales y de negocios, elementos que han sido retomados al llevar este concepto al contexto de los avances en otras tecnologías emergentes, igualmente a partir de la primera década de este siglo.

En la actualidad, el concepto de convergencia tecnológica se relaciona con el desarrollo de las nanociencias y las nanotecnologías, sin embargo, la convergencia tecnológica en la literatura académica se ha usado en el contexto del desarrollo de la mi-

croelectrónica y sus aplicaciones (telefonía móvil, por ejemplo), al menos desde la década de 1990, como se mencionó en las líneas anteriores. No hay una definición consensuada en la literatura académica, sin embargo, su uso ha ido en aumento, y de forma aún difusa hace referencia a los procesos de innovación y cambios tecnológicos, económicos y sociales resultantes de las relaciones entre las nanotecnologías, las biotecnologías, las tecnologías de la información y la comunicación y las ciencias cognitivas, en su conjunto llamadas NBCI (Bainbridge y Roco, 2016; Lee *et al.*, 2018). En la literatura en torno a esta última concepción se distinguen dos ejes: 1) la interdisciplina y 2) la gestión empresarial y tecnológica (Stezano, 2017), literatura en la cual sobresalen las potencialidades de la convergencia tecnológica, pero también la fragilidad del concepto (Jeong *et al.*, 2015).

Además, la convergencia tecnológica hace referencia a procesos sociotécnicos generados por las interacciones de las potencialidades técnicas de diversas disciplinas. En el uso que se ha hecho de este término se distinguen elementos que abarcan las diferentes esferas en la cadena del valor de la producción, uso y comercialización del conocimiento. Este término se ha transformado con la integración de aspectos sociales, éticos y medioambientales. Posiblemente, esto se debe a las interacciones entre los actores proponentes del término con otros actores y tomadores de decisiones, y esto en medio de debates y controversias sobre los alcances del marco de la convergencia tecnológica. De hecho, en otros casos sobre conceptos que buscan explicar los cambios tecnológicos y científicos, así como las relaciones entre los diferentes actores, también se han observado estas transformaciones (Sharif, 2006; Shinn, 2002). Esto pone de relieve el componente político y económico de la convergencia tecnológica, ya que este concepto se ha empleado como una herramienta retórica en el discurso de actores científicos y políticos en el contexto de la promoción y divulgación del desarrollo de nuevos conocimientos y sus aplicaciones.

Finalmente, en el marco de la convergencia, varios autores hacen alusión a un proceso o movimiento hacia un punto convergente de las disciplinas científicas y tecnológicas. Esta alusión ha estado implícita y explícita desde los cambios tecnológicos en las telecomunicaciones, con la electrónica y otras tecnologías, hasta el caso

de las NBIC. Pareciera que las fronteras que han dividido las disciplinas se hacen más difusas que antes, y esto sin discutir el perfil epistemológico de las disciplinas. Incluso, algunos de los autores hablan de borrar las fronteras en la ciencia, la tecnología, el mercado y la industria (Curran y Leker, 2011; Lind, 2004). De hecho, en la retórica en torno a la convergencia tecnológica, la complejidad de los arreglos disciplinares y de las problemáticas que se avecinan, hacen que esta tenga un carácter irreversible.

## Metodología

Los datos analizados en este estudio son información bibliométrica obtenida de la *Web of Science* a partir de la consulta del campo TS (*topic subject*), en la colección principal de esta base de datos indizados. Este campo incluye los títulos, las palabras clave y los resúmenes de los documentos científicos indizados. La estrategia de búsqueda ha sido la siguiente:

TS=(“Technolog\* Converg\*” OR “Converging Technol\*”)

Los resultados han sido un total de 864 documentos publicados hasta el año 2020, cuya distribución en los tipos de documentos se muestra en la tabla 1, en la cual observamos que los artículos en revistas son los más numerosos (64,47%), seguidos de las memorias en congresos (31,02%). De la información obtenida analizamos aquella que nos permite trazar la evolución de las publicaciones y los títulos de los documentos.

El análisis y los resultados los presentamos en los dos siguientes apartados. En la primera parte se hace un análisis de las temáticas en el campo de la convergencia tecnológica a escala global y sobre Argentina y México, así como la comparación entre las temáticas de las tres partes. La caracterización de las temáticas se realiza con la herramienta VOSviewer, que nos permite obtener una cartografía de los temas a partir de un análisis de coocurrencias de las palabras clave y nos muestra el componente principal. Para la cartografía global se analizaron los 864 documentos, de los cuales se identificaron 3.334 palabras clave diferentes y solo se muestran aquellas que tienen una ocurrencia mayor a 5, quedando solo 123 palabras clave en la cartografía. En el caso de Argentina, se han publicado 6 documentos y 28 palabras clave identificadas, por

lo que se tomó esta totalidad en el análisis. En México se publicaron 13 documentos, de los cuales se han identificado 62 palabras clave y la ocurrencia es de 1. Una vez identificados estos temas, se generaron los archivos de las redes y se comparó su estructura con el método MapEquation; la visualización se ha llevado a cabo con el generador de diagramas aluviales del mismo MapEquation.

Tabla 1. Distribución de los documentos publicados en el campo de la convergencia tecnológica hasta el año 2020

Tipo de documento	Documentos	% de 864
Artículo	557	64,47%
Memorias de congresos	268	31,02%
Capítulos de libros	50	5,79%
Material editorial	33	3,82%
Revisiones	31	3,59%
Libros	4	0,46%
Revisión de libros	4	0,46%
Acceso temprano	4	0,46%
Resúmenes de reuniones	2	0,23%
Reimpresiones	2	0,23%
Correcciones	1	0,12%
Noticias	1	0,12%
Notas	1	0,12%

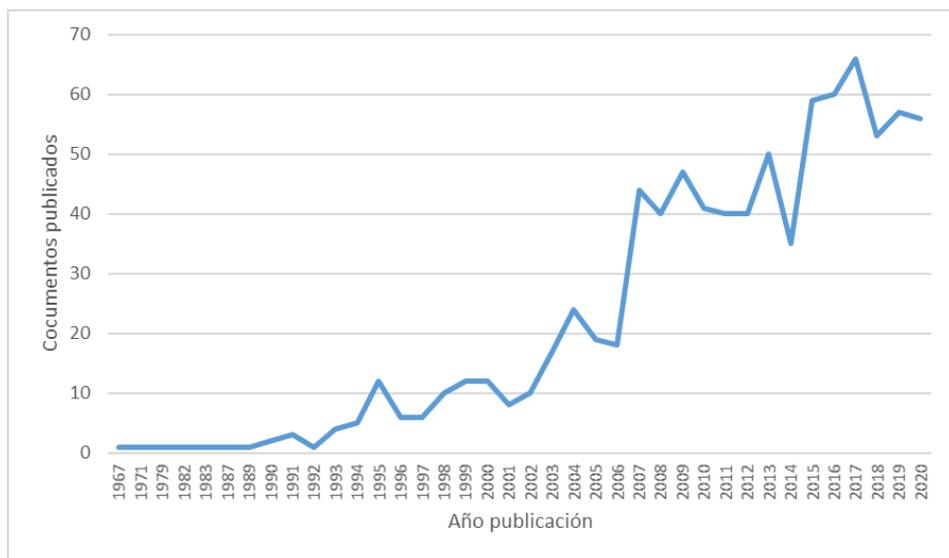
Fuente: construcción propia con datos de la WoS.

## Asimetrías en la convergencia tecnológica

La producción de documentos académicos en torno a la convergencia tecnológica es relativamente reciente y, como se muestra en la figura 1, la literatura académica en este campo es emergente. Como se aprecia en la curva de crecimiento de la producción académica, los documentos publicados hasta inicios de la década de 1990 son poco representativos. Es a partir de mediados de dicha década que las publicaciones comienzan a ser cada vez más importantes. Sin embargo, observamos diferentes picos en la curva, lo que sugiere que se trata de un campo emergente. Dentro de la producción global, constatamos asimetrías importantes entre los países

industrializados y los países en desarrollo; Estados Unidos encabeza la lista de los países donde se han producido estos documentos, con 193 publicaciones, en seguida esta Corea del Sur con 130, y después Inglaterra con 67, China con 59 y Alemania con 51. La presencia de América Latina y el Caribe es marginal, ya que el país de esta región que más ha publicado es Brasil con un total de 29 documentos, seguido por México con 13 y Argentina con 6.

Figura 1. Desarrollo global de la literatura académica en torno a la convergencia tecnológica



Fuente: elaboración propia.

Nuestro interés por mapear los temas que se han desarrollado en torno a la convergencia tecnológica consiste en caracterizar cómo se ha construido este concepto en el mundo académico. En un trabajo previo se ha caracterizado la evolución de la literatura sobre convergencia tecnológica y el lugar que han tenido diversas disciplinas y países donde se han producido los documentos científicos (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). Los resultados de este estudio muestran el perfil disciplinar de la convergencia con un grupo de disciplinas relacionadas con las ingenierías eléctrica y electrónica, vinculadas estrechamente con la gestión y la administración; se trata de los trabajos que han señalado las nuevas dinámicas con el desarrollo de las telecomunicaciones con un sustento fuerte sobre la microelectrónica en la década de 1990, y con las oportunidades de negocios que estas nuevas tecnologías han abierto.

Otro grupo de disciplinas se encuentra en los dominios de la economía, las nanotecnologías y la salud pública, ambiental y ocupacional; estos trabajos reflejan tanto las promesas y las po-

tencialidades técnicas y económicas de la convergencia tecnológica en torno a las nanotecnologías, como las preocupaciones sobre los posibles riesgos que estas pueden representar. Cabe mencionar que los datos usados para este artículo han sido actualizados y el panorama disciplinar y de temas ha cambiado con respecto a los estudios anteriores. El eje temático principal para la literatura global sobre convergencia es cercano a los estudios de la innovación: capacidades de absorción, estudios sobre las empresas y la industria, redes de colaboración y gestión y administración. Por otro lado, sobresalen los temas relacionados con las nanotecnologías y sus implicaciones económicas, sociales y medioambientales. Un tercer eje de temas se relaciona con las políticas y la gobernanza en ciencia y tecnología.

En lo que concierne al caso de Argentina, identificamos tres ejes temáticos (véase figura 2), siendo el más representativo el de la “convergencia”, en el cual los trabajos hacen referencia a modelos de negocios, América Latina y grupos. En este mismo

eje hay tres temas relacionados con el eje central de “innovación” de las temáticas globales (telecomunicaciones, internet y convergencia). El segundo eje temático tiene que ver con temas digitales, audiovisuales, cinema y políticas para su regulación, en tanto que el tercer eje está cerca del segundo y trata sobre las políticas y las agencias de regulación en torno a los cambios en los medios de comunicación masiva en la era de la convergencia comunicacional, con base en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

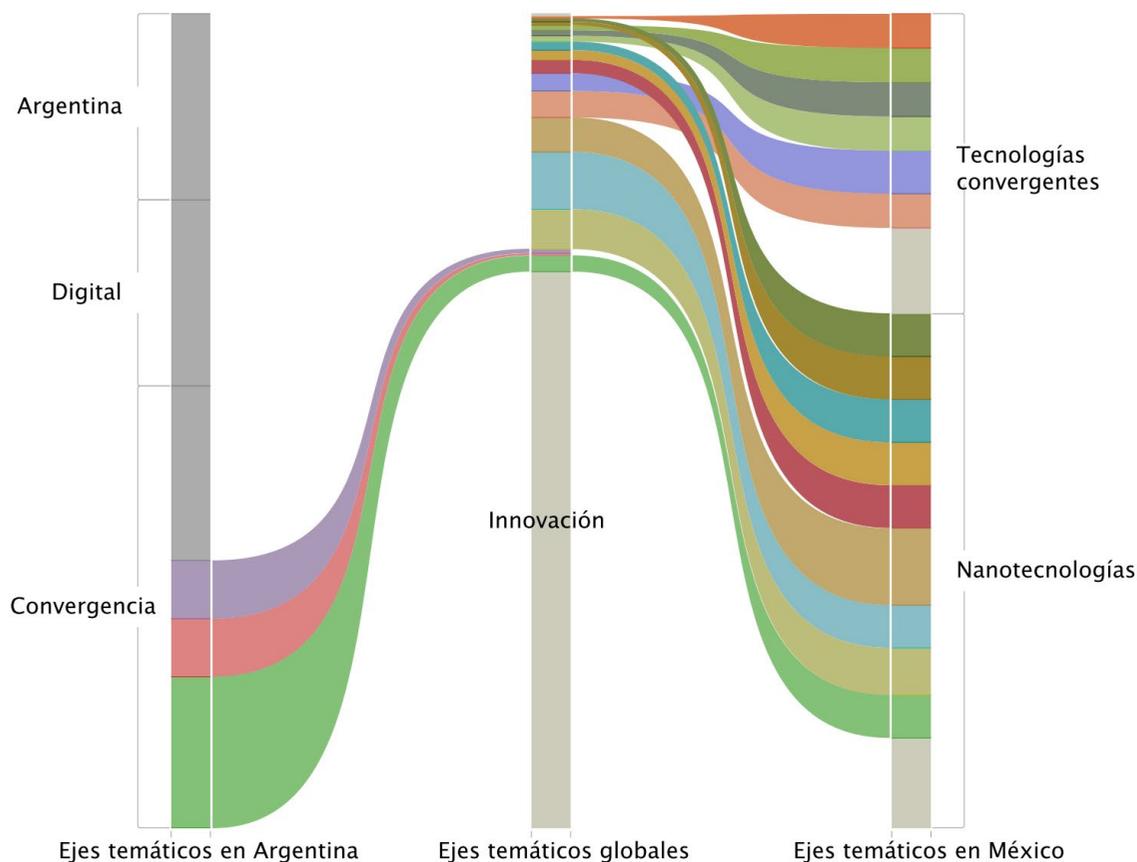
En el caso de México identificamos dos ejes temáticos. El primero está compuesto por diversos temas en el campo de

las *nanotecnologías*, como se puede apreciar en la figura 2, los cuales hacen referencia a las potencialidades de estas tecnologías para el crecimiento económico, la innovación y el avance científico y tecnológico, entre otros, mientras que el segundo eje temático se centra en la *convergencia tecnológica* y los temas se refieren a la gobernanza, la política y la incertidumbre y los riesgos en el contexto de la convergencia.

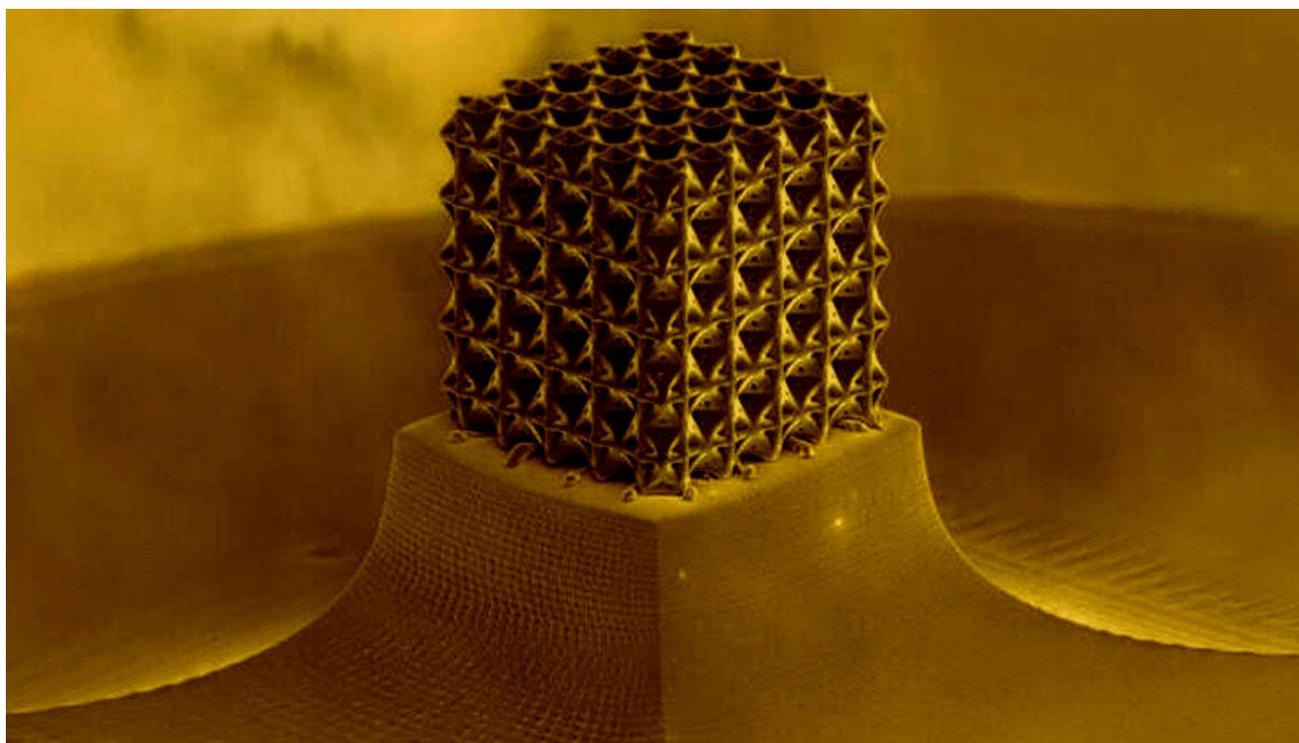
Por otro lado, el diagrama aluvial de la figura 2 muestra las coincidencias de las temáticas para cada uno de los países con los ejes globales. Al comparar los tres ejes temáticos, observamos que el punto de coincidencia se

encuentra en el eje temático global de la innovación y la convergencia. En este mismo eje encontramos documentos publicados en el área de los estudios con perspectiva desde la economía de la innovación. Sin embargo, los temas abordados no son los mismos en ambos países. En efecto, observamos que Argentina tiene tres coincidencias (convergencia, internet y televisión) y México tienen quince coincidencias temáticas con lo global (nanotecnología, tecnologías convergentes, convergencia, difusión, conocimiento, crecimiento de la productividad, innovación, tecnologías, capacidades, convergencia tecnológica, gobernanza, política, incertidumbre, riesgos y ciencia).

Figura 2. Diagrama aluvial de temas sobre convergencia tecnológica en Argentina, global y México hasta el año 2020



Fuente: elaboración propia con datos de la WoS.



▪ *Nanoestructura de Carbono*, 2020 | Capturada por: Cameron Crook and Jens Bauer / Universidad de California Irvine. Tomada de: europapress.es

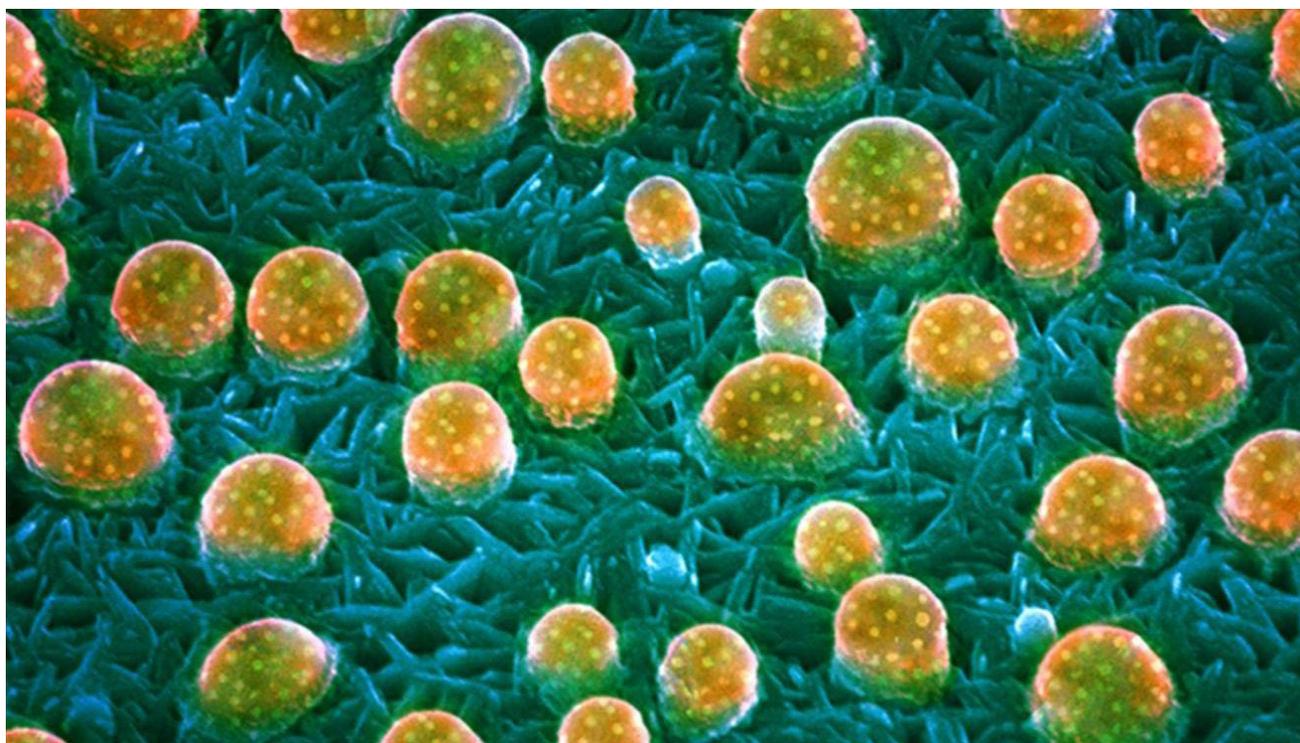
## Convergencia tecnológica y política pública en ciencia y tecnología

El mapeo de las temáticas a partir de las publicaciones científicas muestra que en ambos países hay aspectos mencionados en la literatura sobre las virtudes y las potencialidades de la convergencia tecnológica. El lugar que tiene la convergencia tecnológica en la política pública de ciencia y tecnología es el segundo punto central de este trabajo. Lo que nos interesa identificar es cómo se ha introducido este concepto en la política pública, particularmente cuáles han sido los elementos en la retórica del discurso para impulsar la convergencia tecnológica en Argentina y México. Para abordar estos cuestionamientos revisamos los documentos públicos de instituciones de investigación y agencias encargadas de la gestión de la ciencia y la tecnología para caracterizar cuál ha sido el papel de la convergencia y cómo ha sido movilizadora.

En el caso de Argentina, consideramos dos documentos de políticas públicas en ciencia y tecnología. El primero es el Plan Argentina Innovadora 2020 (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2013), en el cual se establecen los ejes de las políticas en

ciencia y tecnología del país. En dicho documento se fijan las metas a largo plazo para impulsar diversos sectores productivos y sociales a partir de las capacidades científicas y tecnológicas, además, se identifican seis sectores estratégicos productivos de bienes y servicios, definidos como núcleos socioproductivos estratégicos. Estos sectores tienen sus particularidades territoriales, las cuales se reconocen en este documento, y se plantea “el aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen las tecnologías de propósito general (TPG) en distintos sectores socio-productivos y en entornos territoriales determinados” (MCTI, 2013, p. 60).

Estas tecnologías de propósito general son la biotecnología, las nanotecnologías y las tecnologías de la información y la comunicación, las cuales se perciben como ventanas de oportunidad para intervenir en entornos territoriales y, a partir de su articulación, impulsar el crecimiento de los sectores estratégicos identificados. En este documento no se hace mención explícita de la convergencia tecnológica, pero sí de la convergencia de actores, intereses y acciones, así como de la convergencia socioeconómica y de los núcleos socioproductivos estratégicos. En ese contexto, en el documento, las biotecnologías, las nanotecnologías y



▪ *Nanoestructura de un hongo* | Capturada por: Wei Xiong and Joel Brehm. Tomada de: Nanodays.com

las tecnologías de la información y la comunicación se reconocen como áreas estratégicas con implicaciones positivas en el futuro. Esto se refleja, por ejemplo, en la siguiente cita del objetivo de la línea de financiamiento ANR Bio-Nano-TICs, recogido en los anexos del documento: “Destinados a proyectos que tengan como meta mejorar las estructuras productivas y la capacidad innovadora de las empresas productoras de bienes y servicios del sector de la Bioingeniería, orientados específicamente a la Salud Humana, mediante la ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico a escala piloto o de prototipo” (MCTI, 2013, p. 123).

El segundo documento argentino es el Plan Argentina Innovadora 2030 (MCTI, 2020), el cual plantea retomar los esfuerzos del documento anterior que fueron abandonados antes del año 2020. En esencia, este segundo documento tiene el mismo objetivo central que el anterior, que es avanzar “en la elaboración de las políticas, estrategias e instrumentos que deben guiar las actividades de producción de conocimiento, desarrollo de tecnologías e innovación del sector CTI hacia las metas y resultados demandados por el sendero de desarrollo trazado para nuestro país” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2020,

p. 8). En este segundo documento oficial (preliminar) la convergencia tecnológica se considera, explícitamente, uno de los rasgos característicos del contexto actual de la innovación en Argentina: “El continuo desarrollo de las llamadas ‘tecnologías convergentes’ (digitales, biotecnológicas y nanotecnológicas, entre las más visibles), que se espera que protagonicen cambios sustanciales del paradigma tecno-económico y, por lo tanto, cambios en los patrones de producción, organización, gestión, comunicación, transporte y consumo” (MCTI, 2020, p. 36).

Además, en este segundo documento oficial, las tecnologías convergentes (biotecnologías, nanotecnologías, materiales avanzados, microelectrónica y TIC) se tienen en cuenta en las llamadas *agendas de tecnologías aplicadas a la producción*, en el marco de las *agendas transversales*. Estas últimas se definen como “un elemento crucial para aportar entramado y densidad a la transformación productiva deseada en base al conocimiento y la innovación, están dirigidas a identificar y seleccionar tecnologías con capacidad de impactar fuertemente en los sectores económicos y sociales, subsectores o eslabones de cadenas de valor” (MCTI, 2020, p. 34).

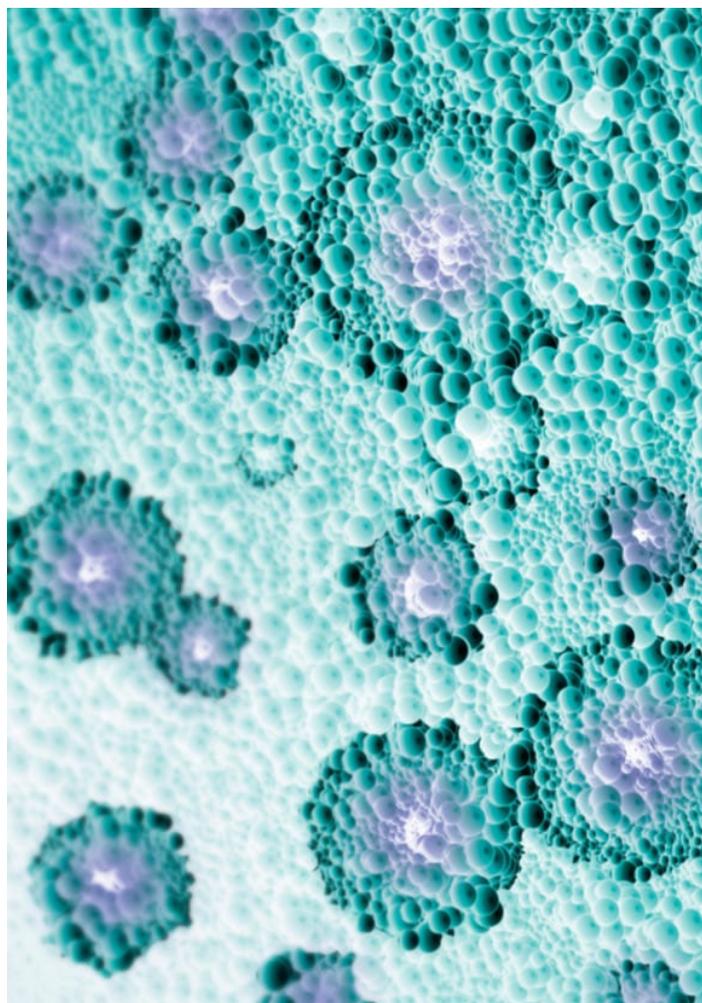
Por el otro lado, en el caso de México, el panorama es muy diferente al caso argentino. En los documentos oficiales en los que se establecen las agendas, los objetivos y las estrategias nacionales para el desarrollo científico y tecnológico, la convergencia tecnológica ha estado ausente. Solo se menciona la convergencia de actores, instituciones y otros aspectos para el desarrollo del país. Sin embargo, en el programa especial de ciencia y tecnología para el periodo 2008-2012 se reconocen las potencialidades de las tecnologías convergentes, aunque de forma aislada:

el sector ciencia y tecnología, establece como factores fundamentales del desarrollo en esta materia la educación de calidad y el fortalecimiento de ciencia básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación para contribuir a mejorar el nivel de vida de la sociedad y lograr una mayor competitividad. En este sentido se impulsarán prioritariamente las siguientes áreas científico-tecnológicas: i) Biotecnología, [...] vii) Nanotecnología, viii) Tecnologías de la información y las telecomunicaciones... (CONACyT, 2008, p. 48)

En el siguiente programa especial para el periodo 2014-2018, el contexto en los documentos oficiales no ha cambiado para la convergencia tecnológica (ausente) ni para las tecnologías convergentes (mencionadas como prioritarias, pero desarticuladas).

En el escenario mexicano ha llamado nuestra atención la iniciativa de la Red Temática del CONACyT<sup>1</sup>, Red de Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad, creada en el marco de la iniciativa de las redes temáticas del CONACyT en el año 2014. Esta red ha estado conformada por investigadores y profesionales interesados en estudiar el cambio tecnológico en México. Los objetos de estudio son diferentes tecnologías y dinámicas presentes en el país: biotecnología, nanotecnología, Industria 4.0, industria automotriz y aeroespacial, tecnologías de la información y la comunicación, *big data*, sector salud, entre otros. Los temas que han abordado los diferentes grupos de investigadores organizados en el seno de esta red tienen que ver con gobernanza, políticas públicas, implicaciones éticas, colaboraciones y vínculos ciencia-industria, redes de conocimiento e identificación de capacidades.

Estos objetos de estudio y abordajes teóricos y metodológicos han sido divulgados por la red en diferentes documentos académicos (Morales *et al.*, 2015;



▪ Sinergia entre nanocolumnas de titanio y nanopartículas de telurio, 2019  
Capturada por: Revista *Nanomedicine*. Tomada de: [Medicinaysaludpublica.com](http://Medicinaysaludpublica.com)

Red Convergencia, 2016, 2017; Stezano, 2016; Stezano *et al.*, 2017), los cuales comprenden estudios sobre las dinámicas sociotécnicas en el desarrollo de la nanotecnología, la biotecnología, la industria automotriz, *big data*, así como otros casos en México. Además de estudios sobre casos de tecnologías de propósito general, como resultado de una reunión en el año 2017, se redactó una propuesta de agenda para la política pública en ciencia y tecnología y diferentes elementos del sistema científico y tecnológico mexicano para transitar hacia la convergencia (Red Convergencia, 2017).

## Conclusiones

La convergencia tecnológica es un concepto que ha ganado importancia en los estudios sobre el cambio tecnológico. Desde que se señalara este fenómeno en el marco del desarrollo de la microelectrónica y las

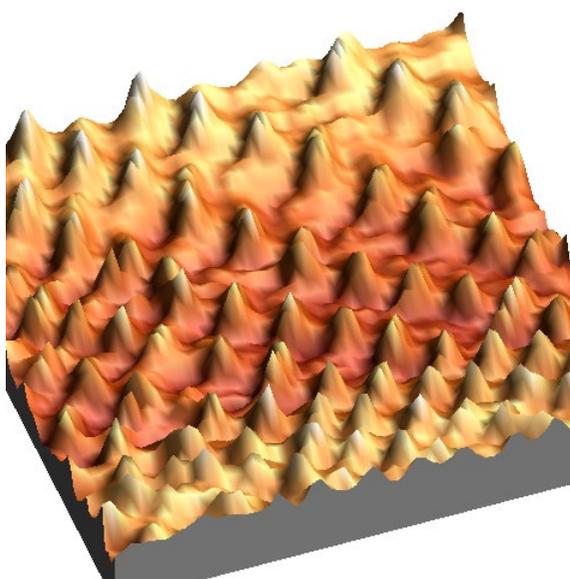
telecomunicaciones en la década de 1990, hasta los últimos trabajos ligados a la nanotecnología como eje motor de la convergencia con la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación y las ciencias cognitivas, las bases conceptuales se encuentran en torno a los estudios de la innovación. En efecto, el mapeo de las temáticas realizado en este estudio nos ha permitido identificar las promesas y las potencialidades de las tecnologías emergentes, que se reflejan en los temas en torno a la innovación, las políticas y la gobernanza de los sistemas científicos y tecnológicos.

Las temáticas desarrolladas en Argentina y México están principalmente relacionadas con el eje temático de innovación en la literatura global, lo que constata la amplitud de las potencialidades y promesas de la innovación para el desarrollo económico y social. En este marco, las tecnologías emergentes desempeñan un papel central en la retórica de la convergencia tecnológica, ya que sus potencialidades prometen cambios importantes en términos económicos, sociales y ambientales, lo que las hace atractivas. No obstante, observamos asimetrías importantes entre los ejes temáticos en Argentina y México, así como vacíos en las políticas en ciencia y tecnología que ponen en desventaja a estos países para obtener un provecho futuro de estas tecnologías.

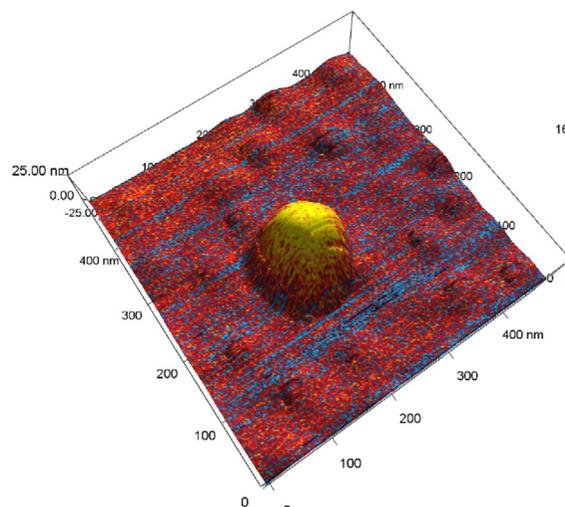
En este trabajo, retomando las promesas de la innovación basada en las particularidades de las tecnologías

emergentes para el desarrollo económico y social, nos limitamos a caracterizar las temáticas e identificar el lugar que ocupan en las políticas de ciencia y tecnología, pero es necesario profundizar cómo se ha ido construyendo la retórica en la academia y en la política. Es interesante abordar los procesos de convergencia con el concepto de *imaginarios sociotécnicos*, recientemente incorporado a los estudios sobre futuros y expectativas normativamente estabilizadas que generan los países con base en el papel que la ciencia y la tecnología desempeñan en cada uno de ellos (Jasanoff y Kim, 2009, 2015). El concepto se relaciona con los estudios de “traducción” (*translation*), empleado por la tradición de institucionalistas nórdicos (Sahlin y Wedlin, 2008), con base en los aportes de la sociología de las organizaciones, la construcción social de la realidad y la teoría del actor-red (Callon, 1986). Piénsese que estas referencias pueden constituir una estructura analítica que permita dar cuenta de los procesos sociotécnicos tanto en la academia como en la escena de la política de ciencia y tecnología, así como en la industria que moviliza estas tecnologías.

Por otro lado, es interesante retener los cambios que borran las fronteras entre las entidades sociales y las dinámicas entra la ciencia, la política y la industria. El concepto de desdibujamiento para explicar estos cambios puede ser otra pista interesante de explorar para mejor dar cuenta de estos procesos sociotécnicos en la región de América Latina.



■ *Átomos de carbón en la superficie de una muestra de grafito*, 2021  
Capturada por: José Bermúdez / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)



■ *Microscopía de fuerza magnética de una nanopartícula de hierro cero valente (ZVI NP)*, 2021 | Capturada por: Jhon Pazos / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)

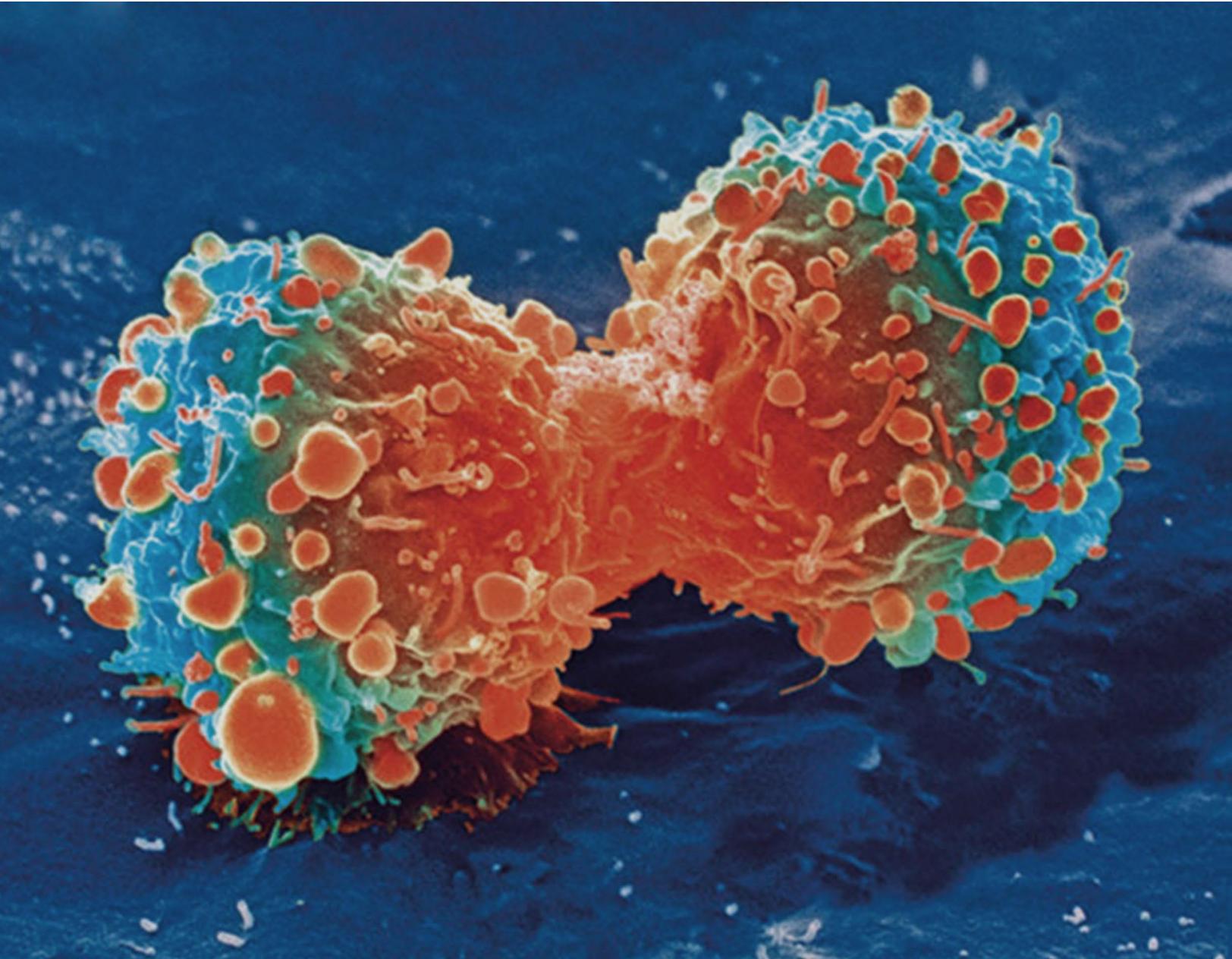
## Nota

1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, organismo público encargado en gestionar los recursos públicos y la política pública en ciencia y tecnología en el país.

## Referencias bibliográficas

1. ARQUÉ, A. B. (2003). El impacto de la biotecnología en América Latina. Espacios de participación social. *Acta Bioethica*, IX(1), 21-38.
2. BAINBRIDGE, W. S. y Roco, M. C. (2016). *Handbook of Science and Technology Convergence*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07052-0>
3. BISANG, R., Campi, M. y Cesa, V. (2009). *Biotechnología y desarrollo*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3650-biotechnologia-desarrollo>
4. CALLON, M. (1986). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. En *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (pp. 19-34). Palgrave Macmillan.
5. CHANG, Y. C., Miles, I. y Hung, S. C. (2014). Introduction to Special Issue: Managing Technology-Service Convergence in Service Economy 3.0. *Technovation*, 34(9), 499-504. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497214000790?via%3Dihub>
6. CONACyT (2008). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012*. <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/programa-especial-de-ciencia-y-tecnologia-e-innovacion-2008-2012>
7. COZZENS, S., Cortes, R., Soumonni, O. y Woodson, T. (2013). Nanotechnology and the Millennium Development Goals: Water, Energy, and Agri-Food. *Journal of Nanoparticle Research*, 15, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2001-y>
8. COZZENS, S., Gatchair, S., Kang, J., Kim, K. S., Lee, H. J., Ordóñez, G. y Porter, A. (2010). Emerging Technologies: Quantitative Identification and Measurement. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(3), 361-376.
9. CURRAN, C. y Leker, J. (2011). Technological Forecasting y Social Change Patent Indicators for Monitoring Convergence - Examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting & Social Change*, 78(2), 256-273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
10. FARBER, D. y Baran, P. (1977). The Convergence of Computing and Telecommunications Systems. *Science*, 195(4283), 1166-1170. <https://doi.org/10.1126/science.195.4283.1166>
11. INVERNIZZI, N., Foladori, G., Robles-Belmont, E., Záyago Lau, E., Figueroa, E. A., Bagattolli, C., et al. (2015). Nanotechnology for Social Needs: Contributions from Latin American Research in the Areas of Health, Energy and Water. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(5), 233. <https://doi.org/10.1007/s11051-015-3037-y>
12. JASANOFF, S. y Kim, S. H. (2009). Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea. *Minerva*, 47(2), 119-146.
13. JASANOFF, S. y Kim, S. H. (2015). *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*. The University of Chicago Press.
14. JEONG, S., Kim, J. C. y Choi, J. Y. (2015). Technology Convergence: What Developmental Stage Are We in? *Scientometrics*, 104(3), 841-871. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1606-6>
15. KODAMA, F. (2014). MOT in Transition : From Technology Fusion to Technology-Service Convergence. *Technovation*, 34(9), 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.04.00>
16. LEE, C., Park, G. y Kang, J. (2018). The Impact of Convergence between Science and Technology on Innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2), 522-544.
17. LIND, J. (2004). Convergence: History of Term Usage and Lessons for Firm Strategists Jun 2004. En *15th Biennial ITS Conference* (pp. 1-14). Berlín.
18. MINISTERIO DE Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) (2013). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015*. MCTIP. <https://www.argentina.>

- gob.ar/ciencia/argentina-innovadora-2030/plan-argentina-innovadora-2020
19. MINISTERIO DE Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) (2020). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030*. Documento preliminar. MCTI.
  20. MIÈGE, B. y Vinck, D. (eds.) (2012). *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Éditions des archives contemporaines.
  21. MORALES, A., de Gortari, R. y Stezano, F. (2015). *Convergencia de conocimiento para beneficio de la sociedad. Tendencias, perspectivas, debates y desafíos*. Ciudad de México: Red Convergencia, CONACyT.
  22. NORDMANN, A. (2004). *Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies*. High Level Expert Group, "Foresighting the New Technology Wave". <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d942de2-5d57-425d-93df-fd40c682d5b5>
  23. NYSTRÖM, A. (2009). Emerging Business Networks as a Result of Technological Convergence. *Journal of Business Market Management*, 3(4), 239-260. <https://doi.org/10.1007/s12087-009-0025-5>
  24. NYSTRÖM, A. G. (2005). Industry Convergence and Business Networks in the Telecommunications Sector - A Theoretical Approach. En *21st IMP-conference* (pp. 1-14). Rotterdam.
  25. RED CONVERGENCIA (2016). *LANIA. Edición especial Red de Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad*. Xalapa. México: LANIA, Red Convergencia, CONACyT.
  26. RED CONVERGENCIA (2017). *Agenda de Políticas Públicas y Convergencia del Conocimiento*. Xalapa: Red Convergencia.
  27. ROBLES-BELMONT, E. y Lepratte, L. (2019). Desarrollo de la convergencia tecnológica: una mirada desde el análisis bibliométrico. En *ALTEC 2019, XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Medellín.
  28. ROCO, M. C. y Bainbridge, W. S. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance*. <https://doi.org/10.1108/978-1-78743-295-620181002>
  29. SAHLIN, K. y Wedlin, L. (2008). Circulating Ideas: Imitation, Translation and Editing. En *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism* (pp. 218-242). Sage.
  30. SCHUMMER, J. (2010). From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: "The Best Way to Predict the Future is to Create it". En M. Kaiser, M. Kurath, S. Maasen, y C. Rehmann-Sutter (eds.), *Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime* (pp. 57-71). Springer.
  31. SHARIF, N. (2006). Emergence and Development of the National Innovation Systems Concept. *Research Policy*, 35, 745-766. <https://doi.org/10.1016/j.res-pol.2006.04.001>
  32. SHINN, T. (2002). The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology. *Social Studies of Science*, 32(4), 599-614.
  33. STEZANO, F. (2016). *Perspectivas y enfoques de la convergencia*. LANIA, Red Convergencia, Conacyt.
  34. STEZANO, F. (2017). Conceptualizaciones y visiones en torno al concepto de convergencia. En F. Stezano, M. Casalet y R. De Gortari-Rabiela (eds.), *Convergencia científica y tecnológica. Industria, investigación, políticas y gobernanza* (pp. 61-83). LANIA.
  35. STEZANO, F., Casalet, M. y De Gortari, R. (2017). *Convergencia científica y tecnológica. Industria, investigación, políticas y gobernanza*. LANIA, Red Convergencia, Conacyt.
  36. WEBER, S. (1967). LSI: The Technologies Converge. *Electronics*, 40(4), 124-129.



- *Eliminación de células cancerosas con nanomateriales de cobre e inmunoterapia, 2020* | Autor: Institutos Nacionales de Salud.  
Tomada de: [intelligentliving.co](http://intelligentliving.co)

# Cuatro líneas para pensar la divergencia tecnológica\*

*Quatro linhas para pensar a divergência tecnológica*

*Four Lines to Think about Technological Divergence*

Fernando Tula Molina\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a8

Este artículo propone un contrapunto cuádruple con relación a la idea de “convergencia tecnológica”. El diagnóstico hecho hace tiempo por Langdon Winner de “sonambulismo tecnológico” se profundiza con los argumentos de André Gorz, quien establece el nexo entre tal situación y el proceso de valorización del capital bajo la cultura del trabajo. El autor concluye mostrando cómo a partir de ello es posible abordar una “nueva estrategia” tecnológica, de acuerdo con la dimensión *vertical* propuesta por Gilbert Simondon o la *horizontal* –zigzagueante– de Gilles Deleuze.

**Palabras clave:** divergencia, tecnología, cultura, capitalismo, eficacia, legitimidad.

*Este artigo propõe um contraponto quadruple com relação à ideia de “convergência tecnológica”. O diagnóstico feito faz tempo por Langdon Winner de “sonambulismo tecnológico” se aprofunda com os argumentos de André Gorz, quem estabelece o nexo entre tal situação e o processo de valorização do capital sob a cultura do trabalho. O autor conclui mostrando como a partir daquilo é possível abordar uma “nova estratégia” tecnológica, de acordo com a dimensão vertical proposta por Gilbert Simondon ou a horizontal -zigzagueante- de Gilles Deleuze.*

*Palavras-chave: divergência, tecnologia, cultura, capitalismo, eficácia, legitimidade.*

*This article proposes a fourfold counterpoint in relation to the idea of “technological convergence”. The diagnosis made long ago by Langdon Winner of “technological sleepwalking” is deepened by the arguments of André Gorz, who establishes the link between such a situation and the process of capital appreciation under the work culture. The author concludes by showing how, based on this, it is possible to approach a “new technological strategy”, in accordance with the vertical dimension proposed by Gilbert Simondon or the –zigzagging– horizontal by Gilles Deleuze.*

**Keywords:** Divergence, Technology, Culture, Capitalism, Efficiency, Legitimacy.

\* Este trabajo es fruto del proyecto en curso “Gilbert Simondon y una nueva cultura de la técnica”. Su objetivo es analizar las condiciones culturales requeridas para el tránsito hacia una mayor madurez tecnológica. Cuenta con financiamiento del Conicet desde el 2018.

\*\* Profesor Titular de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina). Investigador Adjunto del Conicet. Doctor en Filosofía de la Universidad Nacional de La Plata. Correo: ftulamolina@gmail.com

original recibido: 24/06/2021  
aceptado: 12/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 125–141

El entusiasmo que generan las posibilidades abiertas por la convergencia tecnológica pasa por alto el peligro de quedar encerrados en una perspectiva única de necesidades crecientes, con el consiguiente deterioro acelerado de los recursos disponibles. Se trata de un ideal que motoriza sueños tanto de tecnólogos y usuarios, como de grandes capitales. Dada la cantidad de recursos involucrados su tendencia es a materializarse y a convertirse en dominante.

A pesar de ello, siempre queda espacio para pensar la *divergencia* tecnológica, como una inteligencia alternativa al supuesto de que un futuro mejor supone mayor explotación, mayores recursos y –sobre todo– mayores necesidades. En cuanto estrategia minoritaria, se trata de explorar, recorrer e inventar trayectos menos complejos en la resolución de problemas y menos demandantes a nivel planetario. Para tal fin, presento cuatro líneas de pensamiento divergentes, todas con la intención de poner de manifiesto aspectos no menores que tal deslumbramiento dificulta reconocer:

- a) El diagnóstico de “sonambulismo tecnológico” de Landgon Winner y su recomendación de utilizar la vergüenza como criterio de evaluación.
- b) La noción de “lo suficiente” como clave para una retirada ordenada, según la ecología política de André Gorz.
- c) La propuesta de una “nueva cultura técnica” por parte de Gilbert Simondon.
- d) La construcción “micropolítica rizomática” en los términos de Gilles Deleuze y Félix Guattari.

## Sonambulismo y vergüenza

### Promotores e invisibles

En el año 2003 el politólogo Langdon Winner fue invitado a dar testimonio frente al Comité de Ciencia del Congreso de los Estados Unidos. El tema era la preocupación por las consecuencias sociales de los desarrollos en nanotecnología. En aquella ocasión, la primera recomendación de Winner fue considerar *quién* va a definir lo que implica la transformación tecnológica en curso. Se trata de reconocer la tensión entre los promotores y aquellos que consideran necesario tomar mayores recaudos.

Los episodios de transformación tecnológica del pasado muestran que siempre son los primeros los que hablan con mayor volumen: “Seremos más sanos, más sabios, más democráticos y nuestros lazos sociales serán más sólidos”. Por el contrario, quienes no sucumben rápidamente al optimismo esperanzador no alcanzan la misma visibilidad y –rápidamente– son tildados de irracionales, anticencia o anticuados tecnológicos. Tal fue el caso, recuerda Winner, de las serias y bien fundadas alertas sobre el envenenamiento del planeta planteadas por *The Silent Spring* de Rachel Carson. Mediante tal estrategia se construye la idea de “inevitabilidad” y se eliminan los horizontes tecnológicos alternativos.

En contrapunto con tal tendencia, Winner llama a reconocer que el futuro nunca está completamente determinado y que deben identificarse las verdaderas alternativas antes de aceptar el recurrente estribillo:

“No. Llegaste tarde, tu participación ya no es necesaria”. Por el contrario, es justamente por la posibilidad de trayectos múltiples que la promesa tecnológica nunca se cumple de modo universal, aunque vigorice las tendencias dominantes.

## La coyuntura de la aceptabilidad

Ahora bien, cada alternativa depende del entorno social concreto donde se construye la *aceptación* del cambio tecnológico. Tanto la tecnología nuclear, como los transgénicos, dejaron de ser inevitables una vez que los problemas aparecieron y se sometieron a un escrutinio antes social que técnico. De allí las diferentes regulaciones en los diversos países. A pesar del hambre, Zambia no acepta ni en forma de ayuda humanitaria alimentos genéticamente modificados. Muchos países europeos descartaron la energía nuclear como fuente inagotable de energía limpia. En esta dirección, trayectorias inicialmente de expansión del número de centrales se revirtieron en procesos de cancelación y reconversión. En definitiva, la identificación de alternativas dependerá de la consideración de las implicancias futuras; es decir, de la construcción de escenarios posibles en lugar de trayectos unívocos<sup>1</sup>.

En el caso de la nanotecnología, y en general en el de todo cambio tecnológico de envergadura, Winner planteó frente al Comité de Ciencias tres ejes para evaluar su aceptabilidad<sup>2</sup>:

- a) ¿Seguir buscando el control de la naturaleza o buscar una mayor armonía con ella? La mera conquista de la naturaleza, estando a la vista sus consecuencias ambientales y sociales, ya no puede considerarse como sinónimo de progreso. Los casos de sobreexplotación energética, pesquera y agropecuaria muestran la necesidad de un cambio de rumbo. Por ello, Winner plantea la pregunta sobre si los contribuyentes deben seguir subsidiando proyectos que involucran un claro deterioro ambiental. Por otra parte, ¿serán los valores de la clase media norteamericana los que definan la respuesta?
- b) ¿Hacer del cambio tecnológico el principal vector para dar forma a los fines sociales? Aquí se trata de no confundir la relación simple problema-solución, con el entramado tecnoeconómico y la lucha por los mercados que motoriza la renovación tecnológica. Como observan Bauman y Lyon (2013), una cosa

es destacar los beneficios de la vigilancia remota para personas que necesitan cuidados, y otra es ser ingenuos sobre las implicancias de una política de videovigilancia masiva. En el caso específico de los Estados Unidos, Winner destaca que, aun cuando sea promisorio que el Congreso destine fondos para investigar sobre la dimensión ética de los impactos de la nanotecnología, termina dominando la misma lógica de las últimas décadas: la justificación de artefactos atractivos sin vinculación con los problemas humanos y sociales.

- c) Finalmente, Winner se pregunta si es sabio experimentar con aplicaciones que producen resultados irreversibles. Esta pregunta no puede reducirse a la discusión académica sobre riesgos o valores. Y ello, fundamentalmente, porque las discusiones académicas terminan buscando posiciones cómodas y –en la mayoría de los casos– evitando el involucramiento.

De modo general, con el fin de superar la trivialidad ética y política de la innovación tecnológica, Winner apunta a la necesidad de *foros ciudadanos* que funcionen como moduladores del rumbo. En el caso de la nanotecnología, deja resonando dos preguntas clave:

1. ¿Considera que los desarrollos en nanotecnología militar nos darán más seguridad o no?
2. ¿Considera que los desarrollos en nanotecnología industrial generarán mayor cantidad de puestos de trabajo o no?

## El sonambulismo tecnológico

Para cuando Winner prestó testimonio ante el Congreso, su libro *La ballena y el reactor* ya se había convertido en una excelente introducción a la política tecnológica. La primera parte, donde aporta el acertado concepto de “sonambulismo tecnológico”, es la que se cita con más frecuencia como diagnóstico de la situación actual: hemos perdido no solo el rumbo sino también la posibilidad de una mirada diferente. En este sentido, Winner destaca cómo todo cambio técnico significativo altera tanto las condiciones psicológicas como las sociales y políticas. Por consiguiente, la pregunta central es sobre nuestras propias posibilidades de vida: ¿vamos a diseñar y construir circunstancias que aumenten la libertad humana, la sociabilidad, la creatividad y el autogobierno o nos dirigiremos en una dirección completamente diferente?



▪ *Bacillus cereus* | Tomada de: Enfermedadesalimentarias.webnode.com

Para responder, debemos partir de admitir que toda plataforma tecnológica está diseñada de antemano para favorecer ciertos intereses, por lo que algunas personas recibirán inevitablemente más que otras. En términos generales, Winner dirá que, por tal motivo, tanto los artefactos como los sistemas tecnológicos pertenecen a *regímenes de instrumentación*. Su política rectora será más o menos flexible según sean las dimensiones del sistema técnico. En este sentido, la tecnología nuclear es un ejemplo de tecnología inflexible; ingobernable por su entorno inmediato: “Cuando tales plantas se ponen en funcionamiento, los razonamientos que justifican adaptar a ella la vida social surgen como flores en primavera” (Winner, 2008, p. 79). En definitiva, ya no puede mantenerse que toda tecnología es compatible con la libertad, la democracia y la justicia social.

Por tales motivos, para Winner el lenguaje de “riesgos” e “impactos” huele a traición: la central nuclear y su poder de destrucción inherente son mucho más que posibilidades. ¿Qué se hace con un riesgo? A veces se decide aceptarlo. ¿Cuánto es razonable gastar para reducir un riesgo? Vemos que la evaluación del riesgo es difícil de cumplir, dado que su propia definición es

un terreno muy politizado. Al igual que en las interminables discusiones sobre valores, se pierde la confianza en los conocimientos disponibles. Por el contrario, el hablar de “peligros” nos conduce directamente a tratar de evitarlos.

Puede señalarse aquí una clara coincidencia con los lineamientos elaborados Ulrich Beck en su teoría de la “segunda modernidad”. Beck concluye su célebre libro *La sociedad del riesgo* con un panorama en el que resuena directamente el diagnóstico de Winner: “Ya no se espera de los debates parlamentarios nuevas leyes que conduzcan a la *nueva sociedad*, sino que el cambio se sitúa en la microelectrónica, en la manipulación genética y en los medios de comunicación” (Beck, 2010, p. 357).

Este desplazamiento es el que deja a la discusión política fuera de los centros de poder y pone en su lugar al capital. Por este motivo, observa Beck, si queremos “romper este círculo de desposesión y pérdida de confianza”, debemos comenzar por acabar con la situación en que se discuten las decisiones de inversión e investigación –cuando estas ya se han tomado– y encontrar la clave “en la propia competencia con relación a las

consecuencias inducidas”. Al igual que Winner, Beck promueve el involucrarse más en la acción que en la discusión. Su idea de una “modernidad reflexiva” alude específicamente al “gobierno paralelo de la privacidad” como vía para cambiar las relaciones de la vida, “*aquí y ahora* sin disposiciones jurídicas ni sentencias. Así se hace con la rapidez y convicción que exige el cambio de las relaciones cotidianas” (cursivas en el original) (Beck, 2010, pp. 363-368).

## De lo político a lo humano

Ahora bien, la última parte del libro de Winner es mucho menos citada. Es allí donde avanza desde el criterio político de la “democratización” –foros ciudadanos–, al criterio humano de la “vergüenza”. Se trata de un planteo infrecuente, fruto del carácter mudo de los valores y la confusión –muchas veces intencionada– de los estudios sobre riesgos. Mientras antes se discutía sobre lo que era bueno, valioso, virtuoso o deseable, ahora especulamos sobre valores. Por ello, en su opinión, lamentablemente cada generación descuida cada vez más la pregunta fundamental: ¿cuál sería el resultado óptimo sin balance alguno? Su respuesta, sin ambigüedades, es que el diseño tecnológico óptimo es aquel *que no nos dé vergüenza*.

A partir de aquí, Winner nos invita a involucrar la sensibilidad humana en la evaluación tecnológica y a establecer un lenguaje más directo que no dilate indefinidamente la acción. En este sentido, no hay ninguna ironía en proponer el título, “Ciencia, tecnología y nuestra vergüenza”, para conferencias de planificación académica o programas interdisciplinarios de licenciatura (Winner, 2008, p. 258). Desde este abordaje, el problema de la evaluación tecnológica se vincula con la cuestión –más general– de reconsiderar nuestras propias prácticas cotidianas, su rumbo y la cultura que las sostiene. Se plantea con ello la necesidad de un cambio previo, ético, estético y metafísico que posibilite realizar cambios fundamentales.

En su opinión, superaríamos las situaciones vergonzosas –a las que somos sometidos por el orden tecnocrático– si lográsemos una relación positiva con la biósfera que dé vida a un marco general de reformas sociales. En definitiva, lo deseable sería que este camino nos conduzca a una visión holista, como la propuesta por el filósofo noruego Arne Næss desde 1970 (cfr. Winner,

2008, p. 197). En cualquier caso, el objetivo principal de Winner consiste en alertar en relación con las diversas opciones disponibles, lo cual constituye una primera línea para reflexionar sobre la divergencia tecnológica.

## La ecología política

El filósofo y matemático inglés Bertrand Russell alertó tempranamente sobre lo nocivo de ubicar al trabajo en el centro de las relaciones sociales: “Quiero decir con toda seriedad que la creencia en la virtud del trabajo está provocando un gran daño al mundo y que el camino a la felicidad y la prosperidad reside en una disminución organizada del trabajo” (Smart, 2014, p. 31). Más recientemente, el filósofo de la tecnología Carl Mitcham observará en la misma línea: “En las sociedades industriales, la raíz de la mala adaptación se encuentra en la separación entre producción y consumo, en lugar de orientarse hacia una efectiva plenitud” (Higgs *et al.*, 2000, p. 125).

Tales señalamientos pueden verse como prolegómenos de esta segunda línea para pensar la divergencia tecnológica, desarrollada extensamente por la *ecología política* promovida por el filósofo y periodista francés André Gorz (1923-2007). ¿Cómo caracterizar la cultura que nos domina y respecto de la cual deberíamos reclamar mayores márgenes de autonomía? Gorz la perfigura en función de sus tres ideas dominantes:

1. Ausencia de límites
2. Crecimiento sin fin
3. Necesidades crecientes

Es la retroalimentación de tales vectores la que conduce a prácticas inevitablemente depredadoras.

## La valorización del capital

Gorz desarrolla con lucidez cómo es el propio proceso de valorización del capital el que utiliza tales ideas para “organizar las carencias” y generar escasez donde hay abundancia. Antes de promediar la década de los sesenta, ya percibe la reconversión tecnológica que hizo Phillips de sus lámparas de 10.000 horas a lámparas de solamente 1.000 horas, para acelerar el recambio y el retorno de la inversión. Se trata de un claro ejemplo de lo que luego se discutirá como obsolescencia

planificada, para lo cual Gorz improvisa tempranamente el nombre de “des-economía” (Gorz, 1968, p. 86). Al igual que observara Winner, se pone de manifiesto que la evolución técnica altera la propia naturaleza de las necesidades con el fin de favorecer, en primer término, a la productividad y “solo de modo accesorio a las necesidades humanas” (Gorz, 1968, p. 89).

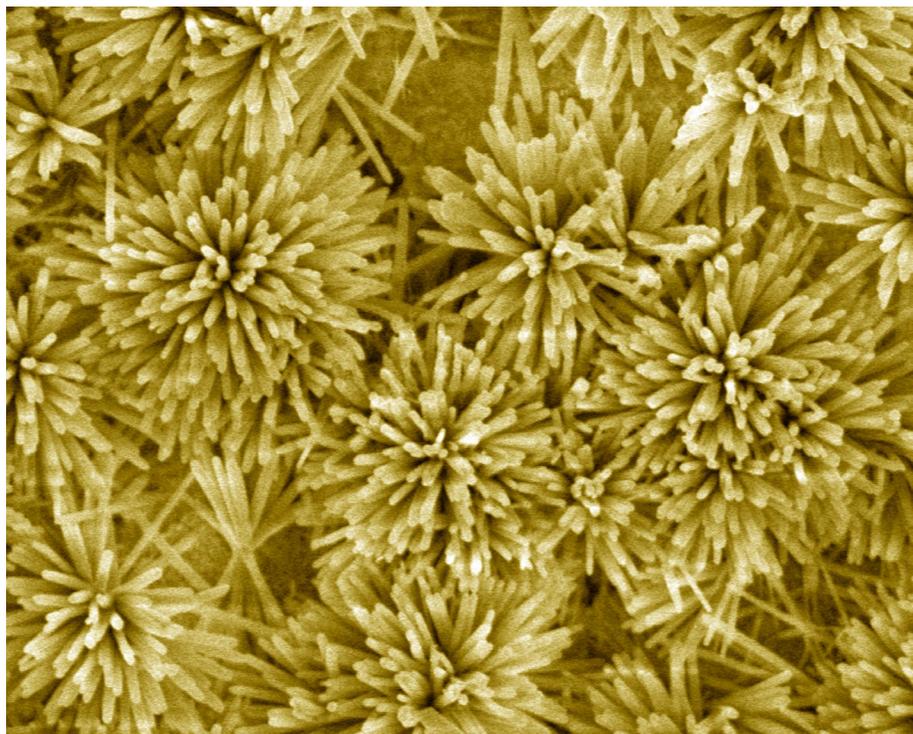
También resulta acertada su observación sobre cómo la mayor dependencia tecnológica conduce a la necesidad de “instrumentos más complejos y costosos para reproducir la fuerza de trabajo” (Gorz, 1968, p. 96). Esta observación se adelanta a los estudios del economista rumano Nicholas Georgescu-Roegen sobre ecología industrial, quien, de acuerdo con la idea de “metabolismo industrial” del matemático y químico Alfred Lotka (1880-1949), describió el proceso económico en términos de la ley de entropía: “lo que entra son recursos naturales de valor y lo que sale son residuos sin valor” (Georgescu-Roegen, 2008, p. 53). La ecología política toma como punto de partida la propia insustentabilidad del proceso económico sin límites: “No podemos producir automóviles y aviones mejores y mayores sin producir a la vez residuos mejores y mayores” (Georgescu-Roegen, 2008, p. 59).

La ecología política se instituye como *contraestrategia* al esquema de sobreconsumo creciente, su apuesta se basa en delinear un proyecto de *autolimitación*. El aspecto estratégico de la noción de “lo suficiente” consiste, precisamente, en que ni la financiarización del capital, ni la carrera tecnológica pueden resistirla. Se trata de una estrategia orientada a *disminuir* la dependencia. Por esta razón, Gorz se convirtió en un temprano defensor de los programas de renta universal, independientes de la jornada de trabajo. Tal política pretende no solo neutralizar la lógica del descarte, a la que quedan atadas las prácticas de consumo masivo, sino también superar la contradicción fundamental entre el lucro y las necesidades sociales y humanas.

## El modelo de consumo forzado

Descolonizar el imaginario de la sociedad de consumo supone enfrentar una larga y consolidada tendencia; se trata de la tendencia que comenzó en 1920 en los Estados

Unidos y en 1948 en Europa— cuando el mercado de necesidades primarias comenzó a resultar insuficiente para absorber la producción, por lo que se buscó crear nuevas necesidades, es decir, “que la producción de lo superfluo supere a la de lo necesario” (Gorz, 2011, p. 113). Lo cierto es que, aun suponiendo que se logre abundancia y reparto equitativo, los trabajadores “se encuentran to-

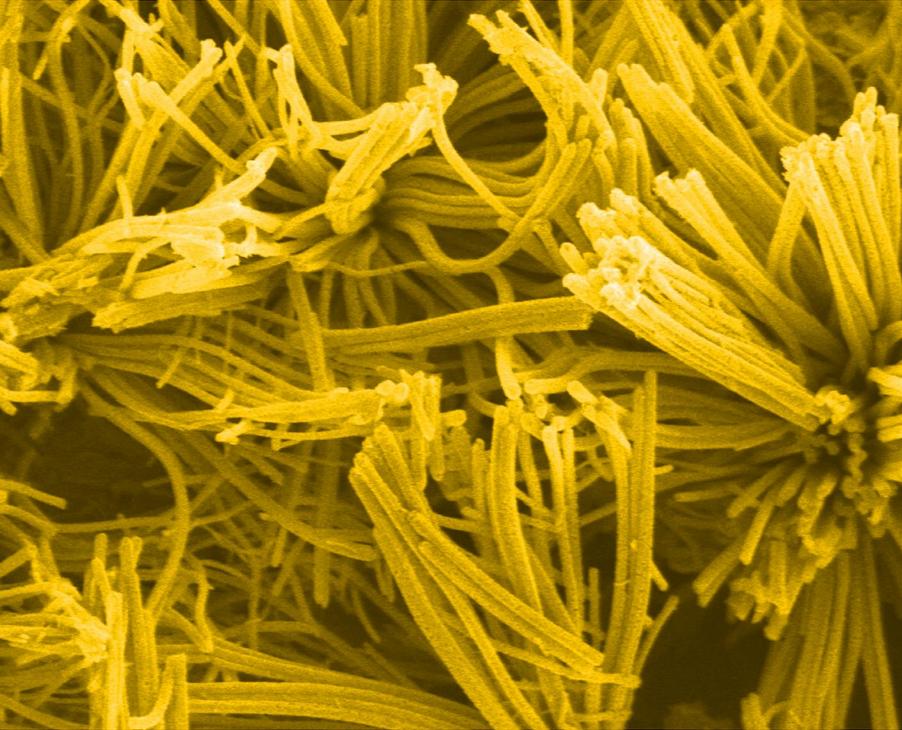


▪ Caracterización electro-óptica, 2011 | Tomada de: uv.mx

talmente enajenados respecto al mercado y condenados al consumo de necesidades frívolas, con el fin de hacer circular la moneda y mantener el empleo” (Gorz, 1964, p. 286).

Como lamentable consecuencia, la propia existencia de millones de trabajadores no puede asegurarse sino mediante el despilfarro sistemático de las riquezas que producen. Se trata del modelo de consumo forzado en el que “nadie debe producir nada de lo que consume, ni consumir nada de lo que produce” (Gorz, 2011, p. 52). Desde su primera obra política, *Historia y enajenación* (1959) —y hasta sus últimos días—, Gorz denunció el sinsentido de tal modelo de sobreconsumo. En este punto se conecta con la preocupación de Winner sobre si serán, justamente, los valores de tal estilo de

vida los que determinen el curso por seguir. En un principio, su propuesta fue la de liberarse *en* el trabajo bajo la negociación democrática de todas las condiciones laborales. Sin embargo, a partir de *Adiós al proletariado* (1981) consideró que las luchas por tal vía estaban perdidas, en cuanto trabajadores y banqueros compartían la misma concepción de la riqueza, donde siempre más es mejor y donde no existe lo *suficiente*.



▪ *Nanoestructura*, 2017 | Tomada de: uv.mx

A partir de allí, su crítica se focalizó en la organización social en torno al trabajo y la sociedad salarial. Como había alertado más de medio siglo antes Hannah Arendt, nos encaminamos hacia la oscura perspectiva de una “sociedad basada en el trabajo, sin trabajo” (Gorz, 1997, p. 19). El sociólogo estadounidense Richard Sennett, discípulo de Arendt, confirmó el pronóstico: “El hecho más destacado de la re-ingeniería laboral es la reducción de empleos. Las estimativas de los números de trabajadores que fueron reducidos, de 1980 a 1995, varía de un mínimo de 13 millones a un máximo de 39 millones” (Sennett, 2012, p. 54). Esta es la razón principal por la que Gorz plantea la necesidad de un cambio de mirada: ¿seguiremos consumiendo para poder trabajar sin fin o, en ciertos ámbitos y niveles, podrá alcanzarse la medida de lo suficiente?

En el 2007, meses antes de morir, Gorz publicó “Crisis mundial, decrecimiento y salida del capitalismo” (artículo escrito a la memoria del crítico del trabajo, Jean-Marie Vincent, incluido en *Ecológica*, 2011). Constata allí lo que ya sabemos: que la aparente salud del capitalismo esconde deudas de todo tipo. Esta es la razón para alimentar nuevos espacios sociales donde las fuerzas vivas y creativas sean consideradas fuente de riqueza. Se pone de manifiesto la encrucijada en la que se juega la desigual distribución del trabajo que libera la innovación técnica. Consecuentemente, el primer paso será reconsiderar el propio *patrón de riqueza* bajo la tensión moneda-tiempo libre. Se trata de una clave que planteó desde el inicio: valorar “el tiempo socialmente productivo por la vía de la auto-renovación” (Gorz, 1968, p. 117). Se trata de la propuesta defendida, en la actualidad y entre otros, por el filósofo y economista belga Philippe van Parijs.

## La no clase y la sociedad dualista

Una vez abandonada, por anticuada, la noción de “lucha de clases”, se plantea el problema de cuál será el sujeto que enfrente la lógica del capital. Dado que la eficacia de tal lógica es el estar concebida para sujetos intercambiables, Gorz propone reflexionar sobre la *no clase* de “todos aquellos que pierden la vida para ganarla” (2001, p. 17). Esta *no clase* puede pensarse como la portadora del necesario cambio cultural y ético, donde el trabajo deja de ser lo esencial en la vida; y ello no con el fin de descansar más, sino de utilizar la reducción de la jornada laboral para aumentar las posibilidades de vida de todos. De este modo, la libertad quedará asociada a trabajar lo más digna y eficazmente, con el fin de realizar la tarea en el menor tiempo posible.

El objetivo de liberar tiempo laboral es el de mantener márgenes de autonomía ética y política para subordinar el trabajo a un proyecto de vida. Es en este sentido que Gorz hace un uso moral del concepto de “alienación”, asociándolo a “la imposibilidad de querer lo que se hace y de producir acciones que se puedan tomar por fines” (Gorz, 2001, p. 97). Por tal razón, la reducción metódica, programada y masiva del trabajo debe ser el resultado de una nueva *política del tiempo*; su objetivo debe ser restablecer el equilibrio

en las “sociedades industrializadas que producen cantidades crecientes de riquezas con cantidades decrecientes de trabajo” (Gorz, 1997, p. 124).

Este abordaje busca equidistancia, tanto de los efectos contraproducentes de la alienación laboral como de la ilusión socialista. Su madurez consiste en reconocer que los medios de producción, y buena parte de su producto, son de imposible apropiación colectiva. Por esta razón, la *esfera de la necesidad* impone tareas heterónomas. Sin embargo, en la medida en que se pueda delimitarla con mayor claridad, será posible reorganizar las prioridades y subordinarlas a la *esfera de las actividades autónomas*. En lugar de atacar de modo general la razón instrumental, y con ello la totalidad de la sociedad industrial, el esquema de la *sociedad dualista* le permite a Gorz señalar la necesidad de restringir progresivamente las necesidades para ampliar el abanico de las libertades. En definitiva, se trata de generar condiciones para que los individuos puedan moverse entre ambas esferas con la mayor libertad posible.

## Revolución técnica y retirada ordenada

Gorz insiste sobre la necesidad de una *retirada ordenada*, es decir, hacia una organización alternativa del triple vértice entre capital, trabajo y tecnología. En cuanto proceso ordenado, se instituye como un *movimiento estratégico* y no como una huida, y, en tanto opción hacia el futuro, está lejos de plantear el retorno a un paraíso perdido. Por el contrario, de lo que se trata es de dar vida a actividades con sentido en el tiempo. Su común denominador consiste en enfrentar la actual crisis ecoenergética mediante la transformación de nuestras prácticas hacia menores necesidades y mayor satisfacción. No se trata de una lucha ni nueva ni fácil. En la entrevista que le hizo Sonia Montaña en el 2005, Gorz recordó cómo tanto en 1975 –como en 1985– “la izquierda propuso trabajar menos para que trabajen todos y vivir mejor, pero fue más fuerte la globalización neoliberal” (Gorz, 2011, p. 116).

En definitiva, la “ética del trabajo” no puede ser rehabilitada por la revolución técnica con el argumento –justamente– de que permite economizarlo. Por el contrario, la vía de resistencia seguirá siendo la de utilizar “la norma de lo *suficiente* contra la lógica de la obsolescencia” (Gorz, 2011, 29). Desde esta óptica, debe cambiarse

de utopía y “utilizar la automatización no para maximizar la productividad sino para liberar tiempo” (Gorz, 1997, 236). Es con este objetivo que adopta el ideal de “sociedad convivencial” proveniente de su amigo, el ingeniero, teólogo y filósofo austríaco Iván Illich (1926-2002). Tal ideal parte de distinguir entre:

- *Tecnologías abiertas*: aumentan la autonomía
- *Tecnologías cerradas*: restringen la autonomía

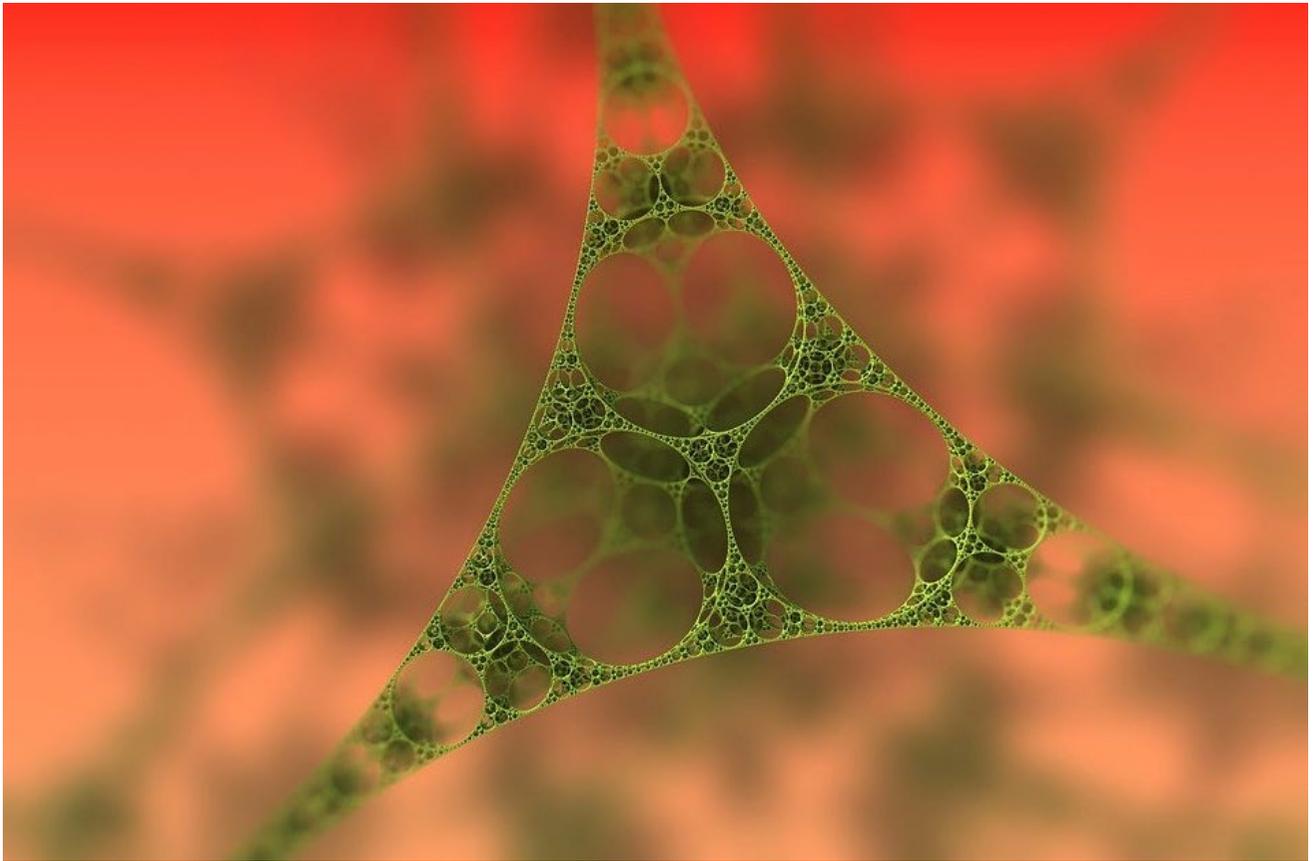
La *sociedad convivencial* será aquella que haga depender la ampliación de la autonomía “de la densidad de las tecnologías abiertas a las que se tenga acceso” (Gorz, 2011, p. 92). Por su intermedio, se prefigura una ética de la liberación en defensa de valores no cuantificables. Serán tales valores los que establezcan, a la vez, el *sentido* de la autolimitación y el umbral de lo suficiente. De modo general, la conclusión de Illich será que: “No hay movimiento de verdadera liberación que no reconozca la necesidad de adoptar una tecnología de bajo consumo energético” (Illich, 1978, p. 56).

Tales argumentos refuerzan lo señalado al comienzo por Winner. Salir de la situación de “sonambulismo tecnológico” requiere revisar los supuestos culturales que lo motorizan y orientan. La propuesta gorziana de una retirada hacia una *sociedad convivencial* se constituye, en este sentido, en una alternativa concreta. Efectivamente, la *convivialidad* invierte los valores de la sociedad de consumo, como lo muestran –por ejemplo– “los eco-teams que experimentan estilos de vida alternativos en decenas de ciudades holandesas” (Gorz, 2004, p. 124). La existencia de tales alternativas concretas también fue señalada por Beck, con relación a la cultura alemana posterior a 1970 (cfr. Beck, 2010, p. 366).

## Nueva cultura técnica

Avanzar, a partir de aquí, requiere una completa reorganización de las prioridades del actual orden sociotécnico. Tal reorganización puede hacerse según dos grandes dimensiones:

1. *Vertical*: busca integrarse con la biosfera hacia la esfera de la *unidad*. Desde esta perspectiva, todo sistema es *subsistema* de un sistema mayor, cuya integridad debe respetar.



▪ *Nanotecnología*, 2016 | Autor: The Digital Artist. Tomada de: Pixabay.com

2. *Horizontal*: busca un devenir alternativo en términos estrictamente materialistas. En este caso, cada sistema se considera autónomo, dueño de una unidad o *plano de composición* a partir del cual establece relaciones de lateralidad o sociedad.

La primera dimensión se encuentra ampliamente desarrollada en la propuesta de una *nueva cultura técnica*, por parte del filósofo y físico francés Gilbert Simondon (1924-1989). Simondon señala la necesidad de que la esfera material encuentre su sentido en la espiritual. En esta dirección, sigue al paleontólogo y teólogo jesuita Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), quien postulara una inteligencia global de la naturaleza o “noosfera”. Con este término se hace referencia a la esfera que abarca tanto al *conjunto de los seres inteligentes como al medio en que viven*<sup>3</sup>. En el caso de Simondon, se trata de un concepto que utiliza para plantear la necesidad de pensar en términos holísticos; es decir, en función de la integridad del conjunto donde se amalgaman los elementos técnicos con los no técnicos. Esta necesidad la presenta como

una tarea *pendiente* a la que deberían abocarse tanto ingenieros como filósofos.

Así como la *sociedad convivencial* se asienta sobre valores inmateriales, también para Simondon la evaluación debe partir de un *más allá*, donde los sistemas técnicos se amalgaman con su dimensión de totalidad. Si bien la evaluación es una actividad humana, Simondon propone –desde sus primeros escritos– concebir la humanidad como una *totalidad dinámica* que se despliega en el tiempo y en el espacio. Por esta razón, en su opinión, ser hombre consiste en “cultivar en uno mismo ese sentido de la participación en la totalidad humana” (Simondon, 2018, p. 72). Desde este abordaje, el principal criterio de evaluación tecnológica –tanto de los desarrollos como de las prácticas– reside en ser *funcional al sistema mayor* al que pertenecen. En esta dirección, una *nueva cultura técnica* deberá contemplar cuatro condiciones:

1. *De significación*: conecta las informaciones disponibles con una cultura determinada.



▪ Interacción de átomos y moléculas, 2014 | Autor: Agsandrew, Molecular Dreams series. Tomada de: istockphoto.com

2. *De reflexión crítica*: propone una nueva cultura técnica como vía de emancipación.
3. *De tecnicidad*: establece la génesis de los seres técnicos dentro de tal marco cultural.
3. *De convergencia*: se orienta por el *respeto por la totalidad*.

## La condición de significación

Como se señaló, la piedra de toque de la filosofía simondoniana consiste en abordar en términos *informacionales* tanto los sistemas biofísicos como los conjuntos técnicos. Su principal característica es la *comunicación* entre los diversos elementos y niveles del sistema. Junto al fisiólogo Arturo Rosenblueth (1900-1970), al matemático Norbert Wiener (1894-1964) y al ingeniero Julián Bigelow (1913-2003), Simondon ve en la idea de “retroalimentación” –o *feedback*– la clave de comprensión de las conductas intencionales. Si bien esta noción fenomenológica no es autoevidente, se trata –según Simondon– del resultado de la propia evolución de la psicología contemporánea. Luego de las guerras mundiales, ante la necesidad de transmitir información entre sistemas complejos, la psicología progresivamen-

te abandona sus pretensiones de explicación *causal* y se inclina a concebir el psiquismo en términos sistémicos. Lo que esto significa es que, antes que las causas, importa conocer los umbrales de activación, su alcance –máximos y mínimos– y la cláusula o criterio por el que incorpora o rechaza la información recibida. Simondon caracterizará tal evolución en tres fases, según sea su concepción sobre la explicación y la causalidad:

- Dualismo causal: basado en una causa eficiente
- Monismo sistemático: basado en la comunidad de acción
- Pluralismo genético: causalidad por retroalimentación.

En su última fase, y a partir de la a búsqueda de *corrección* entre lo esperado y su resultado efectivo, se inaugura un modelo de inteligibilidad bautizado por Wiener como “cibernético”. Se trata de la ciencia que estudia la información como fuente de mensajes que permiten el control efectivo de un sistema. A diferencia del mundo físico, en el mundo informacional la causalidad nada tiene que ver con fuerzas o choques; su tendencia no es hacia la desorganización, sino –por el contrario– hacia la organización: *negentropía* o entropía negativa (cfr. Lipset, 1991, p. 204). Tal disparidad

en los regímenes de causalidad queda manifiesta en que, solo en el mundo informacional, la *ausencia* de información puede desencadenar un comportamiento.

Se trata de una ontología en la que el mundo se articula y organiza a través de mensajes. Simondon aclara este punto en el *Curso sobre la comunicación* dictado en la Universidad de París V entre 1970 y 1971, en el que explicita las cuatro notas características de esta ontología que reemplaza la idea de *forma* por la de *información*. Se supone la interacción de al menos dos sistemas semicerrados que mantienen entre sí un equilibrio metaestable, y donde sean posibles procesos de amplificación a partir de incidencias de débil valor energético. Estas características, a su vez, deben integrar un sistema en el que la información circule a través de una vía de *acción directa* y otra de *retorno*. Se trata de las bases de la perspectiva sistémica, la cual Simondon presenta en tres niveles: un nivel primario –propio de la ecología–, otro asociado al psiquismo y un tercer nivel en el interior de los grupos o individuos. En el primero, el organismo utiliza sus capacidades perceptivas con fines exploratorios. Luego, esta información es modulada a partir de un complejo motivacional que incluye tanto a la necesidad como a la tendencia. En su nivel más alto, la comunicación se da en el interior del sistema con tendencia a la simetría. Aquí Simondon señala la función de la *invención* como encargada de mantener la *resonancia interna* del sistema. (cfr. Simondon, 2016, p. 57-61).

Desde este abordaje se postula el carácter activo que tiene el *receptor* del mensaje, es decir, no interviene una semántica de lo verdadero y lo falso sino un sistema de premisas que va más allá de la relación lenguaje-mundo. Se trata del sistema de referencia de nuestros propios procesos perceptivos-adaptativos, por medio de los cuales corregimos variables a nuestro alcance con el fin de que otras se mantengan estables. Tal sistema es denominado por Simondon “axiomática del devenir vital”. Por esta vía, el autor arriba a la misma conclusión que Wiener: “La percepción es luchar contra la entropía del sistema, es decir, organizar” (Simondon, 2009, p. 361).

## La condición de reflexión crítica

Desde este abordaje, la reflexión funciona como un factor de *corrección*– a partir de resultados inesperados o experiencias frustrantes–, con el fin de aumentar

la sinergia del conjunto. Tal objetivo se traduce en un posicionamiento político: enfrentar la alienación tecnocrática “nada preocupada por la correlación de los seres técnicos en sus conjuntos, sino exclusivamente por su uso” (Simondon, 2007, p. 162). Para tal enfrentamiento, Simondon despliega una estrategia diferente a la de la Escuela de Frankfurt: no se trata de culpar a la mecanización o informatización, sino de encontrar la adecuada *actitud tecnológica*, y para ello se requiere un nuevo enciclopedismo técnico, es decir, un mayor y más detallado conocimiento sobre los aspectos materiales de nuestras condiciones de vida. Solo por su intermedio se reconocerán los límites y umbrales del mundo que requieren ser respetados para evitar que el gesto técnico falle.

¿Qué es lo que hay que regular?, ¿en relación con qué? Para Simondon, es la salud de nuestra vida psíquica la que requiere que no se desgare la relación entre las formas cambiantes y el fondo –más estable– sobre el que “tales cambios cobran sentido y pueden evaluarse como progresivos” (Simondon, 2007, p. 80), es decir, una nueva cultura técnica deberá regular el excesivo dinamismo de la innovación, con el fin de no perder su relación con el fondo cultural; caso contrario, solo se tratará de la simple “cultura del poder humano a través de las técnicas” (Simondon, 2007, p. 144).

## La condición de tecnicidad

La condición de tecnicidad constituye la contracara de la condición de reflexión crítica, ya que la reflexión debe ser técnicamente informada. Es la falla técnica la que desdobra el acto técnico en dos realidades: la *realidad figural* (lo esperado) y la *realidad de fondo* (lo que obtenemos como consecuencia de nuestro acto técnico). Esta situación reclama una sabiduría, específicamente técnica, “que lleve a los hombres a sentir su responsabilidad con las realidades técnicas” (Simondon, 2007, p. 164). Tal responsabilidad, basada en el respeto por la integridad del conjunto, es la condición de *sincronización* entre los gestos técnicos y la información disponible.

Simondon denominará “tecnología reflexiva” a este abordaje, el cual no dista de la “modernidad reflexiva” teorizada por Beck. Aquí el hombre ocupa un lugar central como *modulador* de los conjuntos técnicos de los que forma parte. Al constituir su centro activo, el

objetivo estará puesto en “aprender a conocer los seres técnicos manteniendo con ellos una relación de igualdad y reciprocidad” (Simondon, 2007, p. 108). En consecuencia, Simondon creará posible desarrollar una ética de la sinergia, cuyo principio rector sea anteponer la salud y evolución del sistema a la de sus partes.

## La condición de convergencia

Dado que los objetos técnicos nunca son completamente conocidos, se plantea la necesidad de una visión global que permita “equilibrar toda forma de pensamiento o de existencia engendrada por la tecnicidad” (Simondon, 2007, p. 174). Para tal fin, Simondon recurre a la religión y –de modo más general– a toda forma de pensamiento que admita la *participación mística*, tal como sucedía en el mundo mágico primitivo. Si bien se trata de su tesis más polémica, su intención reside en revalorizar el misterio de la experiencia estética. Solo por su intermedio somos inducidos a respetar un *orden superior* y a “apreciar la belleza de los objetos técnicos como inserción de los esquemas técnicos” (Simondon, 2007, p. 203). De este modo, tal experiencia se proyecta más allá de los conjuntos técnicos hasta alcanzar el “*vínculo vital* a través del cual el universo se torna a la vez objetivo y subjetivo” (cursivas mías) (Simondon, 2007, p. 181).

En definitiva, solo una nueva cultura técnica –ilustrada desde el punto técnico y prudente en relación con el conjunto– puede dar sentido a la idea de “regulación tecnológica”. Se trata de una nueva plataforma filosófica que pretende integrar los modos técnicos y no técnicos de pensamiento. En este sentido, su carácter divergente no reside en dejar de promover la evolución de la técnica, sino en la advertencia de “no aplicar los esquemas técnicos por fuera de su dominio” (Simondon, 2007, p. 243). Y si constituye una línea de resistencia, es precisamente por su insistencia en la necesidad de anteponer el pensamiento reflexivo a las tendencias dominantes.

## Micropolítica rizomática

Como cuarta y última línea para pensar la divergencia tecnológica presento la micropolítica rizomática elaborada por el filósofo Gilles Deleuze (1925-1995) y el psicoanalista Félix Guattari (1930-1992). Se trata de un abordaje con un mayor nivel de dificultad que los

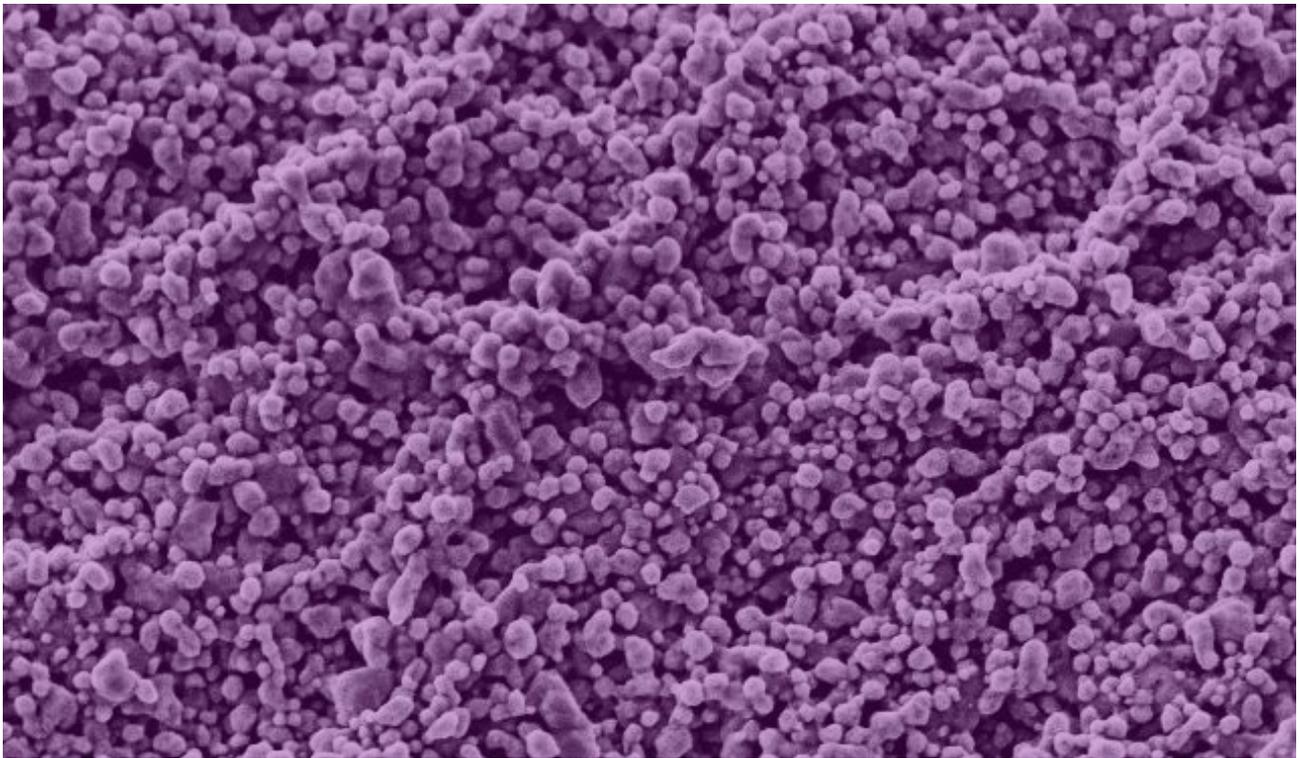
anteriores, en la medida en que excede el ámbito de la política tecnológica y se adentra en una consideración sobre la naturaleza humana, sus deseos y sus realizaciones.

Alrededor de 1953, Gilles Deleuze había iniciado su contrapunto crítico con la tradicional filosofía de la representación y la metafísica substancialista. Tal año coincide con las primeras publicaciones de Simondon. De hecho, Deleuze tomará contacto con su obra, cuando en 1965 deba reseñar el primer libro de Simondon, *L'individu et sa genèse phisico-biologique* (Lapoujade, 2016, p. 31). Este trabajo, y su particular *teoría de la individuación*, serán influyentes para la filosofía deleuziana, fundamentalmente a través de los conceptos de “campo trascendental” y “axiomática vital” (cfr. Deleuze, 2008b, p. 119).

Cabe señalar que tanto Simondon como Deleuze establecen un nexo significativo con el naturalista francés Étienne G. Saint-Hilaire (1772-1844) y su “principio de *unidad de composición*” (Deleuze, 2017, p. 239). En el caso de Simondon tal unidad proporciona una estructura *metaestable*; algo que Deleuze teorizará como *plano de inmanencia*. Por esta vía, ambos propondrán una teoría sobre lo que *hacemos* y no sobre lo que las cosas son. Mientras, influido por Wiener, Simondon llamará a su abordaje “cibernético”, Deleuze y Guattari llamarán al suyo “maquínico”.

## Agenciamientos maquínicos

El abordaje a partir de los *agenciamientos* en los cuales cada organismo es capaz de entrar se remonta a la filosofía de Baruch Spinoza (1632-1677), en lugar de los términos informacionales del planteo de Simondon. De todos modos, en ambos casos se alude a la circulación y transformación de afectos en las conductas intencionales. En este sentido, definirán un *agenciamiento maquínico* como “un lugar de paso, un lugar de transformación de afectos intensivos” (Deleuze, 2017, p. 294). Sin embargo, mientras la ética simondoniana promueve –como se señaló– la integración *vertical* con la totalidad, Deleuze y Guattari abandonan el ideal de la integridad del conjunto. En lugar de guiarse por respeto a la totalidad, cada agenciamiento maquínico tendrá su propio modo de dar continuidad a sus tendencias inmanentes a partir de conexiones laterales, es decir, de sociedad.



- *Algodón recubierto con nanopartículas*, 2016 | Capturada por: Samuel R. Anderson y otros investigadores del Royal Melbourne Institute of Technology. Tomada de: gercekbilim.com

## Lo liso y lo estriado

A partir de la asociación de Deleuze con el psicoanalista Félix Guattari (1930-1992), su pensamiento se reorienta hacia una política de resistencia. En efecto, constatamos cotidianamente que nuestras *líneas de vida* –o agenciamientos– se encuentran por todos lados reglamentadas y segmentadas. Esto sucede bajo dos modalidades:

- *Binaria*: a través de grandes oposiciones duales
- *Circular*: a través de círculos cada vez más amplios

Tales figuras de *segmentaridad* están siempre incluidas la una en la otra, e incluso se transforman según el punto de vista. Resistir esta situación supone la búsqueda activa de transformación mediante la creación de nuevos conceptos que prefiguren una “Tierra Nueva”. Caso contrario, seguiremos la estela de la europeización, es decir, “la historia del capitalismo que impide el devenir de los pueblos sometidos” (Deleuze y Guattari, 1993, p. 110).

Deleuze y Guattari, en su terminología específica, hablarán de un proceso de “alisado” del espacio. En

esta dirección, parten de la hipótesis de que “la homogeneidad no es la característica fundamental del espacio *liso* sino –por el contrario– el resultado final del *estriado*” (cursivas mías) (Deleuze y Guattari, 2002, p. 496). Tal hipótesis busca insistir sobre lo ya señalado por su amigo M. Foucault (1926-1984): el efecto de los dispositivos sociales consiste en subrayar, rectificar y *homogeneizar* el espacio social.

Consecuentemente, el diagnóstico de *Mil mesetas* será que la vida moderna “no ha suprimido la segmentaridad, sino más bien la ha endurecido” (Deleuze y Guattari, 2002, p. 215). Tal dureza surge del hecho de que la figura del Estado-nación devino el modelo de realización de la axiomática capitalista. ¿Qué quiere decir esto? Que todos los Estados, a pesar de su aparente diversidad (democráticos, totalitarios, liberales, tiránicos) orientan sus políticas de Estado en función del aumento del producto bruto interno (PBI). Este mismo punto es el señalado por uno de los teóricos contemporáneos del postrecimiento, como el sociólogo francés Serge Latouche: “Toda propuesta que no pueda medirse por el aumento del PBI es vista como un OVNI en el microcosmos del pensamiento político” (Latouche, 2009, p. 7).

## Líneas de fuga

Al igual que postulara Gorz, para Deleuze y Guattari el principal problema es el *sobretabajo* que hace de la actividad humana un trabajo. “¿Cómo fue que quedamos atrapados en el trabajo y el Estado?” (Deleuze, 2017, p. 39). Dado que es el trabajo el que efectúa la operación generalizada de estriaje del espacio-tiempo, alisar el espacio supone convertir nuestras líneas de vida en *líneas de fuga*; es decir, líneas que persigan *deseos alternativos* a la “vileza de los modos de existencia y pensamiento mercantilizados, propios de las democracias contemporáneas” (Deleuze y Guattari, 1993, p. 110). Por esta razón, y en contrapunto con Simondon, no reclamarán por mayor información y comunicación; por el contrario, consideran que “nos sobran; lo que nos falta es una mayor resistencia al presente” (Deleuze, Guattari, 1993, p. 110).

Es el fracaso de la política tradicional el que los lleva a promover una *micropolítica rizomática*, con el objetivo de ampliar la esfera de la libertad. Al igual que la retirada ordenada a la que nos invita Gorz, las *líneas de fugas* resultarán en proliferación de “trayectos nómadas, con su particular conjugación intensiva y afectiva” (Deleuze, 2016, p. 94). Cada trayecto dependerá de un diagrama o “plano de consistencia”, algo que Gorz llamaría “contraestrategia”. En definitiva, la particularidad del abordaje deleuziano consiste, vía su impronta spinozista, en utilizar el par alegría-tristeza como criterio de evaluación. Se trata de un criterio más claro que el de la vergüenza, propuesta por Winner al comienzo. Simplemente, en un caso “aumentamos nuestra *potencia de acción*, mientras en el otro la perdemos” (Deleuze, 2013, p. 64). En el caso de la micropolítica, ya no son los movimientos sociales, sino nuestros propios deseos el objeto de análisis y reflexión.

## Armas vs. herramientas

En la práctica, nuestro campo de acción se tensa dentro de un determinado margen de maniobra o –en términos deleuzianos– “centro de poder”. Tal tensión es elaborada bajo la oposición entre *armas* y *herramientas*:

- **Armas:** se encuentran con respuestas por evitar y por inventar. Remiten al modelo de acción libre.

- **Herramientas:** se encuentran con resistencias por vencer. Remiten al modelo del trabajo (Deleuze y Guattari, 2002, p. 400).

Nótese que las armas no están destinadas a matar la vida, sino a *modificar* los supuestos y actitudes naturalizados en nuestra cotidianidad. Por su intermedio, se propone la *fuga intensiva*, es decir, la modificación de nuestros recorridos habituales a favor de espacios más lisos o libres. Es un proyecto que revaloriza la fuerza productiva de la subjetividad de un modo semejante como lo hacen los teóricos del post-crecimiento ya mencionados (Georgescu-Roegen, Illich, Gorz y Latouche). En ambos casos, se trata de procesos con avances y retrocesos, por lo que deben entenderse como fenómenos de *pasaje* que encuentra, en su propio dinamismo, “a la vez el fundamento de su potencia y el fondo de su impotencia” (Deleuze y Guattari, 2002, p. 229).

También cabe señalar aquí la influencia del *esquema del modulador* propuesto por Simondon. Efectivamente, en ambos casos se aspira a “lograr una unidad sistemática de la multiplicidad, entendida como una serie abierta e indefinida de fenómenos plurivalentes” (Simondon, 2018, p. 34). A la vez, ambos reniegan del pensamiento tanto *a priori* como *a posteriori*, y abogan por un *pensamiento presente* que “se vuelve sobre sí para ser, a la vez, anterior y posterior en relación a sí mismo” (Simondon, 2018, p. 24). En esa zona de subjetivación, “cada cual deviene maestro de su velocidad y de sus singularidades: la embarcación como interior del exterior” (Deleuze, 2015a, p. 158).

## Las máquinas de guerra

Deleuze y Guattari utilizarán la expresión “máquina de guerra” para referirse al conjunto de elementos conectados que nos permiten defender un conjunto de valores dentro de un territorio, aunque este se encuentre ocupado. Tales conexiones constituyen un *diagrama* posible, dentro de una estrategia de resistencia. Su funcionamiento debe ser el de reconsiderar tanto las consignas como las velocidades que nos atraviesan. En otros términos, su resultado serán *singularidades de resistencia*, capaces de enfrentar y trastocar el diagrama inestable de las *singularidades de fuerza* vigentes.

Una vez más, antes que una huida, se trata del resultado de un cambio de mirada que desnaturaliza nuestros hábitos fosilizados. La nueva conjugación de creencias y deseos no supondrá, por lo tanto, un planteo lógico sino el desarrollo de una *logística*. Y por esta misma razón, “todo movimiento artístico, científico o ideológico puede constituir máquinas de guerra, en tanto trace un desplazamiento original” (Deleuze y Guattari, 2002, p. 422).

Se trata de la tesis que abre un espacio de esperanza. Efectivamente, en la medida en que seamos nosotros mismos quienes diagramemos nuestros agenciamientos –trazado del territorio– dispondremos de cierta autonomía para ponerlos fuera del alcance de quienes buscan su apropiación.

## Conclusiones

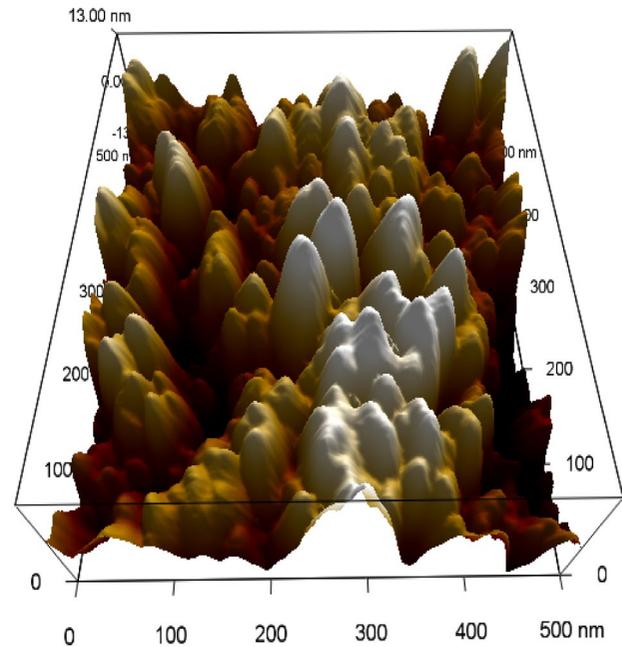
He presentado cuatro líneas críticas para pensar la *divergencia* tecnológica. Si bien con diferentes orientaciones y grados de generalidad, todas surgen como intentos reflexivos de superar problemas evidentes de nuestras sociedades de base tecnológica:

1. Problema del sujeto
2. Problema de la democracia
3. Problema del crecimiento

### Problema del sujeto

El problema del sujeto hace referencia al carácter inhumano que guía la lógica del capital, en cuanto está concebida –como señalara Gorz– para sujetos intercambiables y por lo tanto ausentes. Los dos conceptos centrales de Winner, “sonambulismo tecnológico” y “regímenes de instrumentación”, aluden a este problema. En un caso por la subjetividad alienada, en el otro por el diseño arbitrario de las plataformas tecnológicas. Si requerimos un desplazamiento *estratégico*, es justamente frente a la insuficiencia de las evaluaciones en términos utilitaristas –propias de nuestra época–, las cuales combinan “una altísima tecnología con una baja subjetividad” (Gorz, 2005, p. 106).

Simondon aspira a una convergencia posestética, justamente para completar la dimensión subjetiva



■ Topografía de un clúster de nanopartículas de óxido de hierro, 2021  
Capturada por: Jhon Pazos / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)

con otra dimensión –podemos llamarla *sacra*– donde la regulación tecnológica y las aspiraciones subjetivas buscan nexos sinérgicos. El problema aquí es que el sujeto es conducido por su propia unidad, que no es la de la totalidad. En este caso, el carácter categórico del imperativo moral se traduce “ante todo en el *respeito por esa totalidad*” (cursivas mías) (Simondon, 2007, p. 226).

Por otra parte, también las “máquinas de guerra” propuestas por Deleuze y Guattari buscan trazar un nuevo territorio a partir de un proceso original de subjetivación o –en otros términos– a partir de un nuevo deseo que permita desandar las estrías impuestas por el capital. En esta dirección, la *sociedad convivencial* propuesta por Illich –y retomada por Gorz como modelo de la ecología política– marca un trayecto sociotécnico alternativo, donde las actividades laborales resultan desplazadas como sentido último, en un proceso de recuperación de nuestro tiempo de vida y cuidado medioambiental.

### Problema de la democracia

Según la *nueva cultura técnica* propuesta por Simondon, lo deseable sería que los sistemas técnicos

permitan un control democrático y eviten los desarrollos superfluos (*hipertelia*) (cfr. Simondon, 2007, p. 71). Para tal fin, imagina un consejo de notables, cuya sabiduría técnica permita orientar el desarrollo tecnológico. Sin embargo, tal sabiduría debería reconocer –justamente y como lo señaló Winner– que el problema de la democracia está directamente ligado a las *dimensiones* del sistema técnico: pasado cierto umbral dejan de poder ser gobernados democráticamente. Este es el problema que no pueden resolver los proyectos de democratización de la tecnología, como el de la teoría crítica promovida por Feenberg (2012).

Por otra parte, nos encontramos en un clima de época donde las democracias han sido denominadas, con justeza, de “baja intensidad”. Esta situación se ha vuelto más visible a partir de las restricciones impuestas por el IIS y la rúbrica de la *Patriot Act* que extiende a todos los ciudadanos estadounidenses “los procedimientos reservados para los espías extranjeros, como grabación de comunicaciones, mail y requisas sin orden” (Kempf, 2011, p. 114). La periodista y activista Naomí Klein ha desarrollado este punto con gran detalle en *La teoría del Shock* (2011). Las cuatro líneas aquí presentadas son sensibles a este problema.

Ante tal situación, y en sentido contrario, Deleuze y Guattari –al igual que Gorz– plantean la resistencia a tal modelo en términos de una *reconexión creativa* de los elementos a nuestro alcance. ¿Con relación a qué? Con relación, justamente, como contrapunto a la segmentación propuesta por la semiótica del capitalismo, “la cual afecta tanto al transporte, como a los medios de comunicación, la industria, el ocio, y todas las formas de percibir y de sentir” (Deleuze y Guattari, 2002, p. 499).

## La modulación de la velocidad

El tema de la *velocidad* es un punto de reflexión común a todos los autores aquí considerados. Ciertamente, la propuesta de un imaginario diferente al productivista tiene por fin reclamar la lentitud necesaria que permita

involucrar la sensibilidad humana en un *pensamiento presente*. En palabras de N. Georgescu-Roegen, “Toda vida digna de ser vivida requiere del tiempo de ocio utilizado inteligentemente” (Georgescu Roegen, 2008, p. 115). En realidad, se trata de una línea de pensamiento que Arendt supo remontar hasta las palabras de Catón, con las que termina *La condición humana*: “Nunca está nadie más activo que cuando no hace nada, nunca esta menos solo que cuando está consigo mismo” (Arendt, 2016, p. 349).

Sin embargo –como observa Sennett– el estilo de nuestras instituciones va en sentido contrario: “esta temporalidad lenta es imposible en la prisa por los resultados hacia los que están orientadas nuestras instituciones contemporáneas (2012, p. 362). Será contra tales instituciones, o dispositivos, que Deleuze y Guattari promuevan el trazado de *líneas de fuga* bajo la figura del “pliegue”. Originalmente, se trata de una figura proveniente del poeta belga Henri Michaux (1899-1984), quien definiera el problema de la subjetivación como el de “constituir el ser lento que somos o que debemos ser” (Deleuze, 2015b, p. 125). Se trata, al igual que en Simondon, de *modular* una “manera de ser”, un “modo de existencia”. En ambos casos, la referencia es hacia la manera en que pasamos de un estado vivencial al siguiente.

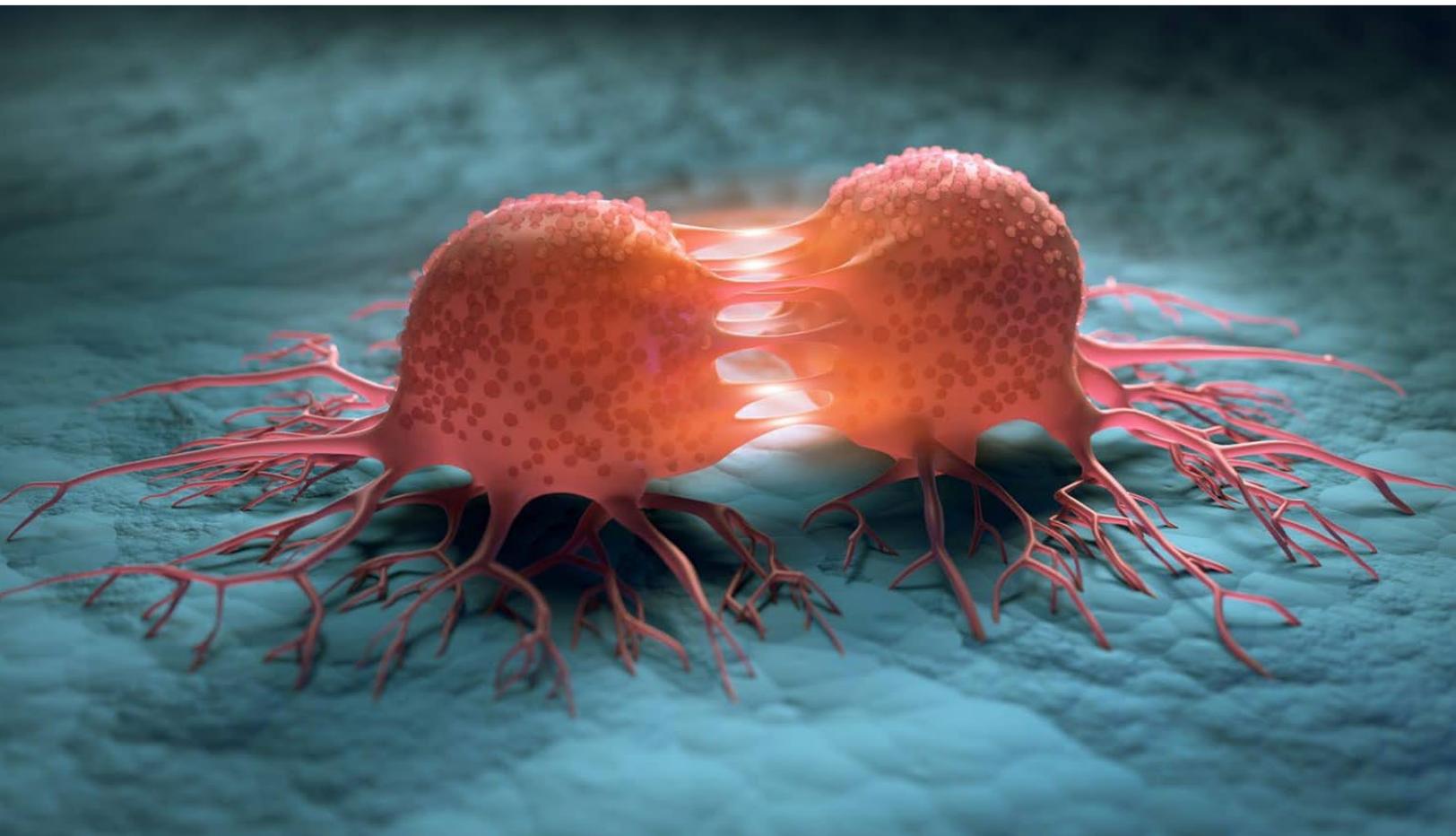
Puede concluirse, por consiguiente, que los tres problemas señalados giran en torno a una única cuestión: la necesidad de una nueva manera de *habitar* el mundo; es decir, transmutar el orden, las intensidades y las distancias. ¿Hasta qué punto? El punto es variable para cada uno, pero llega el momento en que se podría decir que uno “ha adquirido su potencia” (Deleuze y Guattari, 2002, p. 304). Dado que la potencia nunca es una cantidad absoluta sino una relación diferencial –es decir, una potencia de tránsito o pasaje–, ¿cómo saber si puedo hacer de lo que digo un *modo de existencia*? Deleuze propone el siguiente criterio: “¿Se ven haciéndolo una infinidad de veces? Es un buen criterio” (Deleuze, 2008a, p. 87).

## Notas

1. Este punto lo he desarrollado conceptualmente en Tula Molina (2006).
2. Véase <https://homepages.rpi.edu/~winner/testimony.htm>.
3. La diferencia entre la versión espiritualista de la noosfera, seguida por Simondon, y la naturalista por James Lovelock –creador de la teoría Gaia– ha sido elaborada por Luis J. Gómez (2021).

## Bibliografía

1. ARENDT, H. (2016). *La condición humana*. Paidós.
2. BAUMAN, Z. y Lyon, D. (2013). *Vigilancia líquida*. Paidós.
3. BECK, U. (2010). *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Paidós.
4. DELEUZE, G. y Guattari, F. (1993). *¿Qué es la filosofía?* Anagrama.
5. DELEUZE, G. (2008a). *En medio de Spinoza*. Cactus.
6. DELEUZE, G. (2008b). *Lógica del sentido*. Paidós.
7. DELEUZE, G. (2013). *Spinoza, Filosofía práctica*. Tusquets.
8. DELEUZE, G. (2015a). *Foucault*. Paidós.
9. DELEUZE, G. (2015b). *La subjetivación: curso sobre Foucault*. Cactus.
10. DELEUZE, G. (2016). *Crítica y clínica*. Anagrama.
11. DELEUZE, G. (2017). *Derrames. Entre el capitalismo y la esquizofrenia*. Cactus.
12. DELEUZE, G. y Guattari, F. (2002). *Mil mesetas: capitalismo y esquizofrenia*. Pretextos.
13. FEENBERG, A. (2012). *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*. UNQ.
14. GEORGESCU-ROEGEN, N. (2008). *O Decrecimiento: entropía, ecología, economía*. Sang de la Terre.
15. GÓMEZ, L. J. (2021). Biosfera, noosfera y gaia. *Revista de Extensión Cultural*, 46(16), 15-20.
16. GORZ, A. (1964). *Historia y enajenación*. FCE.
17. GORZ, A. (1968). *Estrategia Operaria e Neocapitalismo*. Zahar.
18. GORZ, A. (1997). *Metamorfosis del trabajo: búsqueda del sentido. Crítica de la razón económica*. Sistema.
19. GORZ, A. (2001). *Adiós al proletariado (más allá del socialismo)*. El Viejo Topo.
20. GORZ, A. (2004). *Misérias do Presente, Riqueza do possível*. Annablume.
21. GORZ, A. (2005). *Lo inmaterial: conocimiento, valor y capital*. Annablume.
22. GORZ, A. (2011). *Ecológica*. Capital Intelectual.
23. HIGGS, E., Light, A. y Strong, D., (2000). *Technology and the Good Life?* University of Chicago Press.
24. ILLICH, I. (1978). *Energía y equidad*. En *Obras reunidas*, Vol. I. FCE.
25. KEMPF, H. (2011). *Cómo los ricos destruyen el planeta*. Capital Intelectual.
26. KLEIN, N. (2011). *La doctrina del shock: el auge del capitalismo del desastre*. Paidós.
27. LAPOUJADE, D. (2016). *Gilles Deleuze. Cartas y otros textos*. Cactus.
28. LATOUCHE, S. (2009). *Farewell to Growth*. Polity Press.
29. LIPSET, D. (1991). *Gregory Bateson: el legado de un hombre de ciencia*. FCE.
30. SIMONDON, G. (2007). *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Prometeo.
31. SIMONDON, G. (2009). *La individuación: a la luz de las nociones de forma y de información*. Cactus/La Cebra.
32. SIMONDON, G. (2016). *Comunicación e información: cursos y conferencias (1960-1971)*. Cactus.
33. SIMONDON, G. (2018). *Sobre la filosofía: 1950-1980*. Cactus.
34. SMART, A. (2014). *El arte y la ciencia de no hacer nada*. Capital Intelectual.
35. SENNETT, R. (2012). *Juntos: rituales, placeres y política de cooperación* (M. A. Galmarini, trad.). Anagrama.
36. TULA MOLINA, F. (2006). El contexto de implicación. *Scientiae Studia*, 4(3), 473-84.
37. WINNER, L. (2008). *La ballena y el reactor: una búsqueda de límites en la era de la alta tecnología* (2.ª ed.). Gedisa.



▪ *Primer modelo de células cancerosas, 2021* | Autor: Adobe Stock / eterschreiber.media. Tomada de: tugraz.at

# Tecnología, sexo y poder: enfoque biopolítico de la profilaxis preexposición en el Estado español\*

*Tecnologia, sexo e poder: abordagem biopolítica da profilaxia pré-exposição no Estado espanhol*

*Technology, Sex, and Power: Biopolitical Approach to Pre-exposure Prophylaxis in the Spanish State*

Abel P. Pazos\*\*

DOI:10.30578/nomadas.n55a9

Este artículo considera el tema de la profilaxis preexposición (PrEP), un tipo de intervención biomédica dirigida a la prevención de la transmisión del VIH. El autor desarrolla un mapa y rastrea histórica y conceptualmente algunos de sus cursos biopolíticos como dispositivo sociotécnico en el entramado de la ciencia, la tecnología y la sociedad, además de plantear un acercamiento a la luz de las teorizaciones contemporáneas a propósito de la biomedicalización en el contexto del biocapitalismo. A manera de conclusión, el artículo muestra algunos retos que plantean los marcos que subyacen a estos nuevos abordajes del riesgo serológico, en el contexto del Estado español.

**Palabras clave:** biocapitalismo, biomedicalización, deuda serológica, farmacopoder, necropoder, PrEP.

*Este artigo considera o tema da profilaxia pré-exposição (PrEP), um tipo de intervenção biomédica encaminhada à prevenção da transmissão do VIH. O autor desenvolve um mapa e rastreia histórica e conceptualmente alguns dos seus cursos biopolíticos como dispositivo sociotécnico no tecido da ciência, a tecnologia e a sociedade, além de plantear uma aproximação à luz das teoriizações contemporâneas a propósito da biomedicalização no contexto do biocapitalismo. A maneira de conclusão, o artigo mostra alguns retos que planteiam os marcos que sobejassem a estas novas abordagens do risco serológico, no contexto do Estado espanhol.*

**Palavras-chave:** biocapitalismo, biomedicalização, dívida serológica, farmacopoder, necropoder, PrEP.

*This article considers the topic of pre-exposure prophylaxis (PrEP), a type of biomedical intervention aimed at preventing HIV transmission. The author develops a map and traces, historically and conceptually, some biopolitical courses of PrEP as a sociotechnical dispositive in the structural framework of science, technology, and society. In addition, it proposes an approach in the light of contemporary theorizations regarding biomedicalization in the context of biocapitalism. As a conclusion, the article shows some challenges posed by the frameworks underlying these new approaches to serological risk within the Spanish State.*

**Keywords:** Biocapitalism, Biomedicalization, Serological Debt, Pharmacopower, Necropower, PrEP.

\* El presente trabajo emerge de la investigación "Consumo e impacto social de los fármacos PrEP: Tecnología, sexo y poder" (2020), la cual coordino en la Federación de Asociaciones Juveniles de Oviedo (CMU), España.

\*\* Investigador y docente en el departamento de Ética y Filosofía Moral, Universidad de Oviedo (España), por beneficio de la beca de investigación Severo Ochoa. Estudiante de Doctorado en Investigaciones Humanísticas, Universidad de Oviedo; máster en Estudios LGBTIQ+ (UCM), y Filósofo de la Universidad de Oviedo. Correo: abeper02@ucm.es

original recibido: 08/06/2021  
aceptado: 11/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 143~159

La profilaxis preexposición (PrEP) es un tipo de intervención biomédica dirigida a la prevención de la transmisión del virus de inmunodeficiencia adquirida (VIH) en personas seronegativas, cuyas prácticas sociales y sexoafectivas son consideradas de alto riesgo. Si bien generalmente el término PrEP se utiliza para referirse al medicamento antirretroviral de consumo oral Truvada® o tenofovir disoproxil fumarato (TDF) y emtricitabina (TFC), recoge todo un paquete de medidas preventivas con las que se combina. Siguiendo al Ministerio de Sanidad del Estado español y su Plan Nacional sobre el Sida (2018), hablamos de la combinación de intervenciones conductuales, de tratamiento, de protección de derechos, de acompañamiento psicosocial, etc., que tienen el propósito de mejorar los índices de acatamiento de tales intervenciones y disminuir la adopción de comportamientos considerados de riesgo a la hora de contraer el virus. Concretamente en el Estado español, desde el 1 de noviembre del 2019 debería existir el acceso público a la PrEP como medida preventiva costeada por la seguridad social y su versión comercial debería empezar a estar disponible mediante receta médica y a ser distribuida como PrEP o como Profilaxis Post-Exposición (PEP) (Departament de Sanitat i Seguretat Social, 2003). El caso es que, aún hoy, solo en algunas comunidades autónomas está regulada su distribución y su monitoreo (QuieroPrEPYa, 2020), es decir, en la mayor parte del Estado no se ha regulado todavía y no se tiene acceso ni al fármaco ni a su seguimiento y solo se puede conseguir de manera clandestina, por internet (exclusivamente el fármaco) o en algunos centros médicos privados.

Los estudios más recientes sobre la relación costo-beneficio del dispositivo indican que la intervención tiene éxito si se distribuye en unidades asistenciales que reúnan unos requisitos mínimos, de manera que su implementación sistemática vaya acompañada de monitoreo y evaluación (Guest *et al.*, 2008; Nguyen *et al.*, 2011; Brisson y Nguyen, 2017), por lo que el Estado actual irregular del consumo de Truvada como PrEP, al no ir acompañado del resto de herramientas que componen la batería de la intervención, reduce su efectividad y lo hace potencialmente condicionante de un aumento exponencial del riesgo de contracción de otras infecciones de transmisión genital (ITG) (Van Damme *et al.*, 2012; Ware *et al.*, 2012).

Más allá de los riesgos que plantea la distribución irregular y clandestina del fármaco, la integración de PrEP trae otros dilemas bioéticos que solo pueden ser comprendidos en las coordenadas históricas y contextuales en las que se inscribe este dispositivo. Algunos de los debates actuales sobre PrEP giran en torno a la cuestión de si será el dispositivo social que traiga el fin de la historia del sida, si marcará un nuevo capítulo de ella o si simplemente supondrá un aletargamiento de las dinámicas opresivas que la caracterizan. Los argumentos que componen este debate pueden agruparse en posicionamientos tecnooptimistas y tecnopesimistas. Esta tensión se resume en las caracterizaciones que piensan dispositivos sociotécnicos –como la PrEP– como intrínsecamente emancipadores, desde el punto de vista de las libertades individuales que traen consigo, descontextualizadamente, en forma de promesa

(tecnooptimismo), frente a las que los piensan –de acuerdo con las estructuras que conforman los marcos en que son producidos– como intrínsecamente opresivos y respecto de los cuales no existiría capacidad de agenciamiento político (tecnopesimismo) (Dean, 2015; David, Girard y Nguyen, 2015).

El debate estructurado de esta forma se inmerge en un apriorismo que incapacita un análisis de PrEP que mantenga las tensiones entre sus peligros y sus potencialidades. Aquí propongo una comprensión del carácter híbrido del marco que estructura el desigual reparto de salud serológica y que es el telón de fondo en que se produce PrEP. Esto es, invito a ver los cortes agenciales que pueden hacerse colectivamente ante esos cursos del poder, de manera que se logre desactivar sus efectos opresivos, no quedándose meramente en la dimensión de la libertad individual de los sujetos, sino operando en la forma en que la deuda serológica se genera a partir de las dinámicas que contextualizan PrEP. Solo manteniendo estas tensiones se puede empezar a hacer otras preguntas que desactiven el estancamiento del debate en oposiciones que oscilan entre el voluntarismo, representado por las libertades individuales del consumo de PrEP, y el determinismo social, representado por el reconocimiento del marco estructural en que se genera el microprotético azul.

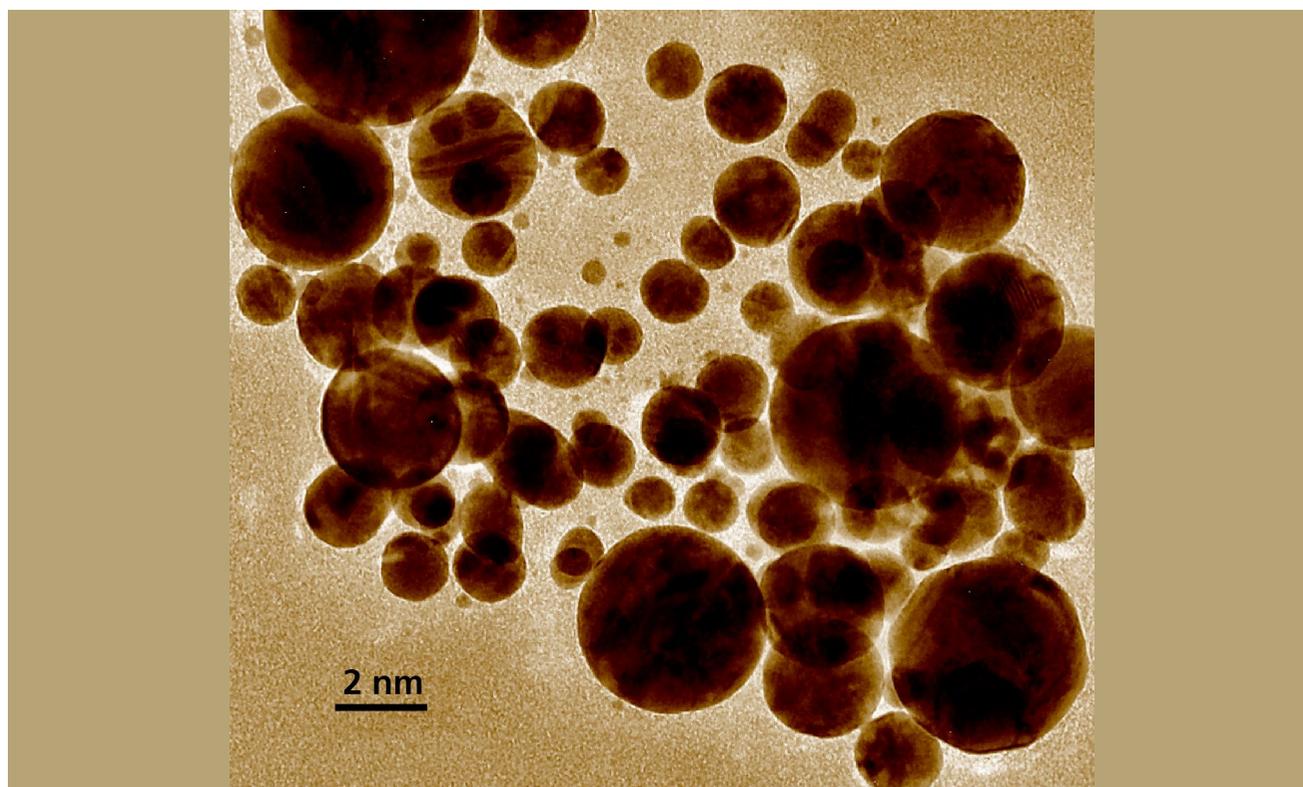
Para esta labor me sitúo teórica y metodológicamente en la línea de José Antonio López Cerezo y entiendo las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad como un producto “inherentemente social donde los elementos no técnicos [...] desempeñan un papel decisivo en su génesis y consolidación” (1998, p. 44), nunca como una actividad autónoma o neutra política y socialmente. En mi análisis de PrEP, enfatizo en la dimensión social del dispositivo y rechazo la imagen de la actividad o el producto científico-tecnológico como puros, así como la idea de la tecnología como mera ampliación neutral de la ciencia. En este marco más generalista de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), parto de la idea, siguiendo a Marta González (2017), de que la ciencia y la tecnología son instrumentos que sirven en ocasiones, por su uso, diseño y aplicación, para la perpetuación de desigualdades. En el análisis trato de desvelar formas de subvertir los guiones sociales, así como las presuposiciones contextuales incorporadas a la materialidad del artefacto PrEP a través de la inclusión/exclusión de las representaciones de sus posibles

usuaries<sup>1</sup>, representaciones que configuran, en la elaboración de su diseño, el escenario de sus posibilidades. A partir de tales consideraciones, me pregunto por otro agenciamiento político posible del dispositivo.

Para ello sigo las directrices metodológicas y conceptuales que propone Clarke (2010) en su teorización de los procesos de biomedicalización. Me pregunto por: 1) las dinámicas de la economía biopolítica que producen el artefacto, 2) la forma en que intensifican el enfoque de la salud a través de medios estrictamente tecnocientíficos y de extrema vigilancia y control a los grupos diana, 3) cómo en el proceso se elabora una tecnocientificación específica de ciertas prácticas biomédicas, y 4) el efecto que esto tiene en la producción de nuevas identidades tecnocientíficas a nivel individual y poblacional. Direcciones que me guían durante el recorrido que hago por la historia de la gestión social del VIH/SIDA en el Estado español y me permiten desentrañar algunas de sus facetas opresivas.

## Enclaves filosóficos para una comprensión biopolítica de PrEP

Para la comprensión de la historia del fenómeno del VIH/SIDA en que se inscribe PrEP, propongo un mapa en el cual rastrear sus cursos de poder. Divido este marco en dos regímenes somatopolíticos: R1: Biopolítica y R2: Biocapitalismo<sup>2</sup>, como aquel que dota de significado a las que en el punto siguiente desarrollaré como fases históricas que ha tomado la gestión social del VIH/SIDA en el Estado español. Siguiendo a Paul B. Preciado (2008; 2011) hablo de regímenes somatopolíticos como los periodos históricos clasificados según las lógicas de despliegue y ejercicio del poder que se inscriben en los cuerpos a modo de marco y que los producen y dotan de significado. Preciado, siguiendo a Foucault, piensa los regímenes: tanatopolítico, propio de las sociedades preindustriales; biopolítico, propio de las sociedades modernas y –ya completando el esquema foucaultiano– farmacopornográfico, propio de las sociedades posindustriales, como regímenes que se van sucediendo uno tras de otro, pero sin sustituirse, acumulándose sus cursos del poder y sus significados simbólicos históricos, sin anularse entre sí, manteniendo tensiones a través de unos cuerpos que hacen las veces de archivo de todos esos elementos discursivos.



▪ *Nanpartículas de oro*, 2019 | Capturada por: Georgy Shafeev. Tomada de: Dreamstime.com

En el momento biopolítico el poder se pone a funcionar a partir de un principio de producción de vida y mediante una lógica que penetra los cuerpos, a los que se aferra para su dirección y modificación. El régimen biopolítico es aquel donde el poder se ejerce en el cuidado y la producción de la vida, disciplinando sobre la manera correcta y normativa del vivir. Críticos de la ruta trazada por Foucault y Preciado, tanto Achille Mbembe como Jasbir Puar –entre otros filósofos y activistas racializadas, *queer* y vih-positives– ven una carencia conceptual en la noción del biopoder, al ser incapaz de pensar los cuerpos más vulnerados por el régimen de disciplinamiento a través de las lógicas biopolíticas en contextos de estados de excepción y geografías de guerra y confinamiento. Por ello Mbembe y Puar proponen las nociones de “necropolítica” y “necropoder”, respectivamente. Con su noción, Achille Mbembe (2019) está pensando en geografías situadas, como pueden ser las lógicas arquitectónicas y de distribución espacial en que se expresa la ocupación israelí de los territorios del pueblo de Palestina, o la distribución de las capacidades de muerte en los complejos carcelarios estadounidenses, o la violencia emanada de las políticas fronterizas y de contención de movilidad for-

zosa, cuestiones estas que condenan al naufragio, la electrocución, la deportación en caliente o la muerte lenta por la privación de medicamentos, alimentos u otros productos de necesidad básica.

En línea con Judith Butler (2020 [1993]), señalamos que las formas de distribución de la precariedad por parte de los Estados y las instituciones públicas y privadas no se ven explicadas suficientemente por la idea de la administración de la vida que analizan los estudios tradicionales de la biopolítica, pues la reducen al ejercicio del biopoder, sin considerar la distribución de la muerte, la construcción de espacios de excepción y de geografías de cadenas y cadáveres, donde se articulan políticas para muertos vivos, contra cuyos cuerpos se ejerce una violencia a la vez extrema y aletargada que se pone a funcionar expresamente para dejar morir de manera activa. Este es, tal y como lo refiere Lucas Platero, “el poder de los estados de brindar diferencialmente las posibilidades de la vida o, por el contrario, las que conducen al daño o a la muerte” (2019, p. 15), con lo cual el foco se pone en la manera en que las acciones y los discursos institucionales deniegan la posibilidad de tener una vida

vivable, mientras promueven, en cambio, una vida zombie: una vivencia de la muerte en el cuerpo.

Jasbir Puar, por su parte, recoge estas críticas y propone establecer un diálogo entre las nociones de biopoder y necropoder de manera que se pueda atender a ambas esferas vinculando el biopoder con la muerte, a pesar de encontrar su *telos* en el disciplinamiento del vivir, así como el necropoder buscaría la anulación en vida de la vida, en su vinculación con la distribución de las posibilidades de muerte (Puar, 2017, p. 83). Con este acercamiento, invita a pensar estas relaciones atendiendo a las disidencias de género y sexuales por medio de la idea de la necropolítica *queer* (Gosset, 2014), como herramienta teórica con la cual explorar procesos y condiciones históricas que apuntalan y sostienen un rango de distribución desigual de posibilidades de vida y de muerte –como ocurre con las disidencias y la guerra, la migración forzosa o la colonización–, procesos y condiciones históricas que justifican el uso de la carta de derechos de lesbianas, gays, transgénero y bisexuales (LGTB).

Teniendo esto en cuenta, cuando trazo acá la historia de la gestión pública del VIH/SIDA en el Estado español, en el momento biopolítico distingo dos etapas diferenciadas de acuerdo con la primacía de un tipo de lógica de poder sobre otra: la primera marcada por el necropoder y la otra por el biopoder, ambas en el contexto del R1. Biopolítica y necropolítica, pues –tal y como sostiene Estévez– “no son opuestos, sino definitivamente constitutivos” de fenómenos sociales como la migración (2018, p. 33), asuntos que desarrollaré en el punto siguiente.

En el momento contemporáneo, se extendería una nueva lógica somatopolítica que toma forma como farmacopoder. Es lo que Preciado llama régimen fármacopornográfico, en el que tienen un papel fundamental las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su relación con la construcción de la erótica y la producción de los deseos a través de dispositivos de control desplegados por la industria pornográfica. Preciado ve una influencia clara de la construcción pornográfica normativa del deseo sexual en la interpretación del consumo de microprótesis *cyborg*. Defiende que en el régimen farmacopornográfico el poder es capaz de generar un control absorbible y aspirable y que penetra por todos los orificios, desde los lagrimales (gotas para los

ojos), pasando por el ano (ácido oxábico o GHB), hasta los poros de la piel (contaminación del aire, radiación solar etc.), y que, frente a instituciones biopolíticas como la escuela, donde les alumnos son disciplinados colectivamente, este es ejercido, si bien masivamente, de manera individual, hasta fundirse enteramente con la estructura viviente del sujeto, como una microprótesis que se instala a nivel molecular y tecnifica orgánicamente el cuerpo que transforma. Explícitamente dirá: “Las representaciones dominantes de la era farmacopornográfica –píldora, prótesis, felación y doble penetración– comparten la misma relación entre el cuerpo y el poder: deseo de infiltración, absorción, ocupación total” (Preciado, 2009, p. 135).

En su análisis de la píldora anticonceptiva, Preciado critica cómo se ha extendido un uso de las ideas de libertad y de agencia en un sentido neoliberal estricto donde la autonomía se deposita meramente en la posibilidad de consumir o no consumir, inocentemente al estado del amarre, de las estructuras productoras de la fantasía, que no tienen que ver tanto con la decisión, es decir, donde el agenciamiento político no está relacionado con la gestión individual, sino con el deseo de la decisión, la erótica de la penetración por parte de este micro-fascismo pop. En este régimen, el efecto del poder es la naturalización en clave molecular de los sujetos ficticios producidos, y hace especial mención de la producción de cierto tipo de feminidad que se consigue a través de los cambios biomoleculares generados por la ingesta de ese dispositivo sociotécnico. En este sentido, el disciplinamiento ya no es exógeno y conductivo-conductual, ni tiene que ver ya solamente con la corrección de la postura en aula, sino que opera biomolecularmente transformando el cuerpo hacia el modelo de sujeto desde el que se diseña el artefacto científico-tecnológico. Esto es un biotravestismo en que, al ponerse a funcionar el poder a ese nivel, condiciona la performatividad del sujeto a escala micro y produce de manera técnica unos cuerpos orgánicos concretos a través de su cálculo y regulación.

En conclusión, en el momento contemporáneo, el poder no solo lo ejercen las figuras soberanas (padre de familia) ni solo las estructuras modernas de disciplinamiento (escuela, hospital, etc.). Por la influencia de la industria pornográfica –en nuestro estatuto como cuerpos deseantes sumidos en una sociedad consumista– y de la industria farmacológica –con su capacidad para

producir ficciones políticas de identidad, feminidad y masculinidad de manera molecular biotrust-, se ejerce un nuevo poder: el poder farmacopornográfico, entendido como aquel que, sumándose a las lógicas de poder previas, tiene la capacidad de tomar el control del deseo hasta hacer deseable el biocontrol tecnificado por parte del sistema biocapitalista, con lo que reduce la necesidad tanatopolítica de punición, o biopolítica de vigilancia, a través del fomento de la excitación exaltada por la sumisión.

Para comprender este nuevo ejercicio del poder propio del régimen fármacopornográfico, es necesario entender esas transformaciones que tuvieron lugar con el paso del liberalismo capitalista de la industria pesada a las lógicas neoliberales posindustriales y ver cómo se manifestaron esas transformaciones en el entramado de dispositivos e instituciones que cooperan produciendo el significado contemporáneo de la idea “vida”, pues este es el marco en el que interpretamos el cuidado social y la gestión pública de la sexualidad, así como las relaciones de carácter radical que hay entre las producciones de las ficciones somáticas de sexo y vida.

El concepto “medicalización”, fue acuñado en el contexto de los estudios CTS de la década de los setenta como clave para analizar las formas en que distintos procesos sociales empiezan a ser reconducidos hacia y por la medicina, a partir de la redefinición, en términos de padecimientos o desórdenes, de cuestiones que hasta entonces se salían de su jurisdicción, como pueden ser el alcoholismo o la hiperactividad infantil (Conrad, 2005), así como para analizar las relaciones entre la biotecnología y la creciente industria farmacéutica y el cambio que esa alianza empezaba a suponer en la reconceptualización de los potenciales patientxs, en términos de potenciales consumidorxs, o también en las nuevas formas de gestión y administración de la salud por parte de los Estados y las aseguradoras privadas.

Desde la década de los ochenta se empieza a utilizar la noción de “biomedicalización”, propuesta por Adele E. Clarke en el contexto de los estudios feministas en CTS para hablar de la producción de los esquemas biotecnológicos que condicionan la producción de la salud y la enfermedad mediante el desarrollo de una serie de baterías tecnológicas que desdibujan las fronteras entre la medicina, la ciencia y la industria. Con esta noción se sigue poniendo el foco, por un lado, en la alianza

entre la producción de conocimiento biomédico y los intereses transnacionales de la industria farmacéutica, orientados a la transformación de la salud en términos de mercancía, y, por otro, en el afán contemporáneo por el monitoreo, el control y la vigilancia de padecimientos posibles. Y se aplica el prefijo *bio* para tanto hacer referencia a la capacidad de las ciencias de la vida de transformar la noción propia de “vida” y modificar sus fundamentos mismos como para dar cuenta de la dimensión biopolítica que la gestión social de estos saberes tiene en la producción política de nuevos tipos de sujeto e identidades tecnocientíficas (Clarke *et al.*, 2003; 2010).

En el contexto contemporáneo, tal y como señalan Torres y Suárez (2019; 2020), estamos asistiendo a procesos de biomedicalización que afectan diferencialmente a los sujetos y a las poblaciones de acuerdo con sus marcas políticas, su clase social, su procedencia geográfica, su raza, su género, su sexualidad etc., de manera que las políticas de implementación de dispositivos biomédicos como la profilaxis preexposición (PrEP), vienen segmentadas de acuerdo con directrices sistemáticas de marcaje social y dirigidas en función de los intereses del capital, en el contexto de la implosión de la industria farmacéutica y la extensión del farmacopoder.

Melinda Cooper analiza muy bien esta hibridación entre el saber biomédico y el poder de la industria farmacéutica en lo que llama biocapitalismo. La autora sitúa la principal diferencia entre el biocapitalismo tecnocentrado neoliberal y el sistema industrial de la modernidad occidental en que mientras este último encuentra como límite el agotamiento de las reservas terrestres de la vida humana, el primero trata de sobrepasarlo por medio de la capitalización de la promesa que se manifiesta en la monetización de la potencialidad de la vida.

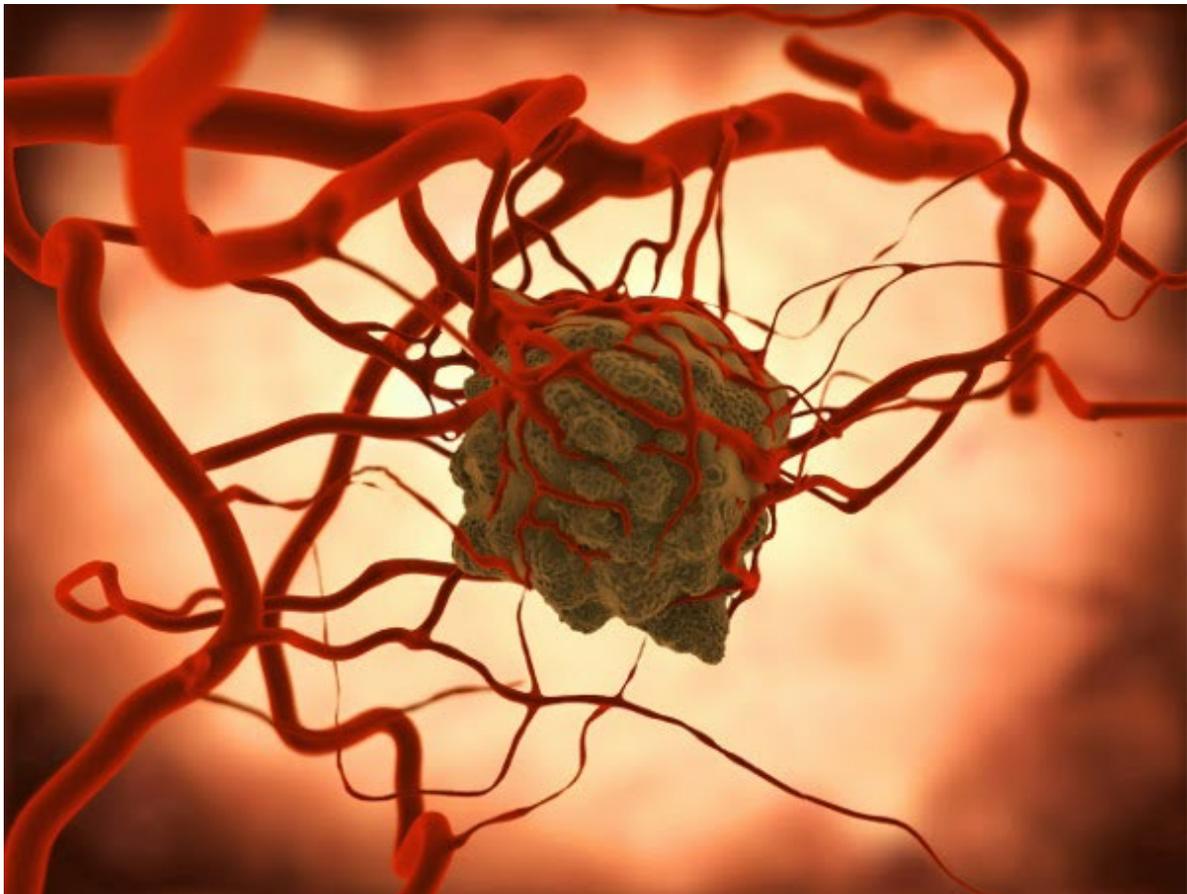
La vida se integra en la lógica de la producción al punto que hay que entender ambas categorías como entidades indiferenciadas, que capitalizan de este modo las posibilidades futuras de producción y reproducción. El capital empieza a imaginarse a sí mismo como algo capaz de atribuirse autónomamente nuevos valores, como una fuerza viva con sus propios poderes de regeneración que supera las reservas geológicas de la Tierra, en un olvido delirante del agotamiento de sus

reservas naturales, olvido que permite que el capital se reproduzca en esa forma de fantasma que agota la totalidad del presente en una sobreproducción de carácter maniaco que reduce el presente habitable a un mínimo vivible, a cambio de un futuro que está por llegar, de una Tierra tecnoprometida, que, por la propia autotransformación de la misma deuda que se genera, nunca puede terminar de materializarse más que en forma de nuevas promesas.

Estos son “the two sides of the capitalist delirium –he drive to push beyond limits and the need to reimpose them, in the form of scarcity– must be understood as mutually constitutive” (Cooper, 2008, p. 49), en una imbricación vida-economía donde las ciencias económicas empiezan a entenderse como ciencias de la vida, el capital como un organismo vivo y con valores y capacidades orgánicas, y la vida como *surplus*, un excedente que alberga la capacidad de autorregenerarse y trascender sus propios límites evolutivos.

Este esbozo ya deja rastrear las relaciones estructurales entre los momentos de crisis del capital, de creación de deuda y de devaluación periódica de la vida humana. En estas relaciones, en un primer momento, la lógica neoliberal nos localiza en una reevaluación en la que el capital nos traslada futurísticamente lejos del presente a una utopía financiera futura que responde especulativamente a las crisis donde de hecho se distribuye la precariedad en cada contexto, y, en un segundo momento, inmediato y de transcurso paralelo al anterior, tiene lugar una devaluación de la vida, una desinversión donde los organismos no rentables, es decir, las vidas que no valen los costos de su propia producción en términos de fuerzas productivas –y a los ojos de esta perversa lente neoliberal– son devastadas e intercambiadas por esa geoespaciación global utópica prometida.

Así, la vida se produce de modo biocapitalista en el marco en que se despliega el poder farmacopornográfico que refuerza estas relaciones neocoloniales globalistas



▪ Tumor con aumento de la vascularización, 2012 | Autor: Selvanegra.Tomada de: istockphoto.com

en su control sobre la vida, y con el amarre de la excitación sexual y la producción biomolecular del género y el sexo. Esta producción se lleva a cabo en dos direcciones simultáneas: por el lado biocapitalista, con la capitalización de la sexualidad y la monetización del peligro social en el contexto del VIH/SIDA por parte de estructuras generadoras de fantasía, y, por el lado farmacopornográfico, la vida de la excitación social se produce con la hipermedicalización, que reduce la agencia de los sujetos y los grupos sociales a la mera libertad de elección de la ocupación total del cuerpo propio a través del consumo o no consumo de fármacos y otras intervenciones biomédicas.

Es decir, en el R3: Biocapitalista se da una relación bidireccional en que el sexo (las sexualidades, la erótica, el deseo) se produce dentro de unas estructuras sociales biocapitalistas condicionadas por la lógica neoliberal que impulsa el desarrollo biotecnológico manifiesto en el consumo de fármacos (PrEP, píldora), amarre farmacopornográfico de la excitación sexual que lleva a interpretar como un ejercicio de libertad individual la posibilidad de ser intervenido por medio del consumo, la libre elección de la hipermedicalización del cuerpo propio –asumida y popularizada como un ejercicio de derechos humanos fundamentales– y la monetización del peligro social y la capitalización de la vida de los grupos considerados de riesgo, lo que se entiende como el ejercicio de la libertad y que se resume en la posibilidad de consumir o no consumir el microprotético azul.

La individualización y borrado histórico en que –según explicaré– ha derivado la gestión social del VIH/SIDA en el Estado español tienen un efecto invisibilizador de los cursos necropolíticos *queer* de ejercicio del poder, los cuales relegan ciertos cuerpos e identidades a la sentencia de la violencia de muerte aletargada, como son los grupos sociales que son privados estructuralmente del acceso a medidas preventivas básicas para con las prácticas de alta prevalencia de VIH. Un borrado que se da, en parte, por la hipervisibilización de la cuestión de las libertades individuales que el dispositivo PrEP promete, en el sentido neoliberal de la capitalización de la promesa del cuerpo usuario privilegiado con acceso a esta nueva estrategia preventiva, con lo que expulsa del debate contextos de riesgo menos normativos. Así la estructura biocapitalista contemporánea se

desarrolla con el arrase del presente por la promesa del tecnificado mundo venidero; en este caso, se trata de las tecnologías necropolíticas *queer* que generan esa deuda serológica manifiesta en el desigual acceso a medidas preventivas, aparentemente justificada por la promesa de la solución de la crisis del VIH/SIDA, que vendría de la mano de la hipermedicalización de todas las dimensiones del sujeto.

A lo que llamo deuda serológica es lo generado en esta organización del poder: 1) por efecto del amarre fármaco-pornográfico producido por las estructuras que se encargan de producir el deseo individual de ser biomonitorizado, deseo que organiza los grupos sociales usuarios de PrEP desde la forma de la mera libertad de desear ser intervenidos a escala molecular, y 2) por el efecto enmascarador que este juego de la libertad individual tecno-producida tiene para con el arrase sistémico de otros grupos sociales, en el contexto de la producción biocapitalista de la vida, contexto que les priva de condiciones de accesibilidad a salud serológica y genera nuevos cursos necropolíticos *queer* que se ven desplegados a través de este acceso condicionado por las estructuras sociales que enmarcan el régimen político en que se produce PrEP.

## La gestión del VIH/SIDA en el Estado español

Siguiendo la propuesta de Pablo Santoro (2019), hablo de F1: Necropoder, F2: Biopoder y F3: Farmacopoder, como fases que se inscriben en este marco, y de regímenes somatopolíticos: R1: Biopolítico y R2: Biocapitalista, que he desarrollado conceptualmente en el punto anterior. En el marco del R1: Biopolítica, hablo de Fase 1: Detección temprana y primeras políticas públicas (años ochenta y noventa), caracterizada por la exclusión del cuerpo potencialmente VIH+ a través del ejercicio sistemático del necropoder, y de Fase 2: Prevención y aumento de la esperanza de vida (años noventa y dos mil), caracterizada por la normalización de la vida con VIH en el ejercicio del biopoder. Y en el momento contemporáneo R2: Biocapitalismo (desde las primeras décadas del 2000), de Fase 3: El momento contemporáneo, caracterizada por una nueva ola de biomedicalización de la potencialidad del riesgo y una monitorización y producción científica tecnificada de la vida a través del ejercicio del farmacopoder.



▪ *Burbujas* | Capturada por: Brian Gordon Green. Tomada de: nationalgeographic.org

## Fase 1 (1980/1990): Necropoder, detección temprana y primeras políticas públicas excluyentes

La enfermedad del sida fue diagnosticada en el Estado español por primera vez en 1981 en el Hospital Vall d'Hebron, en Catalunya (Martín, 2011), el mismo año en que tuvo lugar el primer caso en Estados Unidos, donde el Centers of Disease Control and Prevention (CDC) llevó a cabo el primer diagnóstico. A estos diagnósticos siguió el despliegue del Protocolo 577, un informe de diagnóstico y recomendaciones sociosanitarias en el que se concluía que el elemento en común de aquellos cinco primeros diagnósticos era la no heterosexualidad de los usuarios y el “elevado” número de relaciones sexo-afectivas genitales que mantenían. En un contexto de homofobia social intensa, los primeros diagnósticos del sida se ligaron por completo a la sexualidad disidente, a la precariedad y a las prácticas sexo-afectivas extraconyugales, llegando a categorizarse los primeros años de la pandemia del sida como inmunodeficiencia relacionada con los gais (*gay-related immune deficiency* - GRID), como el cáncer rosa y, más

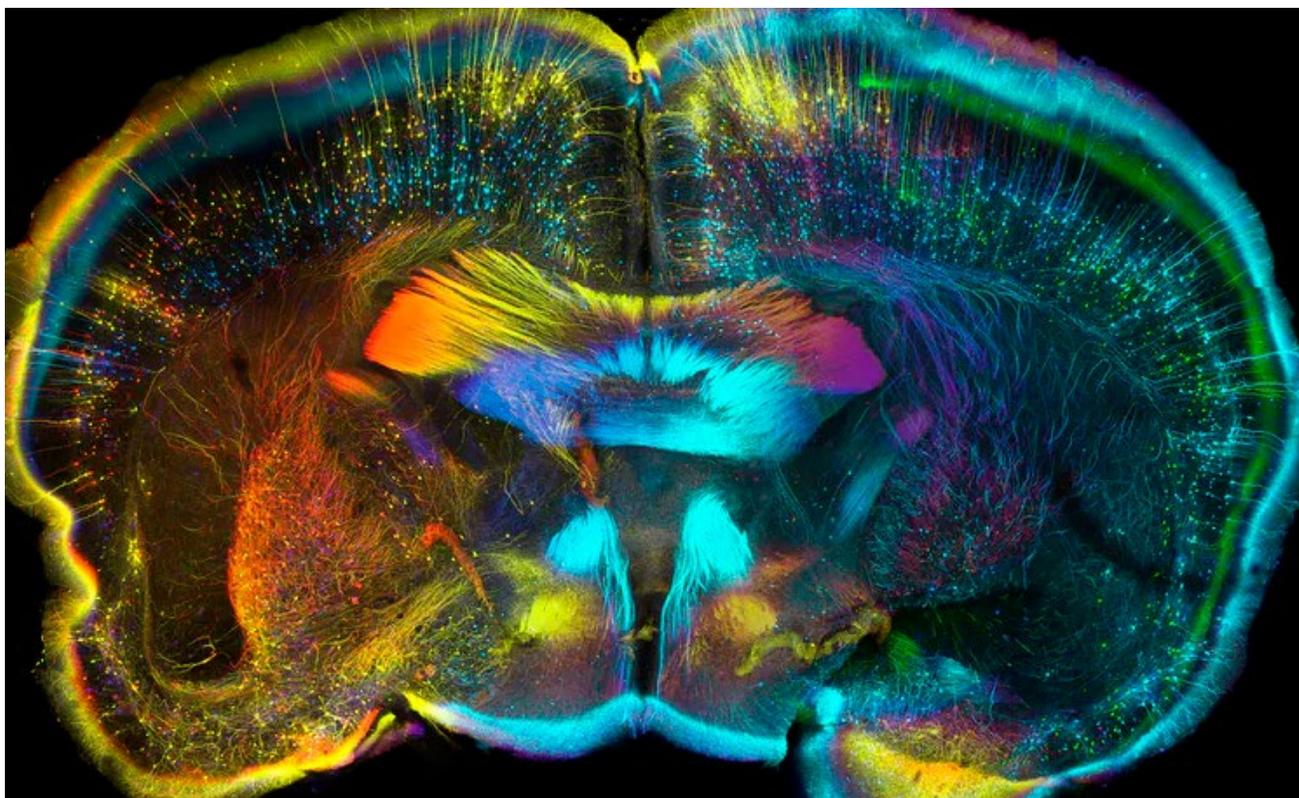
adelante, como la enfermedad de las cuatro H (hemofilia, Haití, homosexualidad y heroína).

En el contexto en que empieza a expandirse la pandemia, el cuerpo categorizado como infectado/infeccioso aparece como objeto de protocolos de prevención, por cuya peligrosidad potencial habría de ser disciplinado de alguna manera. Esta cuestión dio pie a un tipo de diversofobia proyectada sobre los grupos sociales que encarnan la enfermedad, de manera que estos empiezan a servir de depositarios de todo un nuevo dispositivo opresivo, una nueva marca social que tiene que ver con el estigma de la serofobia y que se va materializando en la exclusión social, la negligencia médica y la distribución de azidotimidina (AZT) como primeros antiretrovirales, acerca de los cuales no solo era conocida su no efectividad como antiretroviral, sino que además eran sabidos también sus efectos perjudiciales en periodos largos de consumo (France, 2012).

Las políticas públicas de esta primera década se basaban en la negación u obstaculación directa del acceso a la atención sanitaria y al resto de formas de protección

y cuidado de las personas enfermas de sida, o directamente en la distribución de un fármaco demostrado como letal en contextos de enfermedad no marcados por la disidencia sexual, racial, o por la precariedad y el consumo de drogas. Esto es, un ejercicio necropolítico *queer* del poder que hace énfasis en la idea de activamente dejar morir a los grupos sociales que simbolizan un peligro para las estructuras tradicionales de normatividad social, lógica negligente sostenida sobre la exclusión de los grupos sociales pensados como “grupos de riesgo”, quienes más sufren el VIH/SIDA, a la vez fuente de contagio y expansión de la pandemia, construidos como masas condenadas al ostracismo social y a vivenciar aletargadamente la presencia de la muerte en sus cuerpos.

la gestión pública de la enfermedad estaba reforzando desigualdades estructurales y haciendo más intensa la presencia de VIH/SIDA en los grupos sociales estigmatizados. Los discursos epidemiológicos dejaban de hablar de “grupos de riesgo” y empezaban a referirse a “prácticas de riesgo”. Esto, junto con los nuevos dispositivos biomédicos –que a diferencia de los AZT sí tenían un efecto paliativo en las personas seropositivas enfermas de sida– trajo consigo el alargamiento de la esperanza de vida de las personas diagnosticadas, al punto que el sida pasó de significar una sentencia de muerte a entenderse como una enfermedad crónica, algo con lo que se podía vivir mucho más tiempo, con el acompañamiento sociosanitario adecuado.



▪ *Cerebro de ratón, vista coronal, 2015* | Capturada por: Luis de la Torre-Ubieta. Tomada de: theconversation.com

## Fase 2 (1990/2000): Biopoder, prevención y aumento de la esperanza de vida

A principios de los noventa empiezan a desplegarse políticas públicas en torno del VIH/SIDA que se ponen a funcionar con una pretensión desestigmatizante de los “grupos de riesgo”, conscientes de las formas como

El alargamiento de la esperanza de vida de las personas con sida trajo consigo nuevas formas de ejercicio de control del cuerpo VIH+. El discurso biomédico trató de modelar los comportamientos de las poblaciones desde políticas de prevención que se sostienen en la idea del *safe* y que sirven para crear una oposición entre los buenos y los malos cuerpos, siendo esos “buenos cuerpos” los que cumplen con todas las obligaciones

médico-morales respecto a la vida sexual, con el uso del preservativo, la limitación de las parejas, o el no consumo de drogas de manera ilegal.

Estos cambios tuvieron y tienen efecto productor de identidad, concretamente en lo que se refiere a la población homosexual masculina cisgénero, con la construcción de una identidad “gay”, por oposición al cuerpo homosexual VIH+ de los años ochenta, sostenida sobre la idea de la inclusión en la normatividad social como cuerpo social “respetable”, donde respetable significa “no peligroso”, en el sentido de un peligro no meramente epidemiológico, sino uno donde el contagio simboliza la permeabilidad de la disidencia y, por tanto, la desestabilización de las estructuras sociales y de parentesco patriarcales y capitalistas tradicionales (Santoro, 2019, p. 98).

### Fase 3 (momento contemporáneo): Farmacopoder y nueva biomedicalización

Con la gestión de las últimas décadas de la pandemia, se ha llegado al momento de la indetectabilidad/intransmibilidad. Se estima que actualmente en el Estado español viven con VIH un total de 151.387 personas, de las cuales alrededor de un 13% desconoce que está infectada (Vigilancia Epidemiológica del VIH y Sida en España, 2021), es decir, se llega a superar la cifra de más del 70% de personas diagnosticadas entre la totalidad de personas que viven con VIH, y donde más de la mitad de ellas está en tratamiento con una carga viral indetectable e intransmisible. Esto trae consigo una rotura simbólica de la cadena causal entre la infección por VIH y la enfermedad del sida, así como elimina el riesgo de la transmisión sanguínea en relaciones sexuales con personas VIH+ en tratamiento, al menos entre los grupos sociales que cuentan con acceso a medidas preventivas.

Para llegar a este momento de indetectabilidad e intransmibilidad se ha generado un complejo estructural que posibilita una integral biomedicalización. En el contexto biocapitalista, la enfermedad se entiende como un fenómeno que debe ser encarado mediante políticas estrictamente biomédicas que reducen la complejidad biosocial del VIH/SIDA a un estado de salud cada vez más individualizado en que la medicación pasa a venderse como única forma de afrontar el síntoma o

efecto de la enfermedad, así como también como mejor estrategia preventiva (Nguyen *et al.*, 2011).

Esto es a lo que me refiero con biomedicalización, entendida como la comprensión biomédica estricta, en sentido pretendidamente no social, que trae consigo la anatomización del individuo como un cuerpo aislado que se pretende como desgajado de sus relaciones sociales e históricas, lo que relega las dimensiones de la enfermedad que no refieren tan directamente a los planos orgánico y fisiológico, todo lo relacionado con la historia social del estigma y la enfermedad, así como las condiciones estructurales de distribución de la salud que incrementan la prevalencia del VIH en distintos grupos sociales en un plano casi oculto y que se pretende invisible.

Esta medicalización biocapitalista del VIH/SIDA, por un lado, significa un paquete de medidas con una alta efectividad con respecto a los efectos patológicos del virus y su tratamiento, pero, por otro, también una dependencia total de la industria farmacéutica y un potencial borrado histórico del significado social de la pandemia (Carrascosa, 2020). Cuestiones que juntas tienen la potencialidad de reforzar las desigualdades sociales ya existentes con respecto a la distribución de la salud serológica y que pueden verse rastreadas en la limitación al acceso a la intervención.

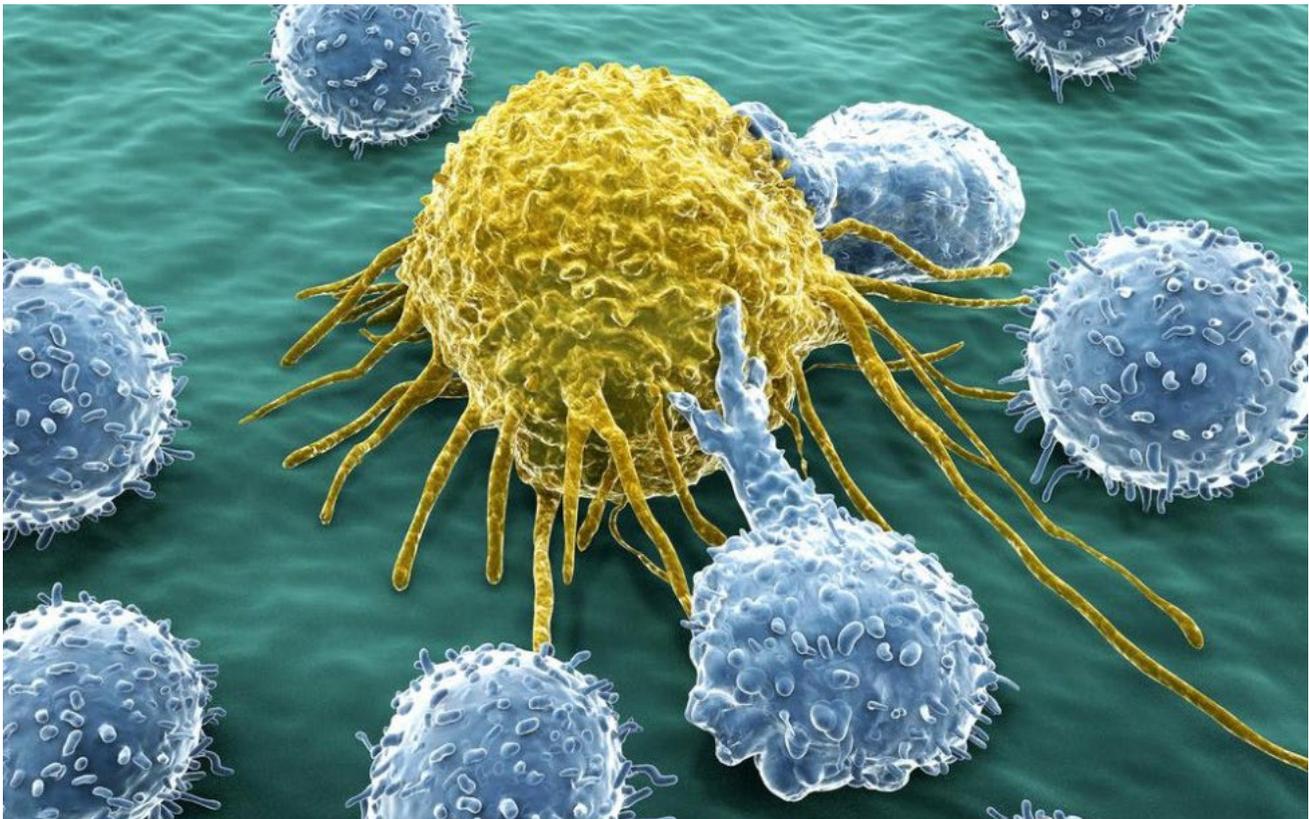
En conclusión, podemos pensar la historia de la gestión pública del VIH/SIDA en el Estado español como una historia de la individualización de la responsabilidad social que puede rastrearse en las producciones semiótico-materiales de los grupos diáspora a través de las categorías epidemiológicas “grupos de riesgo” (Fase 1), “prácticas de riesgo” (Fase 2) o “prácticas de alta prevalencia del VIH” (Fase 3), matices lingüísticos que representan la cada vez mayor influencia de las lógicas biocapitalistas de gestión de la salud y la sexualidad, cuyo culmen es la asunción del ejercicio de ciertas libertades individuales relacionadas con rutinas preventivas o el consumo de ciertos fármacos. Todo ello es expresión de una forma de ejercicio de libertad a cambio de una regularización del sexo que se va normativizando conductivo-conductualmente mediante campañas del sexo seguro, con su efecto productor de “buenos sujetos sexuales disidentes” (Fase 2), hasta una normativización de carácter biomolecular, precisamente la que trae

consigo PrEP, donde se mercantiliza la potencia del riesgo y las prácticas sexo-afectivas y de alta prevalencia al VIH son expuestas en toda su verdad ante le profesional sanitarie de manera periódica, y donde los sujetos son definidos con base en una monitorización y seguimiento moleculares de carácter total (Fase 3).

En este recorrido desarrollo los cuatro interrogantes planteados al marco estructural en que se produce PrEP. Ello me permiten preguntarme por formas de subvertir sus guiones sociales. En referencia a la pregunta 1 (*supra*), las dinámicas de la economía biopolítica a través de las cuales se lleva a cabo el artefacto, me refiero a la extensión del biocapitalismo neoliberal y a su ejercicio del farmacopoder, desarrollado en el punto anterior como sistema político y económico que da pie a esa producción biocapitalista del sexo y farmacopornográfica de la vida. También doy cuenta de la pregunta 2, al señalar la intensificación del monitoreo y el enfoque de la salud aplicados a los grupos diana por medios que, conforme avanza la historia de

la gestión pública del VIH/SIDA, cada vez son más estrictamente tecnocientíficos, lo cual se corresponde con la pregunta 3, concerniente a la mayor tecnocientificación de las prácticas biomédicas en el contexto del Estado español, prácticas mediante las cuales se lleva a cabo esa vigilancia radical de la verdad, a desvelar en la sangre monitorizada de los grupos diana.

El reconocimiento de estas lógicas desemboca en la pregunta 4, por el efecto que esto tiene en la producción de nuevas identidades tecnocientíficas, individuales y poblacionales, es decir, por las nuevas ficciones políticas que comportan esas identidades tecnocientíficas fruto de la capitalización del riesgo y la codificación molecular y sanguínea de la moral y la política sexual, pues las lógicas somatopolíticas –inscritas en el actual momento biocapitalista y ejercidas por el farmacopoder– producen la significación social de los sujetos y de las poblaciones, a partir de esa mediación biotecnológica que supone PrEP en la tercera fase de la gestión pública de la pandemia del sida.



■ Moléculas matan las células cancerosas, 2015 | Autor: Juan Gaertner. Tomada de: Shutterstock.com

En resumen, en esta historia de la individualización de la responsabilidad social del VIH/SIDA, que culmina en la asunción del monitoreo molecular de la sexualidad, como ejercicio de la voluntad individual, el sexo se produce biocapitalistamente. Entendiendo “sexo”, en sentido amplio, como conjunto de prácticas y deseos afectivos, genitales o no, relacionados con el placer y la erótica, así como de las identidades sexuales, al organizarse el buen-sexo, las formas normativas de expresarse sexualmente según los criterios impuestos por la industria farmacológica, esa que dicta qué drogas es lícito que medien el disfrute de la sexualidad y la erótica.

Por otro lado, se da una producción farmacopornográfica de la vida, donde los deseos, la excitación, y cualquier ejercicio de libertad relacionado con el VIH/SIDA, son controlados por la misma industria farmacológica a cambio de un pequeño paquete de libertades individuales, como la posibilidad o no de consumo del fármaco, de acudir a una cita con le médique, o de olvidarte algún día de ingerir la Truvada, pareciendo así que incluso se deja un espacio para el libre albedrío en la vida que es radicalmente biomonitorizada.

Estas individualización y borrado histórico tienen un efecto invisibilizador con los cursos necropolíticos *queer* de ejercicio del poder, mismos que relegan ciertos cuerpos e identidades a la sentencia de la vivencia de la muerte aletargada, como pasa con los grupos sociales deprivados estructuralmente del acceso a medidas preventivas, básicas en cuanto a las prácticas de alta prevalencia de VIH. Un borrado que se da, en parte, por la hipervisibilización de la cuestión de las libertades individuales que el dispositivo PrEP promete, con esa pulsión neoliberal de capitalizar la promesa del cuerpo usuario privilegiado que tiene acceso a esta nueva estrategia preventiva, mientras se expulsan del debate cuestiones menos normativas, como son la alta prevalencia del VIH y la negligencia social a su tratamiento en cárceles y Centros de Internamiento de Extranjeros (CIES), por ejemplo (Lemoine, 2001; Schifter, 2001). Así se desarrolla la estructura biocapitalista contemporánea, con el arrase del presente por la promesa del tecnificado mundo venidero; en este caso, las tecnologías necropolíticas *queer* que generan esa deuda serológica, aparentemente justificada por la promesa de la solución de la crisis del VIH/SIDA, que

supuestamente vendrá de la mano de la hipermedicalización de todas las dimensiones del sujeto.

## Cortes agenciales en los cursos de la pastilla azul: PrEP en contextos de extranjería

En el Estado español, algunos de estos cursos necropolíticos *queer* se identifican en la gran dificultad o casi imposibilidad de acceso a la sanidad pública en general y, por tanto, también al dispositivo biomédico PrEP por parte de las personas migrantes y residentes “irregulares” e indocumentadas (Pérez y Goicolea, 2017; Ruiz *et al.*, 2018), sin autonomía jurídica. Esto les pasa concretamente a los colectivos de personas neurodivergentes en situación de tutelaje y curatela, y ocurre en la exposición a formas específicas de violencia que sufren las personas trans\* (Ortega y Platero, 2015) con identidades no binarias o que no han cambiado su nombre ni la mención de su género en sus documentos oficiales, por ejemplo al tener que acceder a PrEP a costa de ser categorizadas como “HSH” (hombres que tienen sexo con hombres) o como “mujeres transexuales”, categorías protocolarias en que se inspiran los documentos oficiales para la dirección de la intervención (Plan Nacional sobre el Sida-Grupo de Expertos PrEP, 2018).

Puntualmente, con respecto a la situación de la extranjería en el Estado español, la relación entre la supuesta irregularidad de la residencia por cuestiones de migración y extranjería y el acceso a la sanidad pública ha ido variando en las últimas décadas. Así, con el conocido como “Decreto de la vergüenza” (RDL 16/2012), en el contexto de la crisis económica de la primera década del 2000, se retiró la tarjeta sanitaria a 873.000 personas en situación de migración (Gimeno, 2021), con lo que se las condenó a tener un acceso limitado a la sanidad pública, limitado solamente en casos de urgencia o embarazo (Moreno y Fuentes, 2013). Más adelante, por medio del real decreto-ley RDL 7/2018 se pretendió extender el acceso a la sanidad pública no solamente a personas con nacionalidad española, sino a personas con derecho a la asistencia sanitaria por algún otro título jurídico y a personas cuya residencia legal habitual se situara en el Estado español. De este modo, se trataba desligar de la residencia y la nacionalidad el derecho al acceso a la sanidad (Jefatura de Estado, 2018), pero,

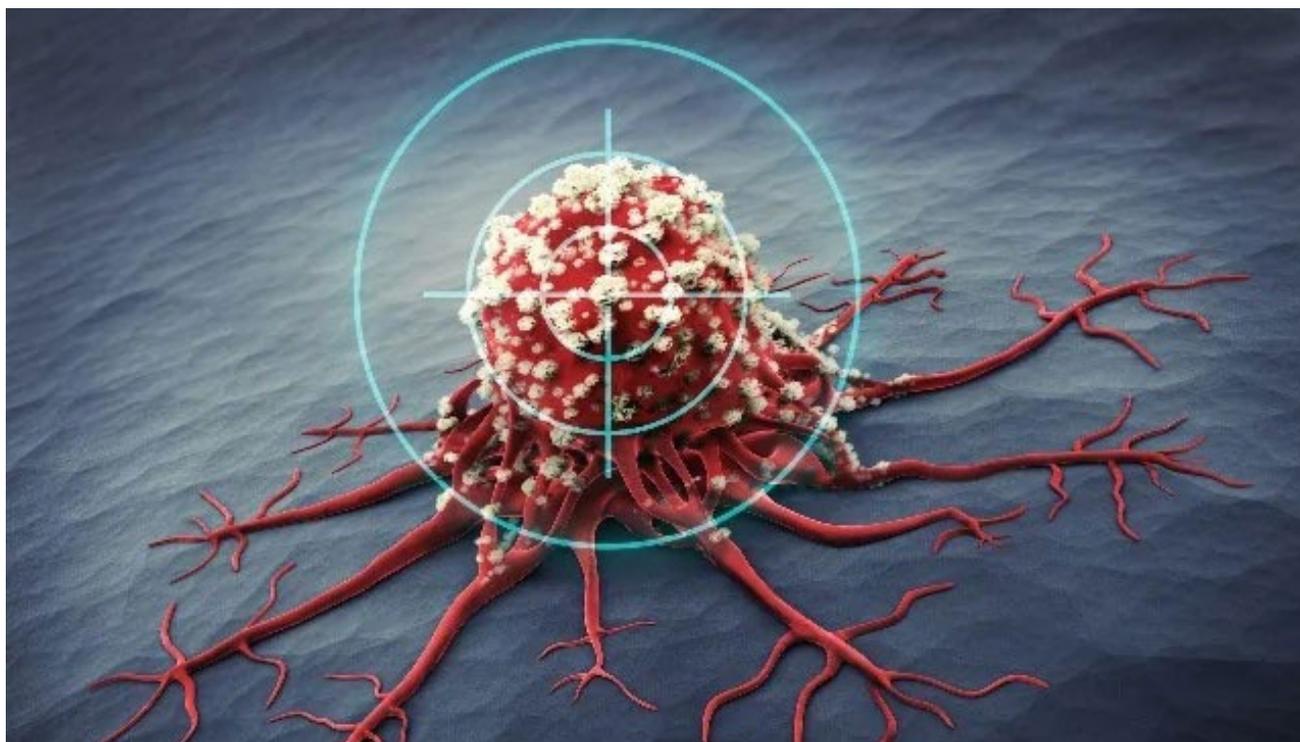
eso sí, limitando su acceso al pago de la correspondiente contraprestación o cuota derivada de la suscripción de un convenio especial.

Desde entonces, para hacer efectivo el derecho a la protección de la salud y a la atención sanitaria con cargo a los fondos públicos, las personas titulares de los derechos deben encontrarse en alguno de los supuestos expresamente previstos. Esto significa que, a pesar de los preámbulos de las normas o los objetivos originales del decreto de 2018, la sanidad sigue siendo un derecho de configuración legal y no absoluto y que, para su acceso con cobertura completa, las personas que se encuentran en esta situación deben hallarse igualmente en alguno de los supuestos anteriores: nacionalidad y/o residencia, pues el RDC 7/2018 exige a la persona extranjera por fuera de los supuestos anteriores acreditar cubrimiento en un sistema de salud, público o privado, contratado en España o en otro país, que le proporcione esa cobertura sanitaria durante el tiempo de residencia, para que esta sea legal. En conclusión, se les reconoce el derecho a la asistencia sanitaria a las personas extranjeras en situación de residencia irregular y luego se les niega, con los mismos requisitos que se les exige para su regularización (Gómez, 2019). Y como cada comunidad autónoma sigue aplicando la ley de manera distinta, no se armoniza el procedimiento, lo que pone todo tipo de barreras a las personas migrantes sin la documentación en regla (Médicos del Mundo, 2019).

Teniendo en cuenta el marco en que se produce PrEP como un agenciamiento político y colectivo de la intervención y considerando la postura bioéticamente responsable con el complejo en que se estructura y que reproduce el dispositivo, me sitúo en la línea de Karsten Schubert y su propuesta de democratización de la biopolítica (2019), pues sirve para poner sobre el tablero e intervenir en algunas de las dimensiones opresivas que regulan nuestro contexto jurídico y social y para enfrentar la forma en que el desigual reparto de accesibilidad a la ruta de PrEP precariza y condena a vivenciar el aletargamiento de la muerte a las personas no reconocidas como ciudadanas de pleno derecho, sabiendo que todo ello se da en el contexto del desigual reparto de la salud afectivo-sexual, al no estar estas incluidas en los protocolos para su dirección y seguimiento.

En el escenario que estoy revisando, agenciarse política y colectivamente de PrEP y promover su consumo y fomento tiene que llevar directamente a una crítica desmantelante de la Ley de Extranjería, de las categorías jurídicas de tutelaje y curatelaje, o a la articulación de una Ley Integral Trans\* (Médicos del Mundo, 2017; Abiétar, 2021), como ejemplo de algunas barreras que solo el marco jurídico general ya edifica, con lo que se endurecen las diferencias estructurales entre grupos sociales. Estas son las presuposiciones contextuales que se incorporan a la materialidad de PrEP como entramado CTS, que en su extensión diseña un escenario de posibilidades que, al no incluir grupos sociales específicos como sus posibles usuarixs, genera para estos cuerpos un escenario de salud serológica caracterizado por la imposibilidad, cuyo efecto es la privación de sus capacidades de vivir.

Este agenciamiento invita a una reapropiación de las formas de producción y distribución de PrEP, a intervenir en ellas de manera que su consumo sirva para abrir un debate que va más allá de un “a favor o en contra”. Ello nos sitúa, además, frente al poder de la industria farmacéutica y saca a flote nuestra responsabilidad colectiva para con ella, conscientes de la manera en que nuestras fantasías sexuales –mediadas por la pornografía *mainstream*– condicionan también nuestras formas de sociabilidad en el resto de esferas sociales. Asimismo, ello nos lleva a entender la sobremedicalización de nuestros cuerpos como un ejercicio de libertad individual, o a verlo en su marco colonial, binario y neurocapacitista, a costa del cual existe ese falaz “derecho universal” a la salud. En otras palabras, ello nos impulsa a transformar las maneras en que este dispositivo sale y se extiende en la sociedad mediante la expropiación de las condiciones de su dirección. De tal manera, su efecto más inmediato sería que los cursos opresivos del poder dejaran de acentuarse, así como la manera en que refuerzan los repartos desiguales de condiciones de vida y de muerte, sin que ciertos cuerpos entren automáticamente en el tiempo de la muerte aletargada. Con este agenciamiento se subvertirían algunos de los guiones sociales que hoy en día conforman la materialidad de PrEP y hacen de este un dispositivo necropolítico *queer*. Con él se empieza a saldar la deuda serológica pendiente.



▪ *Inmunoterapia contra los cánceres*, 2019 | Tomada de: infobae.com

## Conclusiones

PrEP es un dispositivo sociotécnico en cuyos trazados históricos se puede rastrear el marco biopolítico que en el presente posibilita una distribución desigual de la salud y la precariedad serológicas. Agenciarse colectivamente de PrEP implica intervenir en la deuda serológica que genera la biocapitalización de la promesa de un futuro sin VIH/SIDA, cuando esa promesa supone el arrase del presente a través de un ejercicio necropolítico *queer* que hipervisibiliza la situación de unxs potenciales usuarios/clientes de PrEP, a costa del silenciamiento de las desigualdades estructurales que el mismo dispositivo reproduce con sus políticas de implementación.

Aquí se han analizado algunos conceptos clave para una comprensión de PrEP como entramado CTS, en

el contexto de estudios contemporáneos sobre biopolítica y biocapitalismo, y se ha enganchado el marco conceptual en el contexto específico de la historia de la gestión pública del VIH/SIDA en el Estado español, para finalmente analizar el marco legal de este en relación con la situación de la población extranjera y su acceso a la sanidad pública. Así, se lo abordó como uno de los dispositivos a través de los que la futura distribución de PrEP contribuirá a reproducir desigualdades estructurales, por cuestiones raciales y de procedencia geográfica, al no incluir ciertos grupos sociales en su diseño. Esto da cuenta de cómo estrategias estrictamente tecnocientíficas no son suficientes, si los marcos y políticas de salud pública no tienen en consideración las complejidades estructurales y de carácter interseccional que atraviesan fenómenos tan complejos como es la gestión de la salud serológica.

## Nota

1. Para evitar un uso excluyente del lenguaje, sustituiré las terminaciones a/as y o/os de las palabras que llevan marca de género en el castellano por las terminaciones en e/es para singulares y plurales respectivamente, salvo en casos en que la palabra en cuestión ya sea un masculino terminado en e/es o cuando tal sustitución implique un cambio de significado, donde sustituiré e por x. Asimismo, conservaré las marcas de género originales en citas tomadas de otros textos.
2. Si bien Paul B. Preciado desarrolla el régimen somatopolítico propio de las sociedades contemporáneas como régimen farmacopornográfico, en este plano he decidido, aún manteniendo la idea del farmacopoder como lógica de ejercicio del poder en la contemporaneidad hipertecnificada, usar el concepto de biocapitalismo para hablar del marco somatopolítico general en que se despliega el poder, pues tiene un alcance más amplio y sirve para reconocer otros cursos necropolíticos que el farmacopoder también permite.

## Referencias

1. ABIÉTTAR, D. (2021). Diversidad sin diferencias. Un análisis de salud pública sobre la propuesta de ley trans. *Juvent. Revista Juvenil Alternativa*, 18 de marzo. <https://revistajuvent.cat/2021/03/18/analisis-ley-trans/>
2. BUTLER, J., (2020) [1993]. *Cuerpos que importan. Sobre los límites materiales y discursivos del "sexo"*. Paidós.
3. BRISSON, J. y Nguyen, V. (2017). Science, Technology, Power and Sex: PrEP and HIV-positive Gay Men in Paris. *Culture, Health & Sexuality. An International Journal for Research, Intervention and Care*, 19(10), 1-12. <https://doi.org/10.1080/13691058.2017.1291994>
4. CARRASCOSA, S. (2020). Nadie hablará del SIDA cuando estemos muertas. En Fefa Vila y Javier Sáez (eds). *El libro del buen amor. Sexualidades raras y políticas extrañas*. Ayuntamiento de Madrid.
5. CLARKE, A. E. et al. (2003). Biomedicalization: Theorizing Technoscientific Transformations of Health, Illness, and U.S. Biomedicine. *American Sociology Review*, 2, 161-194.
6. CLARKE, A. E. et al. (2010). *Biomedicalization. Technoscience, Health and Illness in the U.S.* Duke University Press.
7. CONRAD, P. (2005). The Shifting Engines of Medicalization. *Journal of Health and Social Behavior*, 1, 3-14.
8. COOPER, M. (2008). *Life as Surplus. Biotechnology & Capitalism In The Neoliberal Era*. University of Washington Press.
9. DAVID, P., Girard, G. y Nguyen, V. (2015). Aids & Biocapitalisation. The Ambiguities of a "World Without Aids". *eBooks & Ideas.net*.
10. DEAN, T. (2015). Mediated Intimacies: Raw Sex, Truvada®, and the Biopolitics of Chemoprophylaxis. *Sexualities*, 18, 224-246.
11. DEPARTAMENT DE Sanitat i Seguretat Social (2003). *Recomendacions per a la profilaxi postexposició no ocupacional a l'HIV*. Generalitat de Catalunya, Direcció de Drogodependències i Sida.
12. ESTÉVEZ, A. (2018). Biopolítica y necropolítica: ¿Constitutivos u opuestos?. *Espiral*, 73, 9-43.
13. FRANCE, D. (dir.) (2012). *How to Survive a Plague*. [Documental]. Ninety Thousands Words, Public Square Films.
14. GONZÁLEZ, M. I. (2017). *Ciencia, tecnología y género*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (ConaCyT).
15. GIMENO, L. A. (2021). Uso de la sanidad pública por la población migrante: prejuicios y realidad. *Acta Sanitaria*. <https://www.actasanitaria.com/uso-de-la-sanidad-publica-por-la-poblacion-migrante-prejuicios-y-realidad/>
16. GÓMEZ, L. (2019). ¿Tienen derecho todos los extranjeros a la sanidad universal? *Legal Today*, 3 de septiembre. <https://www.legaltoday.com/practica-juridica/derecho-publico/derecho-administrativo/tienen-derecho-todos-los-extranjeros-a-la-sanidad-universal-2019-09-03/>
17. GOSSET, Ch. (2014). We Will not Rest in Peace: AIDS Activism, Black Radicalism, Queer and/or Trans Resistance. En J. Haritaworn, A. Kuntsman y S. Posocco (eds.), *Queer Necropolitics*. Routledge.
18. GUEST, G. et al. (2008). Changes in Sexual Risk Behavior Among Participants in a PrEP HIV Prevention Trial. *Sexually Transmitted Diseases*, 5, 1002-1008.
19. LEMOINE, D. (2001). Identidad y V.I.H.: Análisis de las influencias de la cárcel en la identidad de los detenidos seropositivos. Una visión etnológica y de antropología social. *Revista Española de Sanidad Penitenciaria*, 3, 5-13.
20. LÓPEZ CERREZO, J. A. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 41-68.

21. MARTÍN PLAZA, A. (2011). El primer caso de sida en España se detectó hace 30 años en el Hospital Vall d'Hebron. *RTVE Noticias España*. <https://www.rtve.es/noticias/20110602/primer-caso-sida-espana-se-detecto-hace-30-anos-hospital-vall-dhebron/436543.shtml>
22. MBEMBE, A. (2019). *Necropolitics*. Duke University Press.
23. MÉDICOS DEL MUNDO (2017). *Informe del estado del derecho a la salud de las personas transgénero en la Comunidad de Madrid*. Dirección General de Servicios Sociales e Integración Social, Madrid.
24. MÉDICOS DEL MUNDO (2018). Sanidad universal en España: La exclusión sanitaria persiste. Médicosdelmundo.org. <https://www.medicosdelmundo.org/actualidad-y-publicaciones/noticias/sanidad-universal-en-espana-la-exclusion-sanitaria-persiste>
25. MÉDICOS DEL MUNDO (2019). Reclamamos al gobierno un reglamento que garantice una sanidad plenamente universal. Médicosdelmundo.org. <https://www.medicosdelmundo.org/toca-defender-la-apuesta-por-la-sanidad-universal>
26. MINISTERIO DE Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2018). *Profilaxis. Preexposición al VIH en España*. Plan Nacional sobre el Sida-Grupo de Expertos PrEP.
27. MORENO, F. J. y De Figueiredo Fuentes, S. (2013). Inmigración, sanidad, crisis económica y politización de la inmigración en España. *Remhu*, 40, 27-47.
28. NGUYEN, V. *et al.* (2011). Remedicalizing and Epidemic: from HIV Treatment as Prevention to HIV Treatment is Prevention. *AIDS*, 25, 291-293.
29. ORTEGA E. y PLATERO R. (2015). Movimientos feministas y trans\* en la encrucijada: aprendizajes mutuos y conflictos productivos. *Quaderns de psicologia*. 17(3). 17-30
30. PÉREZ-URDIALES, I. e Goicolea, I. (2017). ¿Cómo acceden las mujeres inmigrantes a los servicios sociales en el País Vasco? Percepciones de profesionales sanitarias. *Atención Primaria*, 50(6), 368-376.
31. PLAN NACIONAL sobre el Sida (2020). D.G. de Salud Pública / Centro Nacional de Epidemiología, Unidad de Vigilancia de VIH, ITS y Hepatitis / Sistema de Información sobre Nuevos Diagnósticos de VIH y Registro Nacional de Casos de Sida, Madrid.
32. PLATERO, R. L. y López, S. (eds.) (2019). *Cuerpos marcados, vidas que cuentan y políticas públicas*. Bellaterra.
33. PRECIADO, P. B. (2008). *Testo yonki*. Espasa.
34. PRECIADO, P. B. (2011). *Manifiesto contrasexual*. Anagrama.
35. PUAR, J. K. (2017 [2007]). *Ensamblajes terroristas queer. El homonacionalismo en tiempos queer*. Bellaterra.
36. QuieroPrePYa (2020). ¿Qué es Prep? [www.quieroprepya.info](http://www.quieroprepya.info)
37. RUIZ-AZAROLA, A. *et al.* (2018). La perspectiva de personas migrantes sobre el acceso a la atención sanitaria en el contexto de políticas de austeridad en Andalucía. *Gaceta Sanitaria*, 34(3), 261-276.
38. REAL Decreto-Ley 7 (2018). Sobre el acceso universal al Sistema Nacional de Salud. 27 de julio. [https://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Laboral/626029-rdl-7-2018-de-27-jul-acceso-universal-al-sistema-nacional-de-salud.html](https://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/626029-rdl-7-2018-de-27-jul-acceso-universal-al-sistema-nacional-de-salud.html)
39. SANTORO, P. (2019). Encarnar el virus. En R. Platero y S. López (eds.), *Cuerpos marcados. Vidas que cuentan y políticas públicas*. Bellaterra.
40. SCHIFTER, J. (2001). La prevención del VIH/SIDA y el desarrollo de la salud integral en las cárceles. *Interamerican Journal of Psychology*, 35(2), 133-154.
41. SCHUBERT, K. (2019). The Democratic Biopolitics of PrEP. En H. Gerhands y K. Barun (eds.), *Biopolitiken – Regierungen des Lebens heute* (pp. 121-153). Springer Fach-Medien.
42. TORRES, C. y Suárez, E. (2019). The Stratified Biomedicalization of HIV Prevention in Mexico City. *Global Public Health*, 15, 598-610.
43. TORRES, C. y Suárez, E. (2020). La biomedicalización del riesgo sexual en América Latina en el siglo XXI. *Revista de Ciencias de la Salud*, 18(3), 1-22. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9799>
44. VAN DAMME, L. *et al.* (2012). Preexposure Prophylaxis for HIV Infection among African Women. *The New England Journal of Medicine*, 367(5), 411-422.
45. VIGILANCIA EPIDEMOLÓGICA del VIH y Sida en España (2021): Sistema de Información sobre Nuevos Diagnósticos de VIH y Registro Nacional de Casos de Sida. Plan Nacional sobre el Sida. División de Control de VIH, ITS, Hepatitis virales y tuberculosis. DG de Salud Pública/Centro Nacional de Epidemiología – ISCIII.
46. WARE, N. *et al.* (2012). What's Love Got to Do with It? Explaining Adherence to Oral Antiretroviral Pre-exposure Prophylaxis (PrEP) on HIV Serodiscordant Couples. *NIH Public Access*, 15(59), 1-10.



▪ Optimización de red y concepto digital de tecnología de internet, 2014 | Foto: Vertigo3d. Tomada de: Istockphoto.com

## 3. Dilemas y preguntas de la convergencia

*Dilemas e perguntas da convergência*

---

*Convergence Dilemmas and Questions*

# La figura del *cyborg* para una agenda de investigación psicosocial\*

*A figura do cyborg para uma agenda de investigação psicossocial*

*The Figure of the Cyborg for a Psychosocial Research Agenda*

Heidi J. Figueroa Sarriera\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a10

El artículo aborda el tema del impacto y el alcance que tiene la figura del *cyborg* como generadora de nuevas configuraciones del cuerpo y cambios importantes en la organización de nuestra vida cotidiana. A tal fin, considera los orígenes de esta figura y su relevancia actual y discute en torno a las implicaciones de las modificaciones corporales mediante prótesis, tanto restaurativas como amplificadoras o aumentativas, y su influencia en la concepción del cuerpo. Finalmente, la autora sugiere algunas pistas para la reconceptualización de la dimensión psicosocial en la agenda de investigación sobre las formas de incorporación de la tecnología digital en el cuerpo y la vida cotidiana.

**Palabras clave:** *Cyborg*, cuerpo, tecnología digital, psicosocial, subjetividad, prótesis.

*O artigo aborda o tema do impacto e o alcance que tem a figura do cyborg como geradora de novas configurações do corpo e câmbios importantes na organização de nossa vida cotidiana. Para tal fim, considera as origens desta figura e sua relevância atual e discute em torno das implicações das modificações corporais mediante próteses, tanto restaurativas como amplificadoras ou aumentativas, e sua influência na concepção do corpo. Finalmente, a autora sugere algumas pistas para a reconceptualização da dimensão psicossocial na agenda de investigação sobre as formas de incorporação da tecnologia digital no corpo e na vida cotidiana.*

**Palavras-chave:** *Cyborg*, corpo, tecnologia digital, psicossocial, subjetividade, prótese.

*The article addresses the impact and scope of the figure of the cyborg as a generator of new body configurations and important changes in the organization of our daily lives. To this end, it considers the origins of this figure and its current relevance. It also discusses the implications of body modifications through prosthetics, both restorative and amplifying or augmentative, and their influence on body conception. Finally, the author suggests some clues for reconceptualizing the psychosocial dimension in the research agenda on the merging forms of digital technology in the body and daily life.*

**Keywords:** *Cyborg*, Body, Digital Technology, Psychosocial, Subjectivity, Prosthetics.

\* Una primera versión de este texto fue presentada como conferencia el 26 de abril de 2019 en el XII Seminario Internacional de Psicología Social de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia), actividad auspiciada por la Universidad Cooperativa de Colombia.

\*\* Catedrática retirada de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras, San Juan (Puerto Rico). Doctora con especialidad en Psicología Social Comunitaria. Correos: heidi.figueroa@upr.edu, figueroa.sarriera@gmail.com

original recibido: 20/06/2021  
aceptado: 02/10/2021

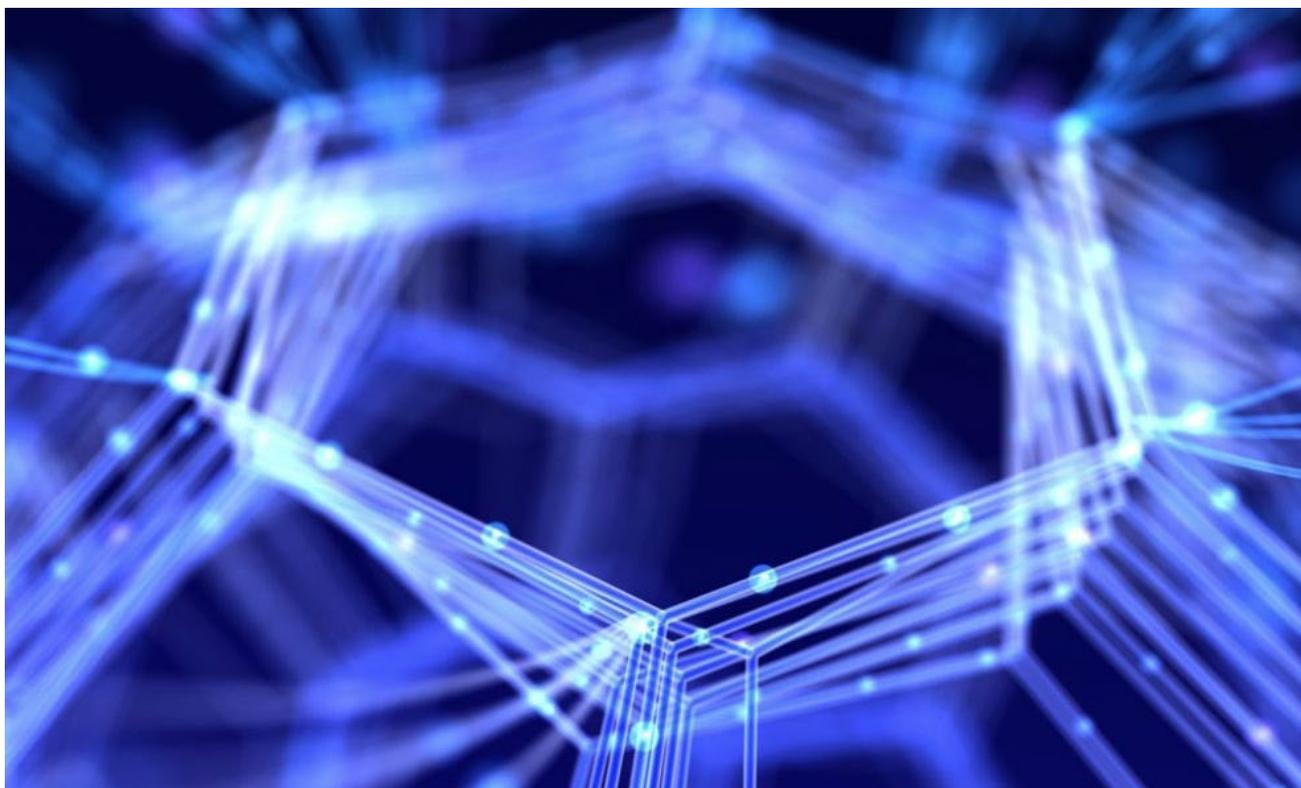
ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 161~175

El *cyborg* es una figura de ciencia ficción que pasa a ser parte de la realidad al adentrarnos en el siglo XXI. El impacto y alcance que tiene esta figura produce nuevas configuraciones del cuerpo y cambios importantes en la organización de nuestra vida cotidiana. Mi interés en este escrito es sugerir algunas pistas en la agenda de investigación para el estudio de las nuevas identidades, las formas de subjetivación y los modos de habitar el mundo social a partir de la incorporación de dispositivos y sistemas de tecnología digital. Además de discutir la figura el *cyborg* desde su aparición en el encuadre científico técnico hasta su emergencia en la vida cotidiana contemporánea, tomaré como puntos de partida y de referencia las experiencias de personas que han experimentado modificaciones corporales asociadas a la implantación o uso de algún dispositivo tecnológico.

El caso más relevante para esta discusión es, tal vez, el de Neil Harbisson, no solo por sus ramificaciones en cuanto a la configuración del cuerpo, sino también por sus repercusiones legales: se trata de la primera persona que posee una ciudadanía *cyborg*. Notorio artista y activista de los derechos *cyborg*, Harbisson (2017) tiene una condición visual que no le permite ver escalas de grises; sin embargo, a través de una antena implantada en su cráneo, puede percibir colores “invisibles” al ojo humano en los espectros electromagnéticos del infrarrojo y ultravioleta. Igualmente, recibe imágenes, videos, música y llamadas telefónicas en su cabeza desde dispositivos como teléfonos móviles y satélites. En el año 2004, las autoridades le permitieron renovar el pasaporte con una imagen que incluía su antena tras re-

clamar que el implante era parte de su cuerpo y el apoyo público que recibió la petición. El tema psicológico y, por consiguiente, político que se destaca en el reclamo de Harbisson es el conocido concepto de identidad, en vínculo necesario con el ejercicio de la ciudadanía. Sin embargo, en este caso nos agrega un nuevo componente: el dispositivo como parte esencial de esa identidad.

Sabemos que la formación de identidad está inevitablemente ligada a los procesos cognitivos y que estos nos permiten relacionarnos con nuestro entorno, en la medida en que viabilizan la producción de categorías, relaciones entre conceptos, esquemas o estrategias para relacionarnos con personas y cosas, y facilitan el proceso de aprendizaje para lidiar con situaciones futuras. Se trata de procesos de captación de información, codificación, almacenamiento y transformación de la memoria, así como de formas de ejecución conforme al procesamiento o interpretación de la información, que dan lugar a determinados comportamientos sociales. A su vez, estos procesos están íntimamente ligados a aspectos afectivos, ya que las reacciones emocionales son un factor esencial a la hora de producir significados en la experiencia cotidiana y, desde luego, son un componente esencial de la acción. Cuando incorporamos –es decir, los hacemos parte del cuerpo– dispositivos electrónicos, estamos modificando simultáneamente la forma en la que habitamos el mundo. Esto significa que se transforman los modos en los que nos relacionamos con otros y con nosotros mismos. La incorporación de dispositivos electrónicos supone, pues, una reconfiguración del concepto de cuerpo. Implica una visión más dinámica entre aquello que generalmente llamamos



▪ Red del primer ejemplo abstracto de la nanotecnología | Autor: Inolos. Tomada de: dreamstime.com

“exterior” e “interior” de los límites corporales –que repercute en la construcción de la agencia del sujeto– y los procesos de identificación en la formación del yo. A la luz de estas consideraciones, no sorprende la declaración de Harbisson (2017), en el sentido de que no emplea una tecnología, sino que *es* tecnología, pues considera su antena como un órgano.

En el campo artístico, quizás por sus modos de operar dentro de la experimentación estética y la intuición, se ha viabilizado la posibilidad de pensar estos temas, cuya vigencia es innegable. Hay artistas que han utilizado sus propios cuerpos para desarrollar propuestas enfocadas en las implicaciones de la incorporación tecnológica en el cuerpo, con lo que anticipan reflexiones importantes que hoy ocupan el campo de la psicología, la sociología, los modos de información y comunicación, entre otros. Uno de los más conocidos es el australiano Stelarc, reconocido internacionalmente desde la década de los noventa por su extensa experimentación corporal. Sus *performances* van desde suspensiones corporales mediante ganchos incrustados en la piel hasta obras con una intensa incorporación de instrumentos médicos, pró-

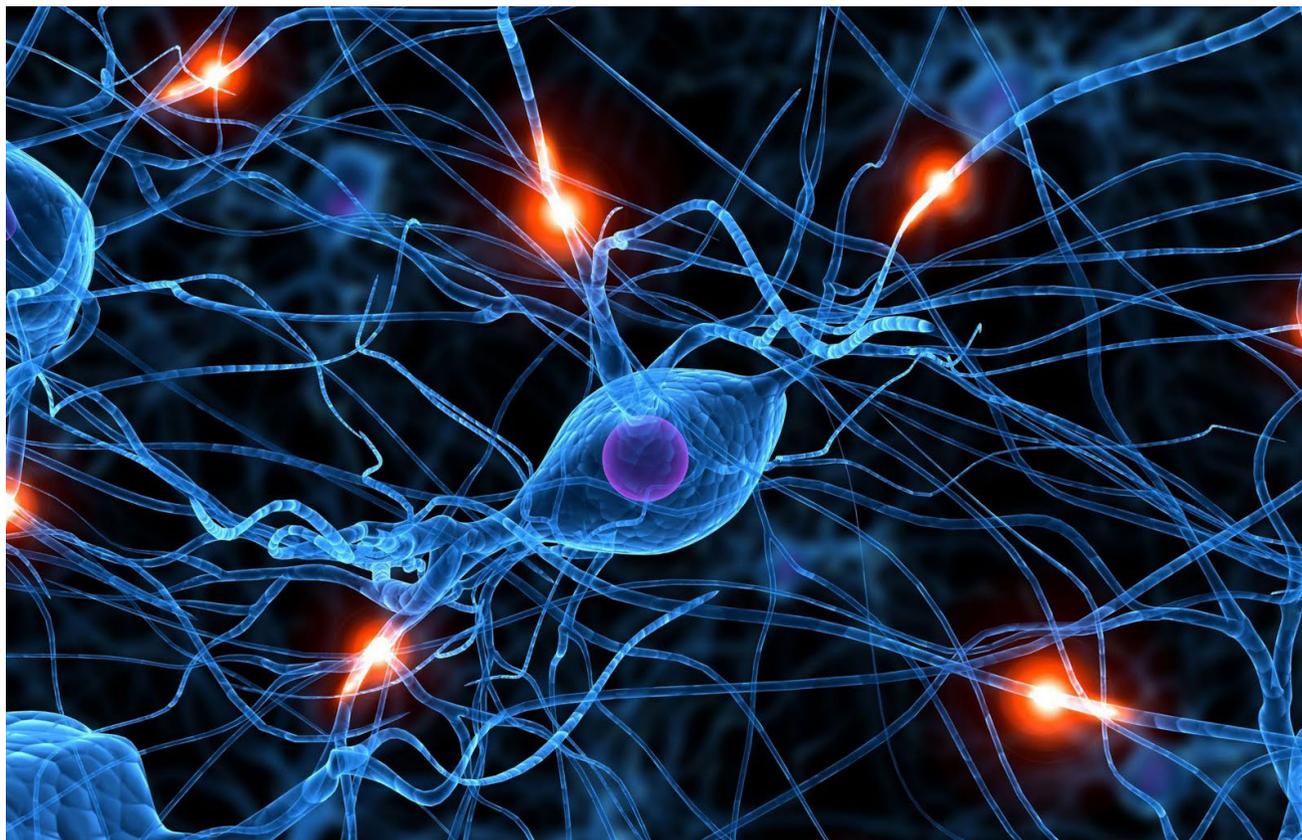
tesis, robótica, sistemas de realidad virtual, conexión a internet y biotecnología. Este artista pone en juego no solo el concepto de identidad y agencia, sino también la desestabilización de las fronteras interior y exterior, humano-máquina y orgánico/inorgánico, e invita a pensar el cuerpo como una arquitectura evolutiva, idea esta que parece derivar de la propuesta de Bruce Mazlish en *La cuarta discontinuidad* (1983) sobre el giro evolutivo humano-máquina. En línea con estas consideraciones, situar la discusión sobre el *cyborg* desde la perspectiva evolucionaria es un paso importante para entender la producción orgánica en la relación humano-máquina. Este es un sistema de interacción y comunicación que amplía, disminuye o transforma los modos de estar en el mundo. De esta manera, se problematiza y se previene la tendencia a ubicarse en posiciones tanto distópicas como utópicas a la hora de investigar estas transformaciones.

El desarrollo tecnológico actual se ha encargado de retar las utopías o distopías (dependiendo del lente con que se las mire) que anticipaban la obsolescencia y desaparición del cuerpo. Estas eran perspectivas bastante comunes en la literatura de ciencia ficción

y en la ensayística futuroológica de los años noventa. Un ejemplo de este género es el libro de Hans Moravec *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (1987), donde su autor, que ha dedicado su carrera a la robótica en Carnegie Mellon University, nos narra cómo el sujeto eventualmente podrá *descargar* sus capacidades psíquicas para trasladarlas a un cuerpo mucho más resistente, imperecedero e inmune a la fragilidad de la carne, la decrepitud y la muerte. Otras narrativas, desplegadas a finales del siglo XX e inicios del XXI, tienden a proponer una figura híbrida (orgánica e inorgánica) en una especie de acoplamiento estructural de cooperación que no marca el cuerpo como prescindible, sino que, por el contrario, lo reubica como centro de apoyo ineludible. No obstante, se trata de un cuerpo profundamente modificado. Históricamente esta propuesta se alinea mejor con la idea fenomenológica de que los humanos tenemos que generar nuestras formas de habitar el mundo con el fin de sobrevivir y que, al hacerlo, modificamos nuestra relación con los objetos y con cada criatura viviente.

La tecnología digital desencadenó exponencialmente estas modificaciones y sus procesos. Por ello, cuando incorporamos este tipo de tecnología a nuestro cuerpo, debemos preguntarnos por la manera en que puede transformar nuestros esquemas cognitivos para la acción social y producir nuevas criaturas. Por ejemplo, ¿cómo afecta la percepción del tiempo la incorporación de dispositivos a la vida cotidiana y, a su vez, qué impacto tienen estos cambios en la percepción e interpretación de las relaciones sociales? Estas preguntas hacen parte de una investigación en desarrollo cuyos resultados, en la fase cuantitativa, sugieren que el individuo sí experimenta una transformación en la percepción del tiempo mientras interactúa con un teléfono inteligente<sup>1</sup>.

En términos generales, propongo un campo de estudio que supondría abandonar aquellas conceptualizaciones que proyectan los dispositivos tecnológicos como meras externalidades que solo cumplen una misión instrumental respecto a la acción de sujeto. En esta perspectiva, el planteamiento de las implicaciones psicosociales de las tecnologías digitales tendría que partir



▪ *Conexiones neuronales*, 2014 | Autor: Vertigo3d. Tomada de: Istockphoto.com

de una concepción de cuerpo no naturalizado como producto de procesos y configuraciones que emergen de las formas de interacción e incorporación de los dispositivos tecnológicos (el concepto de *embodiment* se alinea con esta idea). De esta manera, los dispositivos adquieren vida en el interior/exterior de las fronteras corporales y producen un cuerpo híbrido, orgánico e inorgánico, que es un nuevo sistema viviente.

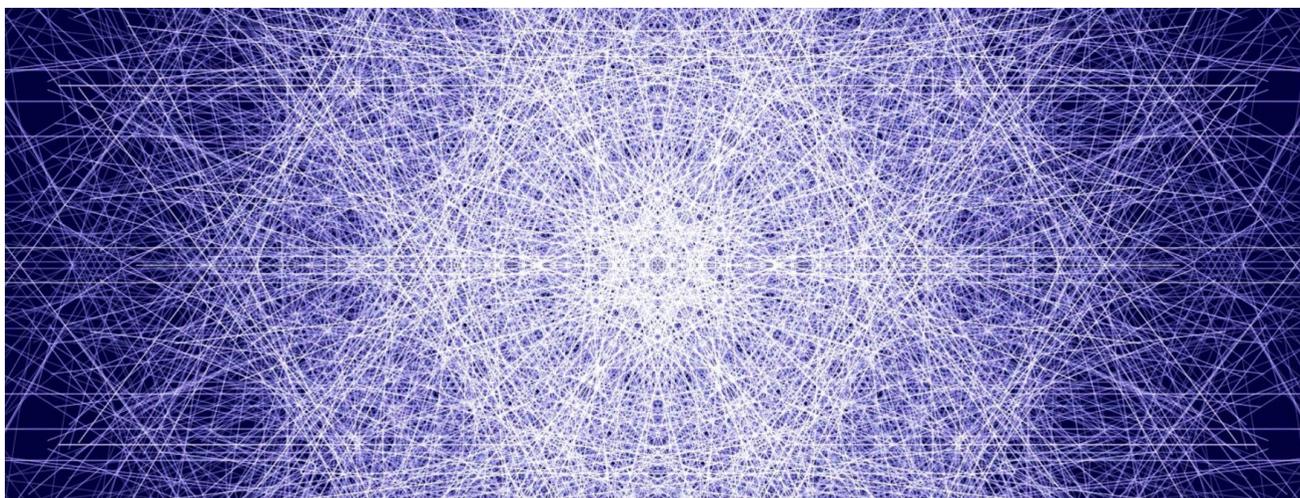
## ¿De dónde emerge el concepto del *cyborg*?

Estas nuevas criaturas coinciden con lo que se ha venido a llamar *cyborgs*, organismos cibernéticos, bien conocidos en la cultura popular y en la literatura de ciencia ficción. Los orígenes del concepto se remontan a los años sesenta, cuando fue acuñado por Manfred Clynes (científico, inventor y músico vienés) y Nathan Kline (psiquiatra y psicólogo estadounidense) en una conferencia de la National Aeronautics and Space Administration (NASA). La propuesta de Clynes y Kline (1960) iba dirigida a resolver el problema de supervivencia del cuerpo humano en condiciones extraterrestres. Para ello, propusieron un traje espacial al que llamaron *cyborg*. Este traje mantenía con su usuario una relación cibernética –es decir, un sistema de autorregulación integrado– que lo ayudaba a adaptarse a condiciones extraterrestres sin mediación de la conciencia. En él había un mecanismo que se comunicaba con el sistema homeostático del cuerpo y activaba su autorregulación de acuerdo con las condiciones ambientales. Es decir, el sistema del *cyborg* deliberadamente incorporaba componentes exógenos, extendiendo su función autorreguladora para adaptarse al medio ambiente. Así, implícitamente, esta hibridación humano-máquina tenía como base la colaboración entre sistemas, más que la suplantación de un sistema por otro.

En el ámbito académico, desde finales de los años ochenta, el término *cyborg* ha estado relacionado con los estudios de la cultura tecnológica, especialmente después de la publicación del ensayo de Donna Haraway “A manifesto for Cyborgs” (1987), que abrió un amplio terreno para la investigación cultural y ha sido objeto de múltiples acercamientos críticos. Una de sus más relevantes aportaciones consistió en levantar importantes interrogantes éticos acerca de la producción

y desarrollo de los sistemas tecnológicos, así como de los referentes culturales desde los cuales asumimos una posición respecto a estos mismos en distintos ámbitos de la vida social. Por su parte, Chris Hables Gray (2013) argumenta que la “cyborgización” no se limita a que los sistemas tecnológicos puedan incorporarse a los cuerpos humanos. Según este autor, un *cyborg* también puede ser una biocomputadora que utiliza sistemas de moléculas como ADN, proteínas o células vivas para realizar cálculos computacionales, aseveración que, en estos tiempos de pandemia, tiene más sentido que nunca. Después de todo, ¿qué es la vacunación si no una reprogramación de nuestro sistema inmunológico? En este punto, es esclarecedor regresar a la etimología del término *stem* (*Science, Technology Engineering and Mathematics*). La misma nos remite al siglo XVII cuando significaba “aquel que calcula”, lo que enlaza con la discusión desatada por un artículo de Andrews (2018) en referencia a las biocomputadoras producidas por un equipo de investigación del ETH Zúrich y la Universidad de Basilea. En su artículo, Andrews nos informa que los investigadores utilizaron nueve grupos diferentes de células ensambladas en sistemas de cultivo 3D y lograron que estas se comportaran como un circuito de computación simple que responde y procesa datos utilizando operadores lógicos básicos del tipo *AND*, *NOT* u *OR*. El circuito, sin embargo, no funciona con cableado eléctrico, sino a partir de *inputs* químicos. Otra área de investigación que implica cyborgización es la de los transgénicos, como sucede con los experimentos que introducen el gen de bioluminiscencia de las medusas dentro del ADN del tomate para que este resista temperaturas bajas.

No obstante, coincido con Gray (2013) en que los *cyborgs* más interesantes son los que tienen base humana, particularmente desde un punto de vista psicosocial. En este grupo existe una amplia gama de intervenciones *cyborg* y, llegado este punto, se hace necesario cualificar el concepto de hibridez humano-máquina. Al respecto, hay una gran variedad de posibilidades y cada una tiene diversas implicaciones en el ámbito psicosocial. A continuación, discuto solo dos tipos: los dispositivos restaurativos y los dispositivos de amplificación. Ambos son más cotidianos que el caso del primer ciudadano *cyborg* Neil Harbisson. Podemos verlos en cualquier momento, cohabitarlos e incluso ser uno de ellos.



▪ *Nanocircuito* | Tomado de: Bbvaopenmind.com

## Dispositivos restaurativos

Un ejemplo típico de este tipo de tecnología es la extremidad artificial. En la actualidad, las prótesis para restaurar la funcionalidad de un sistema orgánico van desde el marcapasos hasta microrrobots, máquinas inteligentes que pueden navegar nuestros cuerpos con propósitos de diagnóstico y tratamiento. Y aun la conocida prótesis de brazos o piernas ha evolucionado, al punto que los modelos más avanzados han logrado conectar su funcionamiento a los sistemas nervioso y músculo-esquelético de la persona. Por tal razón, las prótesis más avanzadas han dejado de ser simples formas de reemplazar extremidades inexistentes como si se tratara de elementos exógenos.

Hoy en día existen prótesis robóticas experimentales que pueden ser manejadas por sus usuarios a través de un sensor que interpreta las señales eléctricas enviadas desde las neuronas motoras de la espina dorsal. Por su parte, científicos de la Universidad de Stanford y la Universidad Nacional de Seúl han desarrollado un nervio artificial que puede “sentir” cuán fuerte se está presionando y transmitir la señal para controlar los músculos (Farina *et al.*, 2017). Esto implica que las personas eventualmente podrían restaurar la pérdida de sensibilidad en sus prótesis o ganar control de las extremidades lesionadas. Si una de las funciones cognitivas básicas es la capacidad de sensación, no es del todo descabellado repensar los procesos de sensación, especialmente aquellos vinculados a la reconstrucción de las fronteras de eso que llamamos “cuerpo propio”

en el proceso de autopercepción o propiocepción. Este es un tema que ha ganado interés en las investigaciones médicas para reducir el porcentaje de rechazo que tienen las prótesis en los casos de pacientes amputados. Por ejemplo, se ha pensado en modificar la técnica de amputación para aumentar la comunicación entre músculos, tendones y sistema nervioso. De esta manera, la prótesis podría estimular la conexión de forma similar al cuerpo orgánico para generar en el paciente un sentido más adecuado de propiocepción. Así lo proponen Srinivasan *et al.* (2017), con una técnica quirúrgica para construir una interfase musculoneural llamada Agonist-antagonist Myoneural Interface (AMI) que emule la relación agonista-antagonista del funcionamiento motor. Esta técnica se encuentra actualmente en desarrollo a nivel experimental con ratas.

En el ámbito clínico se ha establecido que existe poca investigación asociada a los aspectos psicológicos de los procesos de amputación, tratamiento y utilización de prótesis. Desmond y MacLachan (2002), interesados en diagnosticar este campo de estudio, realizaron una revisión de artículos sobre el tema publicados en la revista *Prosthetics and Orthotics International*, publicación que tiene un rol significativo en la divulgación de trabajos sobre el tratamiento y la rehabilitación. Para ello, realizaron un análisis temático de trabajos publicados durante un periodo de veinticinco años en los siguientes ejes: imagen corporal, estrategias de ajuste, bienestar psicosocial, calidad de vida y aspectos psicosociales asociados a la amputación. Sus hallazgos reflejaron poca atención a los factores psicológicos. De

esta revisión, llaman la atención dos aspectos característicos de la investigación psicológica, aun en casos como este, en los que la literatura no es muy abundante: la perspectiva individualista y la falta de información sobre aspectos sociodemográficos. Veamos cada uno de ellos por separado.

En primer lugar, está la tendencia a centrar el fenómeno psicosocial en aspectos individuales de “actitudes” o “percepción”. Dichos aspectos se centran en la persona, dejando de lado la discusión en torno al modo como se construyen las normativas corporales y las formas en las que un cuerpo con prótesis desestabiliza esas normativas y construye otras identidades. Integrar esta dimensión en la investigación sería una aportación significativa para el entendimiento de estos procesos. Otra avenida posible de investigación es pensar cómo el encuadre médico reconstruye aspectos básicos sobre la autopercepción, hibridando cada vez más aquello que se entiende por cuerpo. En este sentido, la construcción de nuevas identidades –en particular cuando hablamos de la relación humano-dispositivo tecnológico– requeriría dar cuenta de las prácticas asociadas a la producción de la hibridez, prácticas que desbordan el registro de lo individual para atender normativas y paradigmas de funcionamiento de campos como la neurociencia, la medicina, la biotecnología, la robótica, entre otros.

En segundo lugar, Desmond y MacLachlan (2002) destacan la poca o nula atención a aspectos demográficos, económicos y culturales en el proceso de construcción de estas nuevas identidades, que resultan esenciales a la hora de dar cuenta de las vivencias personales desde un punto de vista psicosocial. En otras palabras, las historias de vida y la inserción de la persona en coordenadas étnicas, de clase y de género son elementos fundamentales para entender la experiencia personal y la formación de nuevas identidades. En este sentido, podríamos decir que en la literatura publicada se trata a la persona en el vacío, despojada de los referentes básicos que la constituyen como tal.

Ambos aspectos aluden al énfasis en lo que en psicología social crítica se ha llamado “individualismo metodológico” o el problema de la “psicologización” de los fenómenos sociales: la premisa de que el fenómeno social tiene su génesis y desarrollo en el individuo (su psiquis particular y sus características como indi-

viduo) (López y Zúñiga, 1988; Harré y Gillet, 1994; Henriques *et al.*, 1984, Brown y Stenner, 2009, entre otros). Dichas tradiciones conllevan estrategias teóricas y metodológicas particulares, tales como descansar en métodos cuantitativos y en el uso de categorías psicopatológicas para conceptualizar formas de pensamiento, comportamientos y sentimientos. Desmond y MacLachlan incluso reconocen el énfasis en la metodología cuantitativa y establecen la necesidad de introducir metodologías cualitativas que permitan visibilizar las perspectivas particulares de la experiencia de amputación y subsiguiente prótesis.

A pesar de estos énfasis, propongo que es posible ubicarse en otra perspectiva, especialmente si se quiere dar cuenta de la dimensión psicosocial, aspecto que no puede soslayarse en las nuevas tendencias del pensamiento evolucionista. La dimensión psicosocial se genera en el cruce entre la psicología individual y la sociología, donde el comportamiento del sujeto se analiza de acuerdo con su inserción social y cultural y remite a la forma de producción de la significación de la existencia. Cuando hablamos de evolución, adquieren relevancia los puentes de comunicación entre la psicología discursiva y la neurociencia, discusión que ya ha sido abierta por figuras de la talla de Harré y Moghaddam (2012).

Para abordar el tema que nos ocupa en el ámbito psicosocial y cultural, propongo dilucidar las narrativas que otorgan sentido a la nueva experiencia humana, aquella que es posible gracias a una relación corporal y psíquica íntima de la persona con sus aparatos. Como ejemplo de esto, aludo a varios ensayos que recogen las formas de significación de la experiencia de prótesis con cuatro dispositivos diferentes: un ojo protésico (Kestrell, 2008); el implante de un puerto médico, en mi propio caso; el implante de un desfibrilador interno (Pollock, 2008); y la experiencia con la máquina de diálisis (Sanal, 2018). Los primeros dos recogen una vivencia directa, autoetnográfica, mientras que el trabajo de Pollock y Sanal son investigaciones de campo con pacientes. Más allá de las particularidades de cada experiencia, voy a puntualizar aquellos aspectos en común que ilustran, de varias formas, qué dice el *cyborg* a la disciplina psicológica para una agenda investigativa.

Un aspecto medular en esta discusión es el reconocimiento de que cada implante, prótesis o incorporación

de dispositivo a la vida de la persona supone producción de cuerpo. En otras palabras, no se trata solo de formas de representación de sí mismo, sino de una reconfiguración de los límites corporales. Como he sugerido en otros escritos (Figuerola, 2013; 2017; 2019), la fenomenología de Merleau-Ponty (1968; 2003) permite analizar la experiencia corporal (*embodiment*) en el mundo tecnológico actual a través del concepto de esquema corporal. Con este acercamiento, el cuerpo puede habitar el mundo gracias a las capacidades técnicas que le posibilitan la apertura hacia él. Ahora bien, las tecnologías digitales han hecho evidente e incluso aumentado dichas capacidades y, desde el punto de vista fenomenológico, cobra sentido el señalamiento de Stelarc (2021) cuando dice que el llamado *self* se sitúa más allá de la piel para poner el énfasis justamente en estas capacidades en expansión. Por consiguiente, las relaciones sociales son redes multidimensionales que hoy existen tanto en el medio cara a cara como en los ambientes digitales, pero sobre todo en la intersección de estos espacios sin conexión y en línea (*offline/online*).

En las redes de relaciones sociales se pueden identificar varios niveles. Sin lugar a dudas, existe un nivel básico de la relación interpersonal que es fundamental como punto de apoyo, reconocimiento y reinterpretación de la identidad, una vez se ha pasado por un proceso de modificación corporal. No obstante, esta instancia es atravesada por el orden institucional y los referentes culturales que la cobijan y preceden. De manera que, lejos de ser una modificación desde adentro hacia afuera del cuerpo, se trata de una profunda reconfiguración de los adentros y los afueras, donde la voluntad individual y la agencia no son puntos de partida, sino de llegada, lo cual implica reflexividad ética ante el otro, en ese proceso de semiosis constante sin el cual no podemos existir.

Ahora, tanto en el caso de Kestrell (2008) como en el mío, se desarrolla una práctica cotidiana de atención sobre lo que los demás dicen que se debe hacer o experimentar, como un punto de referencia importante en el proceso de producir sentido. Es decir, hay que situarse desde la perspectiva del “mí” de la que habló Mead (1968) en su conocida teoría de roles. Con esto me refiero a que el cúmulo de entendimientos sobre lo que la persona es, cómo debe actuar y sentir parece ser un punto de partida importante. Las formas de interacción social quedan enmarcadas en el orden ins-

titucional, comúnmente relativo al escenario médico y familiar, especialmente en el caso del *cyborg* médico. Aceptar un implante, una prótesis o una intervención que representa una relación de dependencia de una máquina requiere hacer las paces con la imperfección de estos dispositivos y su consecuencia, dolor y miedo, lo que abre inexorablemente un espacio de negociación de significados, pues dolor y miedo coexisten con un temor mayor, que es el miedo a la muerte o a la disfuncionalidad.

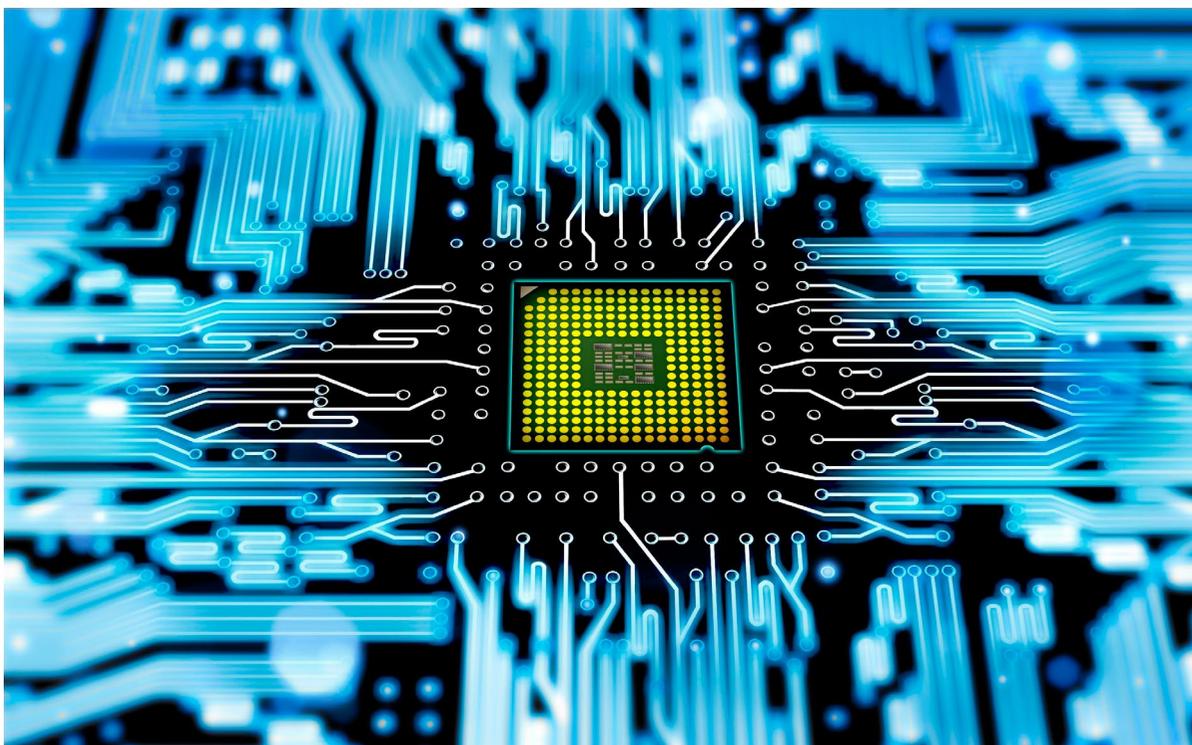
Para Kestrell sus ojos artificiales eran más reales que los propios, ya que estos últimos no solo estaban inservibles, sino que, por su condición médica, tenían una apariencia desigual. Aunque sus ojos prostéticos no tenían la capacidad de ver, Kestrell compensaba esta carencia con una actitud o *performance*. Se había convencido de que la visión consistía, en gran medida, en cómo se encaraba el entorno, cómo se dirigía la mirada en el espacio y en cómo hacerla aparecer focalizada cada cierto tiempo. En síntesis, trataba de presentarse al mundo como un “cuerpo capaz”. Así, los demás podían bajar la guardia frente al hecho de que estaban frente a una persona ciega. Conciliarse con sus nuevos ojos prostéticos, acomodarlos correctamente en su cavidad, tratar de prevenir accidentes, organizar su vida con otras prótesis –como la computadora y un sintetizador de voz– se convirtieron también en parte de su sistema de visión. Estos son algunos de los cambios que conducen a la producción del cuerpo *cyborg*, lo cual implica no solo aceptar la imperfección del dispositivo, sino también la imperfección del cuerpo orgánico. Además, nótese que los dispositivos aquí se convierten en parte fundamental de la capacidad de agencia de la persona.

Desde el punto de vista psicosocial, destaco dos aspectos de este relato que considero índices irrefutables de la emergencia de una nueva criatura. En primer lugar, el acto de reflexividad sin el cual no es posible la construcción personal que produce una subjetividad *cyborg*. Cuando confronta las claves sociales que denotan su ceguera y la imperfección de sus ojos como algo a combatir y superar, Kestrell nos dice: “en cambio, he pensado en mi cuerpo imperfecto como pienso en el Ford Falcon de 1966 de mi abuela. Tengo una cierta aceptación amorosa de que sus defectos son solo parte de lo que es. Veo mi cuerpo como tecnología” (2008, p. 36; traducción libre). Por otra parte, Kestrell también se identifica en su

narrativa con el coyote, figura del folclor de los Estados Unidos que tiene como característica distintiva el trucaje como modo de supervivencia. Y, en su caso, los “trucos” sirven para sobrevivir como ciega, en un mundo donde lo normativo es ser vidente, pero también como *performance* para la negociación de significados. A través de su narrativa –que no puedo reproducir aquí en su totalidad– se pueden observar las instancias de negociación de la identidad a nivel interpersonal e institucional, con el encuadre médico, escolar y familiar.

Cuando expresa el deseo de cambiar el color de sus ojos prostéticos por uno totalmente diferente al color de sus ojos originales, Kestrell enfrenta un conflicto que

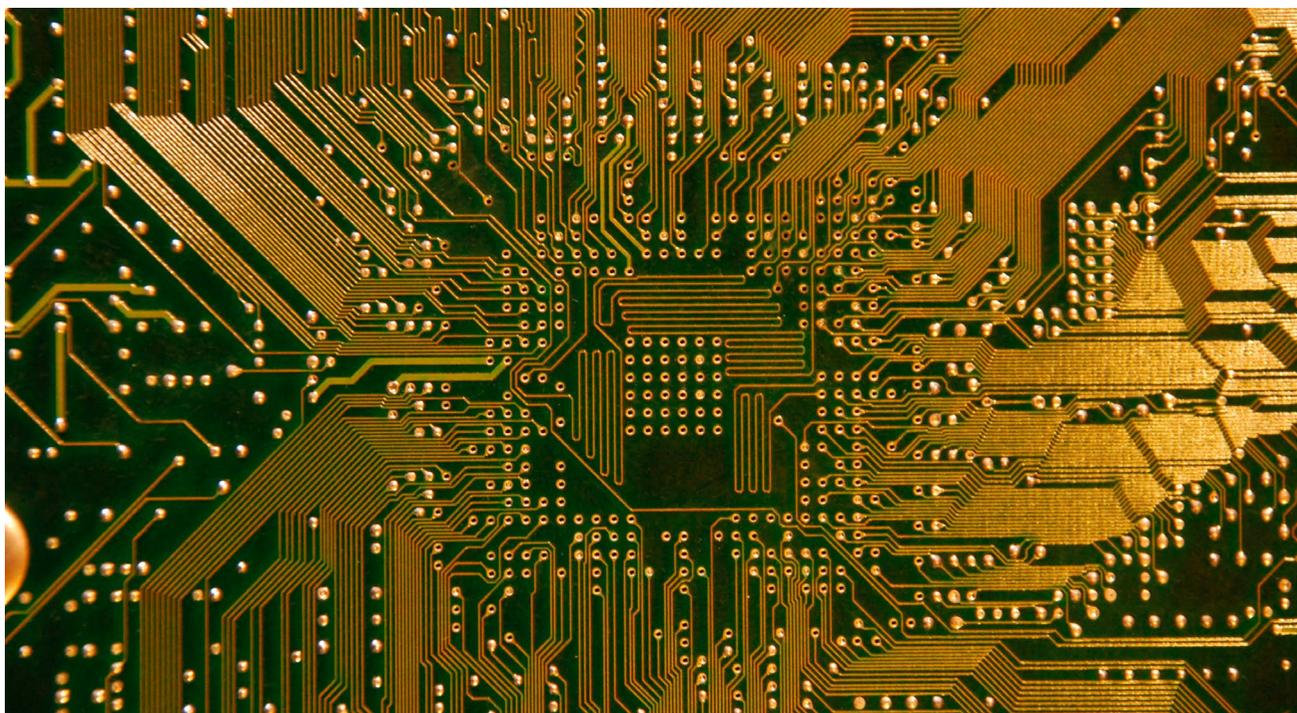
Otro tipo de sanción ocurre en el proceso de rehabilitación, sobre el cual Kestrell hace un señalamiento hacia el final de su ensayo. Al respecto, menciona que cuando estaba aprendiendo a utilizar el bastón, el instructor de rehabilitación le decía que lo estaba haciendo de forma equivocada. Ella empleaba el bastón para explorar su entorno en un intento de hacer un mapa cognitivo de aquello que le rodeaba. El método del instructor, en cambio, iba encaminado a que lo utilizara en un trayecto recto, más como una señal hacia los demás de que por allí andaba una ciega. Puede que el método del instructor persiguiera una estrategia de entrenamiento basada en alguna teoría de rehabilitación;



▪ *Microchip*, 2012 | Tomada de: Depositphotos.com

podemos identificar también en las narrativas de ciencia ficción sobre ciertas criaturas tecnológicas. Esto es, mientras tratan de ajustar sus cuerpos a una normativa, las criaturas son aceptadas, pero cuando tratan de ampliar sus capacidades o superar algún canon de normalidad, emerge la censura y la crítica social. Kestrell llega a la conclusión de que la sanción social dictamina que, en su caso, sea más importante para ella preservar su cuerpo que el deseo de cambiarlo. Se dictamina un posicionamiento moral respecto al alcance y forma de la modificación corporal.

sin embargo, el método de Kestrell parece más a tono con la formación de un esquema corporal –del que nos habla la fenomenología de Merleau-Ponty (1968)–, con el bastón como prótesis. Esta formación implica una técnica en la que la prótesis es incorporada a través de la creación de esquemas en el juego del desplazamiento corporal –juego que hoy es posible también en espacios digitales, como ocurre cuando se emplea un avatar o cuando se utilizan dispositivos de realidad virtual–. En todos estos casos, los esquemas corporales implican haber hecho parte del cuerpo elementos antes exteriores



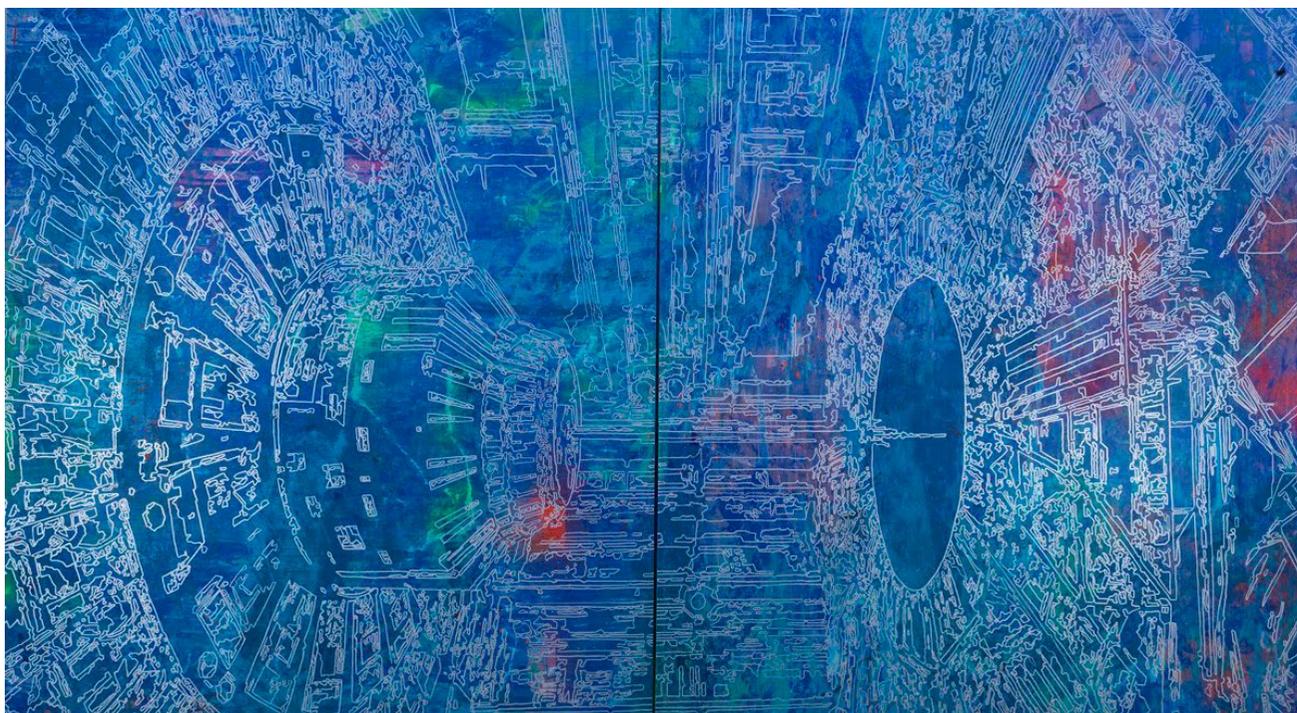
▪ *Microcircuitos de oro*, 2019 | Tomada de: Besthqwallpapers.com

para viabilizar el proceso de habitar un mundo también híbrido (*offline/online*).

En mi caso, el puerto médico (*medical port* o *med port*) desencadena una experiencia paradójica que empuja hacia la conciencia de la existencia de este nuevo cuerpo, un cuerpo vulnerable que igualmente debe tener presencia escénica como un cuerpo capaz. En el 2009, mediante un ejercicio de autoetnografía, ensayé el camino de la significación de la experiencia prostética y traté de dar sentido a la experiencia avasalladora de un diagnóstico de cáncer y su tratamiento (Figuroa, 2021). Como parte de los procedimientos, parecía necesaria la instalación de un puerto médico, un pequeño dispositivo que ubica debajo de la piel y permite conectar un catéter a la vena yugular, subclaviana o la vena cava superior. Así, el *med port* permite el flujo de la quimioterapia directamente al vaso sanguíneo con menos daño que los pinchazos frecuentes en las venas, especialmente si se hace por tiempo prolongado. En otras palabras, el dispositivo promete efectividad en la distribución de la quimioterapia y la prevención del daño a las venas, a cambio de dolor. Durante el proceso de cicatrización de la herida, generalmente también se aplica la quimioterapia, y el proceso de inserción de la aguja en el *med port* puede ser bastante azaroso, por no decir espeluznante. En

gran medida, el nivel de dolor posible está íntimamente relacionado con el grado de destreza del enfermero o de la enfermera y el tamaño y forma del dispositivo en cuestión. El mío, decía la enfermera, que era muy pequeño y “se movía”, lo que hacía difícil y doloroso el proceso de inserción de la aguja, acompañado de opiniones sobre cómo lidiar con el dolor. Fue una experiencia similar a la de Kestrell, cuando dice que para ella “rehabilitación” significa lidiar con las personas que quieren decirnos qué debemos sentir o soportar, una especie de autocensura.

El dolor constituye una buena parte de vivir en el cuerpo, pero también implica promover la relación del cuerpo con ese afuera que lo reconstruye, a la par que se busca activamente el sentido a través de analogías, activación del recuerdo (“mira a un punto fijo cuando sientas dolor”, decía mi abuela) y estrategias retóricas para esa reconstrucción de la experiencia. Estas estrategias retóricas –tanto en mi ensayo como en el de Kestrell– se nutren, en varias instancias, de un cierto sentido del humor. El humor permite combinar en un mismo plano de expresión sentidos que pueden resultar contradictorios para producir esquemas cognitivos (Aladro, 2002). En otras palabras, nos permite dar sentido, especialmente a situaciones absurdas, ambiguas o inesperadas, para viabilizar la



▪ Pintura que ilustra la complejidad de los aparatos tecnológicos, 2016 | Autor: José Dumay, Exposición Súper-Estructuras. Tomado de: Fundaciongasco.cl

acción del sujeto. Kestrell nos recuerda que el humor también nos deja observar con cierta distancia situaciones que –como suele suceder en los casos que implican alguna desestabilización del confort o de lo conocido– normalmente no son puestas en esa perspectiva. Por consiguiente, es una estrategia de sentido que sirve a la dinámica de externalización/internalización de la experiencia conflictiva en el proceso de construcción de significado. En el siguiente extracto, vemos un ejemplo de esta estrategia:

A medida que avanzaba el proceso de infusión, eventualmente las preguntas y comentarios de las enfermeras me condujeron a (in)corporarlo. Mientras los dedos de éstas recorrían la superficie de mi piel intentando con dificultad palpar el puerto para encajar la aguja, me preguntaban: “¿te duele?”... como si se tratara de la cabeza... “te sientes tu puerto”... como quien siente las palpitations del corazón... “¿oye, sientes que tu puerto se mueve?”... como si se refería a un diente flojo... “¡es pequeño, tu puerto!” como son pequeños mis senos, el lugar donde comenzó toda esta onco-historia. (Figueroa, 2021, p. 89)

Por su parte, la investigación de campo Pollock (2008) recoge la experiencia de pacientes a quienes se les ha implantado un desfibrilador interno (*im-*

*plantable cardioverter defibrillator - ICD*), dispositivo que se incorpora para monitorear arritmias y que, en caso de detectar alguna anomalía, produce descargas eléctricas que obligan al corazón a retornar a su ritmo regular. Este mecanismo, que previene los paros cardíacos súbitos, está pensado para extender la vida de quien lo porta; no obstante, al mismo tiempo la modifica drásticamente, por lo que es un buen ejemplo de la experiencia sinuosa que en ocasiones exacerba la hibridación humano-máquina. En este caso, aquello que supuestamente previene la muerte es precisamente lo que avisa, mediante una descarga eléctrica, su acecho. La experiencia de esta descarga es vivida de forma diferente por las personas. Algunas experimentan un intenso dolor, otras se desmayan. Sin embargo, lo que resulta más insoportable para la persona es que la descarga ocurre sin anticipación, no obedece a ningún patrón. La máquina incluso puede disparar su *shock* sin ninguna razón. A pesar de esto, como el o la paciente la significan como un “garante” de vida, su imagen del cuerpo y la subjetividad ya no puede prescindir del dispositivo. Asimismo, en el caso de la investigación de Sanal (2008) sobre pacientes con trasplante de riñón y diálisis, el impacto de estos procedimientos sobre el cuerpo y la subjetividad es dramático. Dice Sanal que la experiencia no se vive como un mero intercambio entre la parte y la prótesis

médica, sino como una verdadera metamorfosis. Por consiguiente, los relatos apuntan a la formación de nuevas criaturas identitarias y nuevas subjetividades.

## Dispositivos de amplificación o aumentativos

Mientras Clynes y Kline formulaban su idea de *cyborg* en la década de 1960, por esa misma época Licklider (1960), científico de computadoras y psicólogo, proponía la simbiosis humano-máquina con el propósito de desarrollar relaciones cooperativas entre los humanos y las computadoras electrónicas. Su propuesta era un sistema de ampliación de la inteligencia humana asistido por sistemas electrónicos que permitieran la resolución de problemas, la toma de decisiones y el control situaciones complejas en tiempo real, sin la dependencia de programas predeterminados e inflexibles. Su trabajo resulta muy interesante por varios motivos. Anticipó en buena medida la computación paralela y la computación en red; visualizó importantes interfaces de *input* y *output* que existen hoy día, como las pantallas que permiten la colaboración en tiempo real donde los usuarios pueden escribir y desplegar gráficos para trabajo en equipo; y preconizó los dispositivos de reconocimiento automático de voz en tiempo real.

Existen también otros interesantes proyectos que materializan las posibilidades de ampliación de nuestras capacidades tanto individuales como colectivas. Entre ellos, se encuentran los de Steve Mann, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación en la Universidad de Toronto, que datan de la década de 1980. En 1992, Mann fundó el Wearable Computing Media Lab en el MIT, cuyos dispositivos, dedicados a la expansión de las capacidades sensoriales a través de tecnología *wearable*, invitan a pensar los procesos de *cyborgización* enmarcados en las dinámicas de vigilancia, construcción del espacio social y mediación tecnológica. Una de sus primeras invenciones fue la *sequential wave imprinting machine* (SWIM), una máquina de impresión de ondas secuenciales combinada con tecnología de realidad aumentada y portátil que mide la velocidad del sonido y la velocidad de la luz, además de cancelar los efectos propagadores de las ondas de sonido y radio. Gracias a ello, el dispositivo hace visibles las ondas electromagnéticas de un teléfono celular modificado para esos propósitos. Estas investigaciones e invenciones

ponen de manifiesto el cuerpo mismo, como un lugar sensorial en expansión prostética constante y variada. Otra de sus más conocidas y citadas invenciones es el *digital glass eye tap*, dispositivo que permite que el ojo funcione, hasta cierto punto, como una pantalla y una cámara. Puede mostrar información de la computadora a la persona y, al mismo tiempo, procesar y hasta alterar lo que la persona ve. Esto permite que el usuario o usuaria del *eye tap* aumente, disminuya o altere la percepción visual de su entorno.

Mann *et al.* (2003) señalan que cotidianamente los establecimientos de mercancías y servicios prohíben el uso del teléfono celular y de cámaras, mientras que hacen un despliegue de sus formas de vigilancia. Ante lo que califica como hipocresía de estas formas de vigilancia unilateral, Mann (2021) propone el concepto de *sousveillance* (como opuesto a *surveillance*) para significar una vigilancia que, por el contrario, supone integridad en lugar de hipocresía. *Veillance* (observar) tiene una amplitud mayor que vigilancia. *Sousveillance*, por su parte, emerge en contraposición a las industrias multimillonarias de *surveillance* (por ejemplo, de sistemas de cámaras, sensores de movimiento en espacios públicos y privados, *scanners* que pueden ver a través de la ropa y *software* de reconocimiento facial y de voz). Mann contrapone *sousveillance* a *surveillance* para contrastar y cuestionar los extremos de la dicotomía que se construye entre los que vigilan y los vigilados. Mientras que *surveillance* es la acción de observar y filmar desde una entidad en posición de poder o autoridad, *souveillance* es todo lo contrario: la acción de observar o filmar por una entidad que no está en una posición de poder y autoridad. En la medida en que la tecnología digital se hace ubicua y accesible, los intentos de utilización, control y centralización de la información se confrontan con sus opuestos: descontrol, descentralización y desafío al uso propietario, exclusivo y jerárquico de la tecnología.

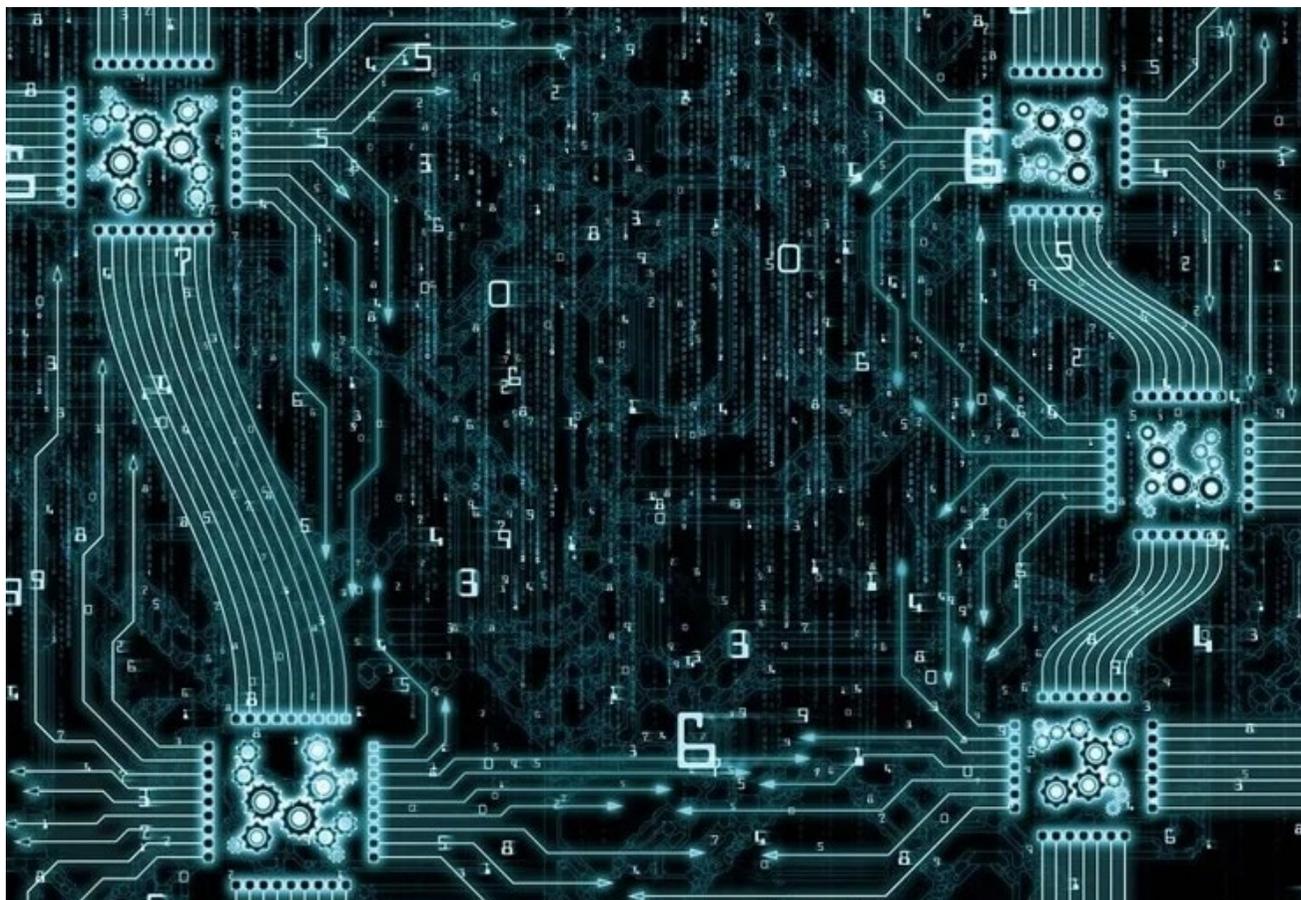
Hoy existe una amplia gama de dispositivos que proveen no solo la colaboración, sino precisamente la amplificación de las capacidades humanas anticipada por Licklider. El más cotidiano de ellos es el teléfono inteligente, que se ha convertido en un artefacto cognitivo. Sus funcionalidades, tales como memoria, alertas, almacenamiento de información textual y visual, auto-monitoreo, entre otros, constituyen expansiones y, al mismo tiempo, transformaciones de nuestras capacidades cognitivas. Ampliamos unas capacidades y perdemos

otras, como ocurre en todo sistema evolutivo. Hutchins (1999) sugiere que la utilidad de un aparato cognitivo depende de otros procesos que crean las condiciones y maximizan las consecuencias de su uso. En otras palabras, un aparato cognitivo es siempre un aparato social, es decir, construye relaciones sociales. La enorme cantidad de apps (aplicaciones informáticas diseñadas, en este caso, específicamente para teléfonos inteligentes) actualmente atraviesa y reconstruye el tejido social, las formas de interacción y comunicación. La hibridación orgánico-inorgánico viabilizada por tecnología digital sugiere que los procesos de cyborgización desbordan los entornos corporales para extenderse al tejido social. En otras palabras, podemos hablar también en términos de una sociedad con naturaleza *cyborg*.

Para finalizar, la psicología como disciplina debe asumir esta complejidad y alejarse de las perspectivas que ven los dispositivos tecnológicos atendiendo a su externalidad, como meros instrumentos para procesos adaptativos unidireccionales. Al incorporar dispositivos

tecnológicos, la figura del *cyborg* construye un sistema cibernético (sistema de comunicación para la autorregulación y agencia) que, en el proceso de adaptación al medio, también transforma la existencia social. Aquí quisiera hacer énfasis en que la hibridación humano-máquina tiene como base la colaboración entre sistemas, más que la suplantación de un sistema por otro. Esta postura me lleva a sugerir, en primer lugar, la necesidad de localizar la discusión en el plano de la ética e interrogar las posiciones que adoptamos como personas y como investigadores e investigadoras cuando asumimos la figura del *cyborg* como objeto de estudio en la vida cotidiana.

En segundo lugar, el acercamiento fenomenológico nos puede guiar teóricamente en los modos en los que la acción del cuerpo, visto como *embodiment* (una compleja relación entre esquema corporal y representación corporal que juega entre las fronteras interior y exterior), debe situarse como eje central del análisis del sujeto perceptivo o cognitivo. Dicho de otra forma, es a través del cuerpo que tenemos acceso al mundo, sin ol-



▪ *Nanotecnología en la informática*, 2018 | Capturada por: Agsandrew. Tomada de: Shutterstock.com

vidar que hoy en día eso que llamamos cuerpo adquiere una variedad de formas/funciones gracias a la incorporación de dispositivos de nuevas tecnologías. No se trata solamente de formas de representación, sino también de formas de acción y comunicación que pueden trazarse desde el nivel interpersonal hasta otras relaciones sociales, tanto a nivel local como global. Dentro de esta perspectiva, adquieren vital importancia las transformaciones en la percepción del tiempo y del espacio cuando hablamos de comunicación e interacción en espacios híbridos (*online* y *offline*).

En tercer y último lugar, la construcción de nuevas identidades –en particular cuando hablamos de la relación humano-dispositivo tecnológico– requiere dar cuenta de las prácticas asociadas a la producción de la hibridez, prácticas que, como he dicho anteriormente, desbordan el registro de lo individual para atender normativas y paradigmas de funcionamiento de cam-

pos de saberes e instituciones. En este sentido, se hace necesaria la interdisciplinariedad como requisito indispensable en todo el proceso de construcción de este objeto de estudio, especialmente entre los saberes y las instituciones vinculadas al desarrollo tecnológico y el análisis de las políticas que lo acompañan. Para entender las dinámicas asociadas a las formas evolutivas y los cambios emergentes también es importante tender puentes de comunicación entre la psicología discursiva y la neurociencia, como bien nos han señalado otros autores (Harré y Moghaddam, 2012). Si aceptamos que todo aparato cognitivo es un aparato social (Hutchins, 1999), atender el impacto de la tecnología digital en las formas de comunicación e interacción social supone estudiar también cuáles son las condiciones sociales, económicas, políticas e históricas que crean las condiciones y maximizan las consecuencias de su uso. La naturaleza *cyborg* ha venido para quedarse, más allá de la ciencia ficción, en el plano de nuestra cotidianidad.

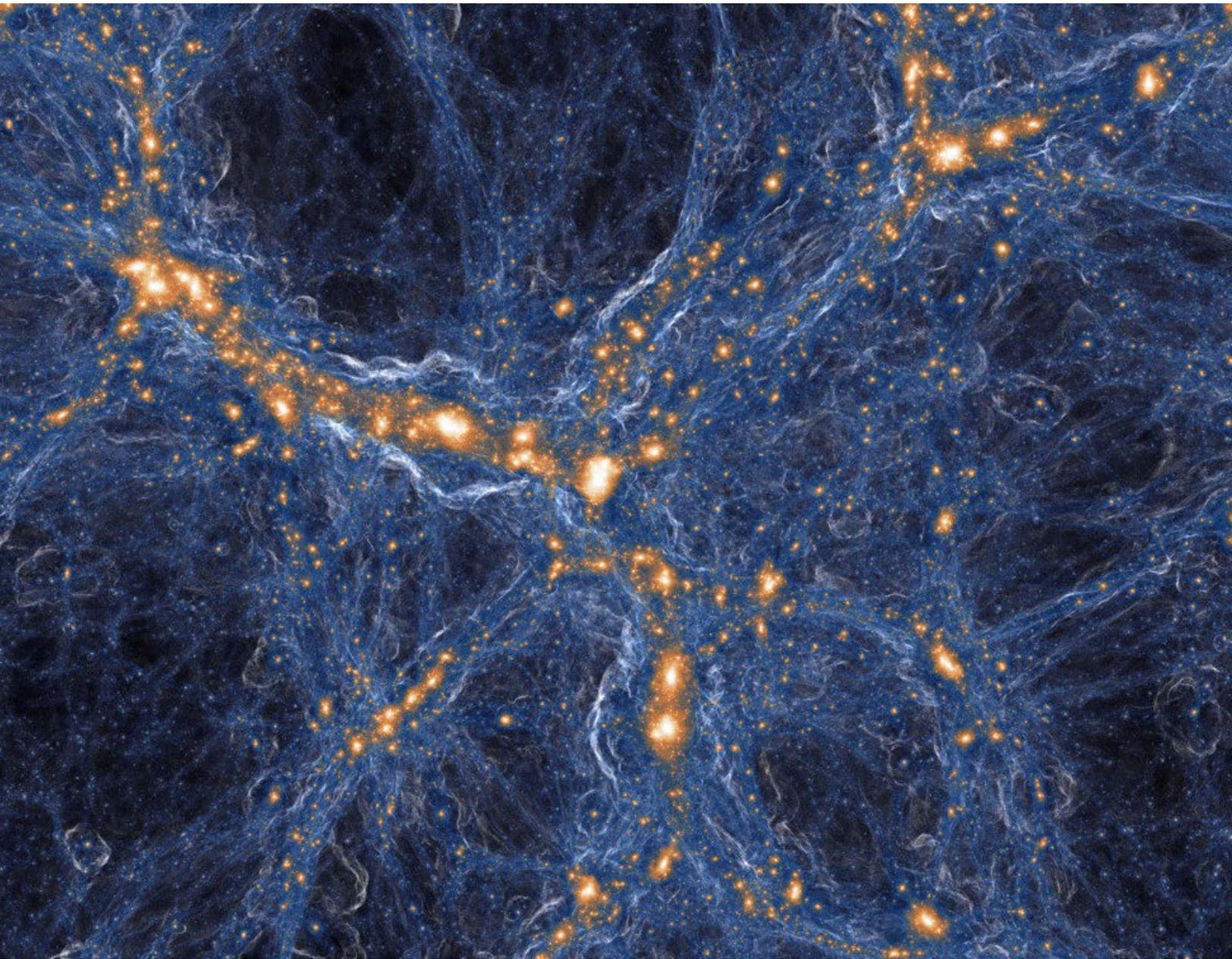
## Nota

1. La investigación que lleva por título *Perceived Time vs. Real Time in Everyday Smartphone Usage* está dirigida por Heidi J. Figueroa Sarriera (IP), junto a Carmen Rivera Medina, Rafael Arce Nazario, Luis Joel Donato y Samuel Colón. Este proyecto ha sido subvencionado por el Fondo Institucional para la Investigación del Decanato de Estudios Graduados e Investigación (FIPI-DEGI) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

## Referencias

1. ALADRO, E. (2002). El humor como medio cognitivo. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 7, 317-327.
2. ANDREWS, R. (2018). Scientists Construct Biocomputer Made from Living Human Cells. [Blog post]. <https://www.iflscience.com/technology/scientists-construct-biocomputer-made-living-human-cells/>
3. BROWN, S. D. y Stenner, P. (2009). *Psychology without Foundations. History, Philosophy and Psychosocial Theory*. Sage.
4. CLYNES, M. E. y Kline, N. S. (1960). Cyborgs and Space. *Astronautics*, 26-27, 74-76. <http://web.mit.edu/digitalapollo/Documents/Chapter1/cyborgs.pdf>
5. DESMOND D. y MacLachlan, M. (2002). Psychological Issues in Prosthetic and Orthotic Practice: A 25 Year Review of Psychology in Prosthetics and Orthotics International. *Prosthetics and Orthotics International*, 26, 182-188.
6. FARINA, D. *et al.* (2017) Man/Machine Interface Based on the Discharge Timings of Spinal Motor Neurons after Targeted Muscle Reinnervation. *Nature Biomedical Engineering* 1. <https://doi.org/10.1038/s41551-016-0025>
7. FIGUEROA-SARRIERA, H. (2021). Infusiones/Infusions: Estampas itinerantes en mi tratamiento de cáncer/ Itinerant Portraits in my Cancer Treatment. En Ch. H. Gray, H. J. Figueroa-Sarriera y S. Mentor (eds.), *Modified. Living as a Cyborg* (pp. 80-91). Routledge.
8. FIGUEROA-SARRIERA, H. (2019). Smartphone encarnado: semiótica para una prótesis digital. *Revista de Signis*, 30, 63-76. <http://www.designisfels.net/revista/30/designisi30p63-76.html>
9. FIGUEROA-SARRIERA, H. (2017) *Imaginario del sujeto en la Era Digital*. Ciespal.

10. FIGUEROA-SARRIERA, H. (2013). El cuerpo del domus entre dos siglos desde el discurso tecno-psicológico. *Nómadas*, 38, 31-46. <http://nomadas.ucentral.edu.co/index.php/11-articulos-38/84-El-cuerpo-del-domus-entre-dos-siglos-desde-el-discurso-tecnopsicol%C3%B3gico>
11. GRAY, C. H. (2013). The Uncanny Evolution of Homo Cyborg. En D. Bulutov (ed.), *The Post-Biological Age* (pp. 234-249). National Center for Contemporary Arts.
12. GROSSMAN, L. (2013). Drone Home. The Flight and Spy for America Abroad. But what Happens when Drones Return Home? *Time*, February, 26-33.
13. HARAWAY, D. (1987). A Manifest for Cyborgs: Science, Technology, and Socialist Feminism in the 1980s. *Australian Feminist Studies*, 2(4), 1-42. DOI: 10.1080/08164649.1987.9961538
14. HARBISSEON, N. (2017). Watch: How a Colorblind Cyborg 'Hears' Color. [Blog post] [https://www.huffpost.com/entry/hearing-color-cyborg-tedtalk\\_b\\_3654445](https://www.huffpost.com/entry/hearing-color-cyborg-tedtalk_b_3654445)
15. HARRÉ, R. y Moghaddam, F. M. (eds.) (2012). *Psychology for the Third Millennium: Integrating Cultural and Neuroscience Perspectives*. Sage.
16. HARRÉ, R. y Gillet, G. (1994). *The Discursive Mind*. Sage.
17. HENRIQUES, J., Urwin, C., Hollway, W., Ven, C. y Walkerdine, W. (eds.) (1984). *Changing the Subject: Psychology, Social Regulation and Subjectivity*. Methuen.
18. HUTCHINS, E. (1999). Cognitive Artifacts. En R. A. Wilson y C. K. Frank (eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp. 126-127). Bradford Book/MIT Press.
19. KESTRELL VERLAGER, A. (2008). The Prosthetic Eye. En S. Turkle (ed.), *The Inner History of Devices* (pp. 32-40). The MIT Press.
20. LICKLIDER, J. C. R. (1960). Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1, 4-11. <https://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>
21. LÓPEZ, M. M. y Zúñiga, R. (eds.) (1988). *Perspectivas críticas de la psicología social*. Universidad de Puerto Rico.
22. MAZLISH, B. (1983). *The Fourth Discontinuity. The Co-evolution of Humans and Machines*. Yale University Press.
23. MANN, S. (2021). Modified: Why Priveillance Is More Important to our Cyborg Future than Privacy. Ch. H. Gray, H. J. Figueroa-Sarriera y S. Mentor (eds.), *Modified. Living as a Cyborg* (pp. 25-33). Routledge.
24. MANN, S., Nolan, J. y Wellman, B. (2003). Sousveillance: Inventing and Using Wearable Computing Devices for Data Collection in Surveillance Environments. *Surveillance & Society*, 3, 331-225. <http://www.eyetap.org/papers/docs/sousveillance.pdf>
25. MEAD, G. H. (1934). *Mind, Self, and Society: From the Standpoint of a Social Behaviorist*. University of Chicago Press.
26. MERLEAU-PONTY, M. (1968). *The Visible and the Invisible* [1964]. A. Lingis (trad.), C. Lefort (ed.). Northwestern University Press.
27. MERLEAU-PONTY, M. (2003). *Nature. Course Notes from the Collège de France* [1995]. R. Vallier (trad.). Northwestern University Press.
28. MORAVEC, H. (1988). *MIND Children: The Future of Robot and Human Intelligence*. Harvard University Press.
29. POLLOCK, A. (2002). The Internal Cardiac Defibrillator. En Sherry Turkle (ed.), *The Inner History of Devices* (pp. 98-111). The MIT Press.
30. SANAL, A. (2002). The Dialysis Machines. En Sherry Turkle (ed.), *The Inner History of Devices* (pp. 138-152). The MIT Press.
31. SRINIVASAN, S. S. *et al.* (2017). On Prosthetic Control: A Regenerative Agonist-Antagonist Myoneural Interface. *Science Robotic*, 2(6), ean2971. DOI: 10.1126/scirobotics.aan2971
32. STELARC (2021). Zombies, Cyborgs and Chimeras: Alternate Anatomical Architectures. En Ch.H. Gray, H. J. Figueroa-Sarriera y S. Mentor (eds.), *Modified. Living as a Cyborg* (pp. 225-239). Routledge.



▪ *Vacío cósmico*, 2018 | Foto: Telescopio Nazionale Galileo. Tomada de: Elpais.com

# Del *hype* a la desilusión: expectativas sociotécnicas sobre CoronApp en Colombia\*

*Do hype à desilusão: expectativas  
sociotécnicas sobre CoronApp na  
Colômbia*

*From Hype to Disappointment:  
Sociotechnical Expectations  
about CoronApp in Colombia*

Juan Pablo Centeno\*\* y Mónica Paola Vásquez\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a11

Este artículo analiza el ciclo de expectativas sociotécnicas en torno a la aplicación CoronApp en Colombia. Los autores, desde el punto de vista de la sociología de las expectativas, rastrean y caracterizan la evolución en la atención mediática sobre la app y el tipo de expectativas proyectadas por distintos actores, y encuentran una preponderancia de expectativas positivas y específicas planteadas por actores gubernamentales, lo que sugiere el valor instrumental de las expectativas como herramienta de gobernanza en contextos de incertidumbre. Finalmente, entre otras dificultades, ponen en evidencia un rezago entre el patrón de uso de la app y la atención mediática sobre ella.

**Palabras clave:** CoronApp, sociología de las expectativas, ciclo de *hype*, aplicación de reporte de síntomas, aplicaciones de rastreo de contactos, covid-19.

*Este artigo analisa o ciclo de expectativas sociotécnicas em torno da aplicação CoronApp na Colômbia. Os autores, desde o ponto de vista da sociologia das expectativas, rastreiam e caracterizam a evolução na atenção mediática sobre a app e o tipo de expectativas projetadas por diferentes atores, e encontram uma preponderância de expectativas positivas e específicas planteadas por atores governamentais, o que sugere o valor instrumental das expectativas como ferramenta de governança em contextos de incerteza. Finalmente, entre outras dificuldades, põem em evidência um atraso entre o padrão de uso da app e a atenção mediática sobre ela.*

**Palavras-chave:** CoronApp, sociologia das expectativas, ciclo de *hype*, aplicação de reporte de sintomas, aplicações de rastreo de contatos, covid-19.

*This article analyzes the cycle of sociotechnical expectations around the CoronApp application in Colombia. The authors, from the perspective of the sociology of expectations, trace and characterize the evolution of the media's attention on the app and the type of expectations projected by different actors. They find a preponderance of positive and specific expectations raised by government actors, which suggests the instrumental value of expectations as a governance tool in uncertain contexts. Finally, among other difficulties, they highlight a lag between the use pattern of the app and the media's attention on it.*

**Keywords:** CoronApp, Sociology of Expectations, Hype Cycle, Symptom Reporting Application, Contact Tracing Applications, Covid-19.

\* Este trabajo se inscribe dentro del proyecto en curso 'Políticas y gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo inclusivo', financiado por la Universidad Externado de Colombia y ejecutado por los autores en la misma institución.

\*\* Docente investigador del Centro de Investigaciones y Proyectos Especiales (CIPE) de la Universidad Externado de Colombia, Bogotá. Magister en Gobierno y Políticas Públicas. Correo: juan.centeno@uexternado.edu.co

\*\*\* Auxiliar de investigación del Centro de Investigaciones y Proyectos Especiales (CIPE) de la Universidad Externado de Colombia, Bogotá. Estudiante de pregrado en Gobierno y Relaciones Internacionales. Correo: monica.vasquez02@est.uexternado.edu.co

original recibido: 01/07/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 177 ~197

El rol de la tecnología en la sociedad está atravesado por manifestaciones acerca del futuro, ya sea en forma de visiones, promesas o expectativas (Jasanoff, 2015; Joly, 2010; Van Lente, 1993), que con frecuencia expresan aproximaciones optimistas al desarrollo tecnocientífico como forma de solucionar retos en diversos ámbitos de la sociedad (Konrad *et al.*, 2017). Lejos de ser neutras, dichas expectativas sugieren formas particulares de entender determinados ámbitos sociotécnicos, y suelen tener un carácter performativo tal que simultáneamente son creadas por y dan forma a los procesos sociotécnicos en cuestión (Borup *et al.*, 2006).

Tanto la tecnología como las expectativas sobre ella suelen hacer parte de la respuesta temprana de los gobiernos a problemas públicos apremiantes, como forma de actuación ágil (Mergel *et al.*, 2018). En ese sentido, las expectativas sociotécnicas se presentan como herramientas de gobernanza anticipatoria cuyo análisis permite entender la gestión de determinados procesos sociotécnicos, particularmente en contextos de incertidumbre (Konrad y Böhle, 2019; Hielscher y Kivimaa, 2019; Budde y Konrad, 2019; Kuhlmann *et al.*, 2019).

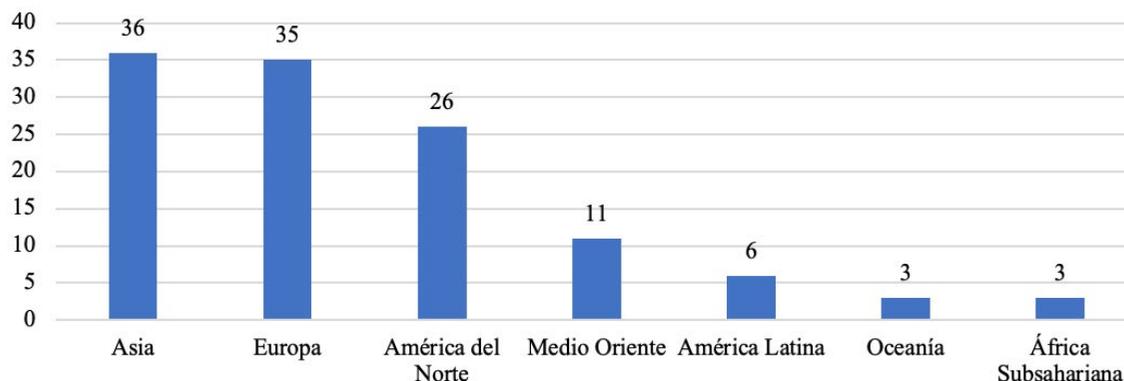
La respuesta gubernamental al covid-19 ilustra lo anterior. Durante los primeros meses de pandemia, marcados por la incertidumbre, múltiples gobiernos alrededor del mundo implementaron herramientas tecnológicas con el fin de combatir los desafíos epidemiológicos. Algunas de estas, basadas en ciencia de datos, inteligencia artificial, aprendizaje de máquina, aplicaciones móviles, entre otras, buscaban facilitar la gestión clínica, la cuarentena de casos positivos, el reporte de síntomas o el rastreo de contactos (Whitelaw *et al.*, 2020; Gasser *et al.*, 2020; Horgan *et al.*, 2020).

Rápidamente las aplicaciones de rastreo de contactos ganaron popularidad entre los gobiernos, considerando su potencial para la reducción de casos de covid-19 (Urbaczewski y Lee, 2020). Y, a pesar de las controversias que llegaron a suscitar, algunos referentes exitosos reforzaron lo anterior –Corea del Sur (Lee y Lee, 2020; Ryan, 2020), China (Liang, 2020), Singapur y Australia (Goggin, 2020)–. De acuerdo con el portal Top10VPN, para el 27 de enero del 2021 existían al menos 120 aplicaciones de rastreo de contactos en 71 países, principalmente en Estados Unidos (23) e India (11) (figura 1). Según el portal, al menos 19 de estas, que sumaban cerca de cuatro millones de descargas, no definían políticas de privacidad de manera explícita (Woodhams, 2020).

La proliferación de literatura sobre aplicaciones de rastreo de contactos durante la pandemia refleja la gran atención que han recibido, desde lineamientos técnicos para la implementación de las apps (Vinuesa *et al.*, 2020; Von Wyl *et al.*, 2020; Moy *et al.*, 2020; Polenta *et al.*, 2020) hasta miradas críticas sobre los potenciales riesgos éticos y en derechos digitales de estas (Rowe, 2020; Dubov y Shoptawb, 2020; Galloway, 2020; Guinchard, 2020; Hoffman, *et al.*, 2020; Hsu, 2020; Klar y Lanzerath, 2020; Klenk y Duijf, 2020; Lapolla y Lee, 2020).

Esto último puede limitar la apropiación de las apps por parte del público (Abuhammad *et al.*, 2020; Guillon y Kergall, 2020; Jonker *et al.*, 2020; Joo y Shin, 2020; Kaspar, 2020; Altmann *et al.*, 2020; Trang *et al.*, 2020), particularmente en el Sur Global, donde hay un limitado acceso a tecnologías digitales (Arakpogun *et al.*, 2020). Asimismo, el impacto de las apps de rastreo de contactos depende de la forma en que se implementen (Berardi *et al.*, 2020), concretamente, de su

Figura 1. Número de aplicaciones de rastreo de contactos por región global (N = 120)



Fuente: Woodhams (2020), en Top10VPN.com, con corte al 27 de enero del 2021.

complementariedad con otras medidas de contención (Hernández-Orallo *et al.*, 2020) y su uso generalizado entre la población (Riemer *et al.*, 2020).

La proliferación de apps para el covid-19 y de literatura sobre ellas ilustra las altas expectativas que suscitan a nivel global (Rowe *et al.*, 2020; Goggin, 2020). El análisis de dichas expectativas, sean positivas o negativas, puede ilustrarnos sobre la forma en que los gobiernos se aproximan a las apps en un entorno sociotécnico más amplio (Van Lente *et al.*, 2013) y los posibles imaginarios futuros en las políticas de salud (Goggin, 2020).

En el caso de Colombia, la CoronApp fue lanzada con la promesa de facilitar el rastreo de contactos e incluso “salvar vidas” (MinTIC, 2020). Sin embargo, al tiempo que surgían críticas sobre la eficacia, inclusividad y privacidad de la app, se hizo evidente su ineficacia como forma de rastreo de contactos y se limitó al reporte de síntomas<sup>1</sup> (Botero *et al.*, 2020). Frente a este panorama, nos proponemos analizar la evolución de las expectativas sociotécnicas en torno a la aplicación CoronApp, implementada en Colombia por el Gobierno nacional como respuesta rápida a la crisis desatada por la pandemia. Concretamente, nos preguntamos ¿cuáles son las principales características de las expectativas sobre la aplicación CoronApp en Colombia?

Para esto, caracterizamos el escalamiento en expectativas o *hype* sobre dichas aplicaciones y la posterior fase de desilusión cuando dichas expectativas no se ma-

terializan. El análisis crítico de este proceso de *hype* y desilusión nos permite entender la gestión de la pandemia impulsada por el Gobierno desde el punto de vista de la tecnología. Conceptualmente, apelamos a la sociología de las expectativas (Borup *et al.*, 2006) y, metodológicamente, nos inspiramos en Ruef y Markard (2010) y Van Lente *et al.* (2013) para realizar una revisión sistemática de prensa en la que identificamos publicaciones sobre CoronApp en medios de circulación nacional, analizamos la frecuencia y el contenido de dichas publicaciones y triangulamos estos datos con: a) las reseñas y comentarios de usuarios de la app en la tienda de aplicaciones (App Store) de Apple Inc.; y b) entrevistas a expertos nacionales sobre derechos digitales.

Con el abordaje de dichos interrogantes buscamos contribuir a la cuestión de cuáles son los aspectos que definen un proceso de altas expectativas y posterior desilusión frente a la tecnología (Van Lente *et al.*, 2013), y cuáles son las dinámicas que anteceden y suceden a una fase de expectativas altas frente a la tecnología (Ruef y Markard, 2010). Asimismo, con este trabajo nos interesa explorar la instrumentalidad de las expectativas sociotécnicas como objeto de gobernanza en contextos de incertidumbre (Konrad y Böhle, 2019; Hielscher y Kivimaa, 2019).

El artículo se organiza de la siguiente manera: primero se presentan los elementos básicos de la sociología de las expectativas como marco conceptual para el análisis que aquí se realiza, luego se describen los detalles

metodológicos del análisis, se presentan los resultados del análisis y se los discute; finalmente, concluimos con algunas reflexiones finales.

## Marco conceptual

Desde la sociología de las expectativas, Borup *et al.* (2006) y Konrad *et al.* (2017) definen las expectativas sociotécnicas como representaciones presentes sobre el futuro de la tecnología que circulan en la esfera pública y sugieren alguna probabilidad de materialización. Estas tienen un carácter performativo en tanto en cuanto ofrecen marcos de gobernanza de procesos sociotécnicos, legitiman innovaciones, movilizan recursos y facilitan la coordinación y formación de redes de innovación (Van Lente, 2012). El carácter colectivo de las expectativas reside no en su aceptación amplia como plausibles sino en su reconocimiento como dispositivos cognitivos que inciden en el debate público (Van Lente, 2012). Estas se manifiestan en discursos públicos, materializados, por ejemplo, en documentos de política o medios de comunicación (Budde y Konrad, 2019). Sin importar su grado de aceptación, las expectativas pueden llegar a ser reproducidas al punto de incidir en la definición de prioridades de investigación e innovación (Konrad, 2006).

Las expectativas operan como marcos de gobernanza tentativa o *de facto* para tomar decisiones en contextos de incertidumbre (Borup *et al.*, 2006; Konrad *et al.*, 2017). Algunos incluso distinguen la gobernanza *de* las expectativas, de la gobernanza *por medio de* las expectativas, subrayando su versatilidad (Konrad y Böhle, 2019; Hielscher y Kivimaa, 2019). A su vez, las expectativas sociotécnicas legitiman y movilizan recursos hacia determinadas innovaciones (Borup *et al.*, 2006) y, en la medida en que la intención de invertir en ellas aumenta, se refuerza el carácter prometedor de sus expectativas (Konrad *et al.*, 2017). Así, la inversión en promesas de este tipo es una *práctica anticipatoria* que a su vez moldea expectativas sociotécnicas (Alvial-Palavicino y Konrad, 2019); esto, sujeto a la capacidad de construir redes de expectativas, en lugar de formular expectativas de modo individualizado, como sugieren Van Rijnsoever *et al.* (2014).

Las expectativas sociotécnicas pueden incluir referencias a aspectos económicos, sociales, políticos y

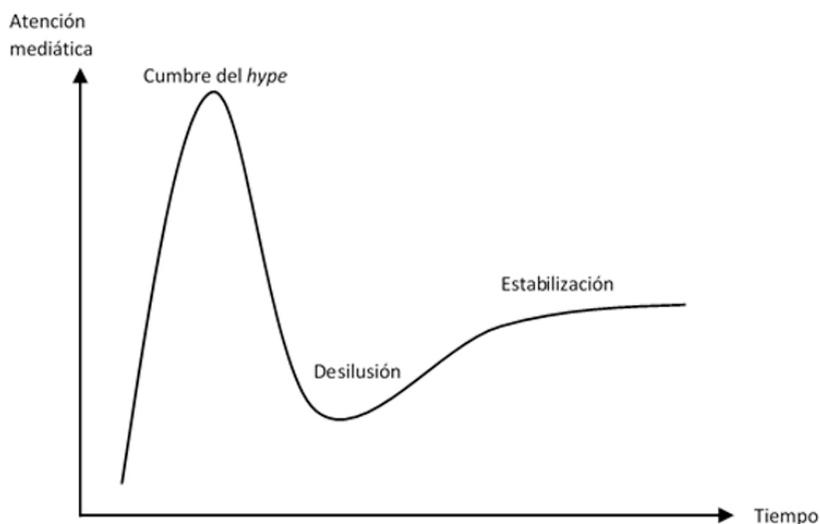
culturales, más allá de lo estrictamente técnico (Van Lente, 2012). Asimismo, estas varían según su alcance, ya sean enunciados futuros *generalizados* que aluden a campos sociotécnicos más amplios o referencias *específicas* al alcance técnico de un desarrollo tecnológico (Ruef y Markard, 2010; Van Lente *et al.*, 2013). Mientras las expectativas generalizadas describen el desarrollo esperado de un determinado campo tecnológico y su entorno más amplio, las expectativas específicas se refieren a las características particulares de un desarrollo tecnológico determinado y sus resultados concretos (Van Lente *et al.*, 2013).

También es posible distinguir entre expectativas *positivas* y *negativas* (Van Lente *et al.*, 2013). Las primeras tienden a pasar por alto los posibles riesgos de una innovación tecnológica y, en contraste, destacan su carácter disruptivo. Además, son reproducidas y colectivizadas de manera poco crítica aun cuando no son ampliamente aceptadas por distintos públicos (Konrad, 2006). Por su parte, las expectativas negativas señalan las tensiones de las innovaciones y conducen a su eventual desuso. Con frecuencia, estas son formuladas bajo narrativas de crisis inevitables como forma de crítica a determinados procesos o discursos dominantes en la actualidad, sugiriendo la necesidad de acción para evitar la materialización inminente de dichos escenarios (Hultman y Nordlund, 2013).

Ahora bien, mientras las características de las expectativas sociotécnicas descritas hasta aquí permiten interpretar su rol, cabe destacar que la sociología de las expectativas presta especial atención a los procesos de escalamiento en expectativas o *hype* y su posterior declive o desilusión, con el fin de explicar cómo los enunciados futuros sobre la tecnología dan forma a los procesos de innovación, incluida su producción, difusión y uso.

Los *hypes* son una fase de incremento sostenido en enunciados futuros optimistas sobre un desarrollo tecnológico, con frecuencia sucedido por un momento de desilusión o decepción frente a dichas innovaciones y caracterizado por el declive abrupto de las expectativas positivas cuando estas no son efectivamente alcanzadas o materializadas. Posteriormente, dichas expectativas tienden a estabilizarse con nuevos aumentos en las expectativas positivas, dependiendo del resultado del proceso tecnológico (Konrad, 2006; Ruef y Markard, 2010; Van Lente *et al.*, 2013). La figura 2 ilustra el proceso descrito.

Figura 2. Evolución de la atención mediática sobre una tecnología en el tiempo



Fuente: adaptado de Ruef y Markard (2010) y Van Lente et al. (2013).

A efectos del presente trabajo e inspirados en Van Lente *et al.* (2013), interpretamos los *hypes* de forma tal que, más allá de centrarnos en qué tan acertadas son o no las expectativas en cuestión, nos interesamos en el carácter colectivo de las expectativas como exploraciones de cara al futuro que tienen la capacidad de dar forma a las prácticas sociotécnicas en el presente.

## Metodología

Para llevar a cabo el análisis propuesto, mapeamos las expectativas colectivas proyectadas por distintos actores en el debate público a partir de una revisión sistemática de prensa. Esta revisión fue contrastada con la percepción de los usuarios de la aplicación y de expertos en derechos digitales que han realizado seguimiento al tema. Esto se detalla a continuación.

## Atención pública sobre CoronApp

Inspirados en Ruef y Markard (2010) y Van Lente *et al.* (2013), realizamos una revisión sistemática de prensa para determinar el grado de publicidad que CoronApp recibió durante los primeros meses de la pandemia, marcados por la alta incertidumbre, concretamente entre marzo y diciembre del 2020. El análisis *ex post* de los *hypes* permite identificar con mayor claridad la forma que adopta un ciclo de expectativas (Ruef y Markard, 2010).

La revisión inició con la búsqueda de la expresión “CoronApp” en el portal web de cuatro medios colombianos: revistas *Portafolio* y

*Semana*, *El Espectador*, *El Tiempo*, seleccionados por su amplio alcance en términos de circulación y audiencia nacional. En ellos, identificamos 239 publicaciones que sistematizamos en una base de datos para cuantificar la atención mediática mensual. Esta frecuencia ilustra el carácter colectivo de las expectativas sobre CoronApp (Budde y Konrad, 2019) (tabla 1).

Tabla 1. Publicaciones sobre CoronApp en medios nacionales, 2020

Medio	Número de publicaciones
El Espectador	54
El Tiempo	54
Portafolio	23
Semana	108
Total	239

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, no basta con la magnitud de la atención para determinar la existencia de un *hype*, sino que hace falta determinar el carácter positivo (o no) de las expectativas colectivas (Ruef y Markard, 2010). Por ello, se realizó un análisis del contenido de las publicaciones a partir del cual se identificaron los enunciados futuros (expectativas) sobre CoronApp, el tipo de expectativas (positivas/negativas), su alcance (generalizadas/específicas) y el tipo de actor involucrado en la formulación de dichos enunciados. Estos elementos distintivos fueron identificados en la base de datos mencionada anteriormente.

## Uso de CoronApp

Para contrastar lo anterior con otras variables sobre el uso de la aplicación, rastreamos el número de nuevos casos de covid-19 confirmados en el país,

tomados del portal Our World In Data, y mapeamos el número de actualizaciones realizadas por el desarrollador de CoronApp durante 2020, tal como se encontró en la información sobre la aplicación en la App Store de Apple Inc. En este mismo portal, revisamos los comentarios y reseñas de usuarios de la aplicación<sup>2</sup> durante el periodo de análisis. Los datos fueron obtenidos mediante la técnica de *web scraping*, que permite descargar de manera automatizada y organizada grandes volúmenes de información de una página web. Para esto, usamos una extensión de *web scraping* para el buscador Google Chrome, con la cual identificamos 1.377 reseñas de usuarios, las cuales cuantificamos mensualmente. Si bien los comentarios no contienen expectativas futuras sobre CoronApp, encontramos en ellos enunciados sobre las características particulares de la app y el nivel de satisfacción del usuario que ilustran su caudal de uso. Advertimos que estos comentarios solo dan cuenta de una fracción de la población que usa dispositivos con sistema operativo iOS, lo cual, si bien no es suficientemente exhaustivo, sí ofrece un panorama ilustrativo sobre el uso de la aplicación.

## Percepción de los expertos

Posteriormente, triangulamos los datos recolectados con dos entrevistas semiestructuradas que aplicamos a dos actores (representantes de la Fundación Karisma y del Instituto de Estudios Constitucionales Carlos Restrepo Piedrahita de la Universidad Externado de Colombia) que trabajan en el campo de los derechos digitales y han realizado seguimiento a CoronApp (véase cuestionario en el anexo 1). Los entrevistados manifestaron su consentimiento para que sus respuestas fueran utilizadas de manera anónima en esta investigación.

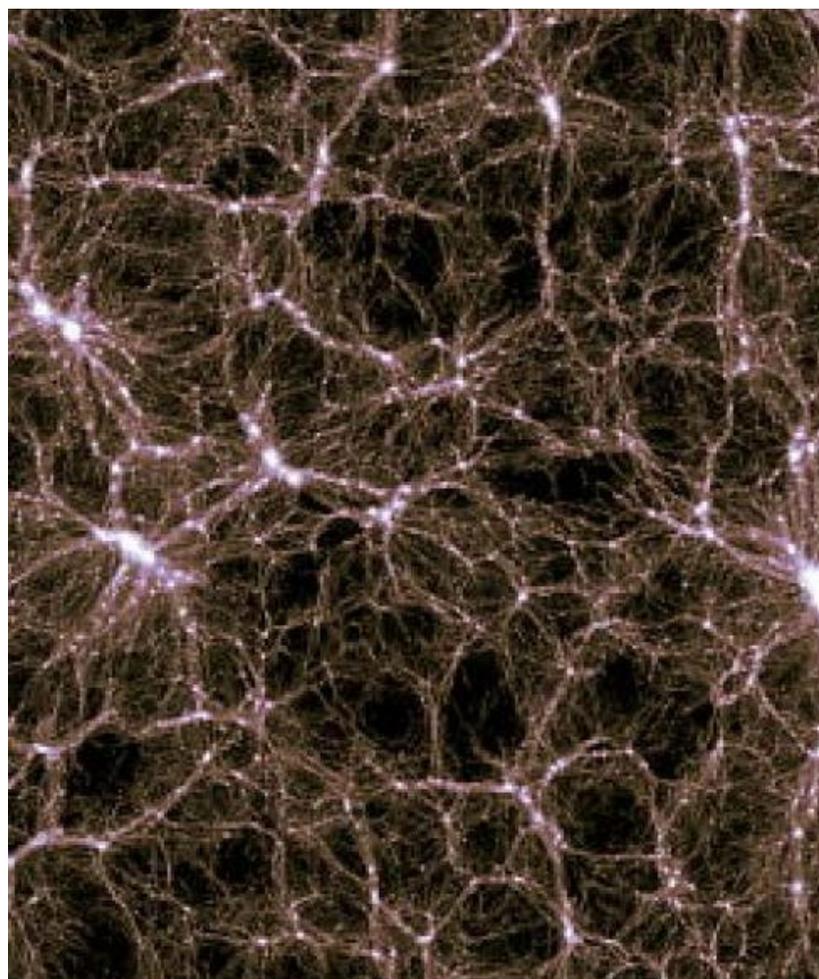
## Resultados

Como mencionamos anteriormente, la atención mediática es un indicador útil para identificar patrones de evolución en el tiempo de expectativas colectivas para el caso de CoronApp. No obstante, el análisis de frecuencias resulta insuficiente (Ruef y Markard, 2010), por lo cual aquí consideramos el contenido de las expectativas, los datos sobre el uso efectivo de la aplicación y la percepción de expertos. A continuación, presentamos primero un breve contexto del entorno en el que la app fue lanzada en Colom-

bia. Segundo, mostramos los resultados del mapeo a la atención mediática recibida por CoronApp. Tercero, contrastamos lo anterior con otras variables sobre el uso de la app. Cuarto, presentamos las características de las publicaciones de prensa según su tipo y alcance. Finalmente, exponemos los tipos de actores involucrados en la formulación de expectativas.

## CoronApp en Colombia

La tecnología fue un elemento central del discurso gubernamental desde los inicios de la pandemia. A comienzos de marzo del 2020, con muy pocos casos de covid-19 confirmados, el Gobierno nacional anunció el lanzamiento de CoronApp, una aplicación móvil para la gestión sanitaria. Su lanzamiento temprano fue posible, en parte, gracias a la existencia de antecedentes en el país. Concretamente, CoronApp fue desarrollada sobre la base de una aplicación anterior, llamada Guardianes



▪ *La gran muralla de Sloan (supercúmulo de galaxias), 2013*  
Tomada de: Astromia.com

de la Salud, que sirvió como estrategia de vigilancia epidemiológica participativa ante posibles aglomeraciones en el marco de la visita del Papa Francisco a Colombia en el 2017 (Índice coronavirus y derechos digitales Colombia, 2020). Asimismo, el Gobierno contó con tiempo para prepararse al observar la respuesta de otros países a la pandemia, donde resaltó el entusiasmo global por la tecnología para atender la crisis (entrevista 2). En ese contexto, CoronApp fue lanzada como una solución tecnológica con altas expectativas por parte del Gobierno (entrevistas 1 y 2). En palabras de la entonces ministra de las TIC, esta aplicación permitiría “salvar vidas” (MinTIC, 2020).

CoronApp fue presentada con funcionalidades como el reporte de síntomas por parte de la ciudadanía para ofrecer diagnóstico a los usuarios, y con ello no solo suministrar evidencias a los tomadores de decisiones de las autoridades sanitarias, sino también

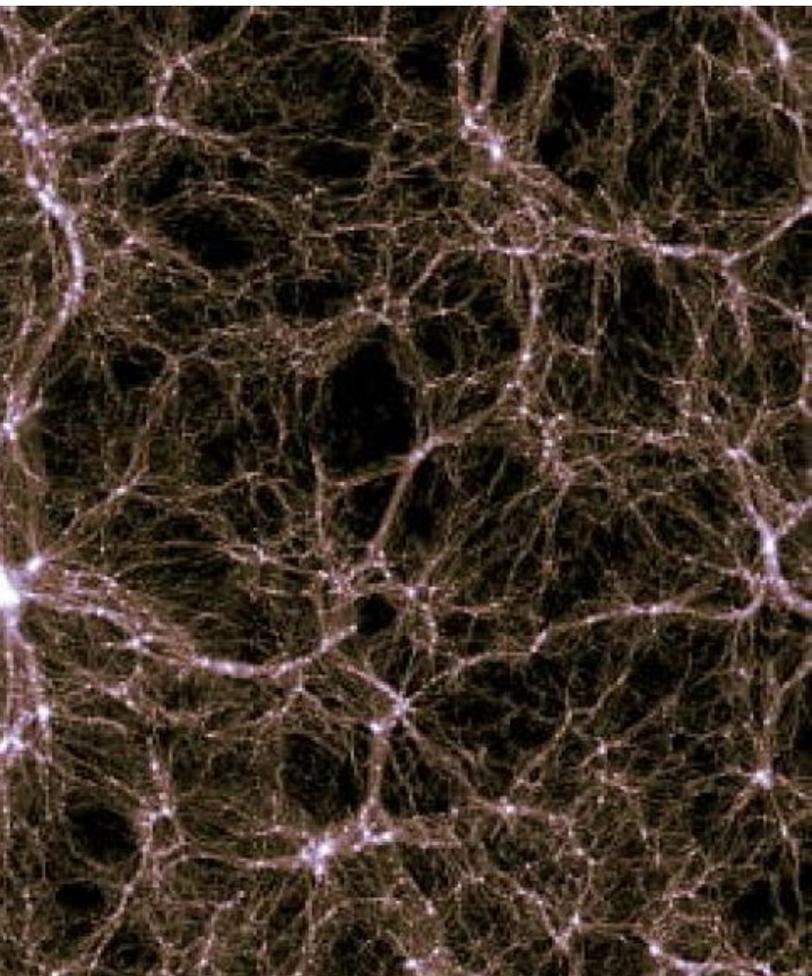
informar al público sobre el estado de la pandemia en el país. También se pretendió que la aplicación sirviera como método de rastreo de contactos a través del uso del Bluetooth y como pasaporte de movilidad para la reactivación de la economía (Índice coronavirus y derechos digitales Colombia, 2020; entrevista 2, 2021). Sin embargo, la aplicación no logró operar efectivamente como pasaporte de movilidad ni como herramienta de rastreo de contactos (entrevista 2). Asimismo, la falta de claridad en torno al propósito de la aplicación, la obligatoriedad de su uso y la transparencia en el uso de los datos personales profundizó los cuestionamientos sobre los potenciales riesgos que CoronApp representaba para los derechos digitales y el derecho a la privacidad (Botero *et al.*, 2020; entrevista 1).

CoronApp ha sido considerada por múltiples organizaciones como una solución que no cumplió con las altas expectativas positivas formuladas por el Gobierno nacional (entrevistas 1 y 2). Lo anterior se manifiesta en un reducido uso de aplicación: a diciembre del 2020, contaba con alrededor de 10 millones de descargas; 1,9 millones de personas efectivamente abrieron la app en sus dispositivos móviles al menos una vez; y solo 860 mil personas la usaron efectivamente para reportar algún síntoma (Fundación Karisma, 2021).

### Atención pública y expectativas colectivas

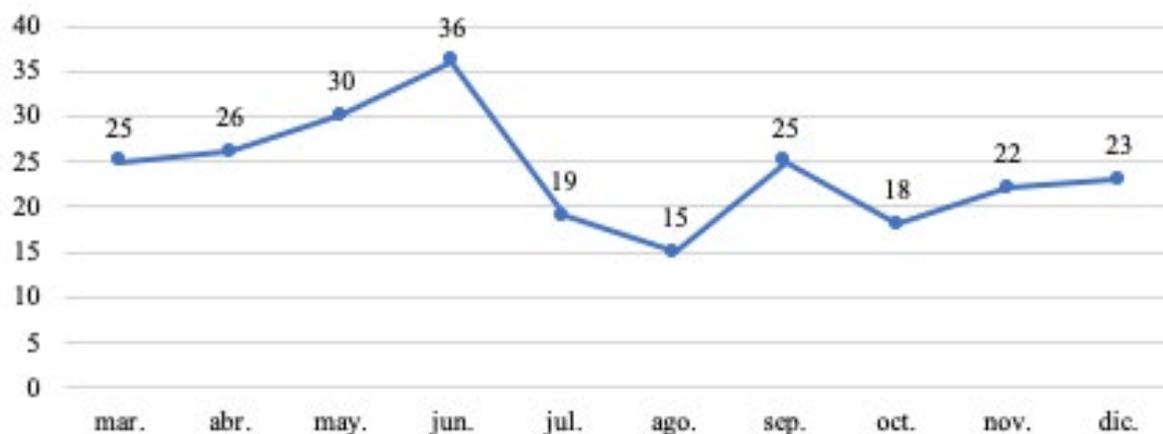
La figura 3 permite distinguir tres momentos distintivos en la evolución de la atención mediática sobre CoronApp que reflejan el ciclo adaptado de Ruef y Markard (2010) y Van Lente *et al.* (2013): el aumento, declive y posterior estabilización de la atención mediática. Este patrón coincide en alguna medida con las discusiones sobre la app en redes sociales, que fueron numerosas al principio, pero tendieron a decaer con el tiempo hasta casi desaparecer (Cortés, 2020).

Primero, se evidencia una fase de *hype*, que va desde el lanzamiento de la aplicación en marzo hasta el pico de atención en junio. El incremento de la atención mediática en este periodo tiene que ver, por un lado, con el esfuerzo del Gobierno por fomentar el uso de la aplicación y, por otro lado, con las primeras controversias y cuestionamientos en torno que empezaron a aparecer en torno a su utilización.



▪ La gran muralla de Sloan (supercúmulo de galaxias), 2013  
Tomada de: Astromia.com

Figura 3. Publicaciones sobre CoronApp en medios de comunicación de circulación nacional, 2020 (N = 239)



Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

Si bien los cuatro medios de comunicación analizados no capturan la totalidad de las controversias existentes, vale la pena detenerse en ellas para tener una noción del contexto nacional del momento. Varias de estas controversias se manifestaron alrededor de aplicaciones implementadas por parte de gobiernos subnacionales. Por ejemplo, el Gobierno distrital en la ciudad de Bogotá anunció el uso obligatorio de la aplicación Bogotá Cuidadora, la cual, similar a CoronApp, tenía el propósito de servir como pasaporte de movilidad. No obstante, la opinión pública rápidamente rechazó la obligatoriedad de su uso y la decisión fue revertida.

Lo anterior se suma a otros debates que no recibieron similar atención de medios nacionales, pero que se sumaron al escepticismo ciudadano frente al uso de las apps. Esto tiene que ver con la tendencia a securitizar la gestión de la pandemia en ciudades como Cali y Medellín, donde a través de las aplicaciones Valle Corona y Medellín me Cuida, respectivamente, se informó a las autoridades de policía para que intervinieran e incluso se llegó a militarizar barrios con población vulnerable (López *et al.*, 2021; entrevista 1, 2021). Por ejemplo, en el caso de Medellín, únicamente se permitió la movilidad de personas registradas como parte de negocios formales.

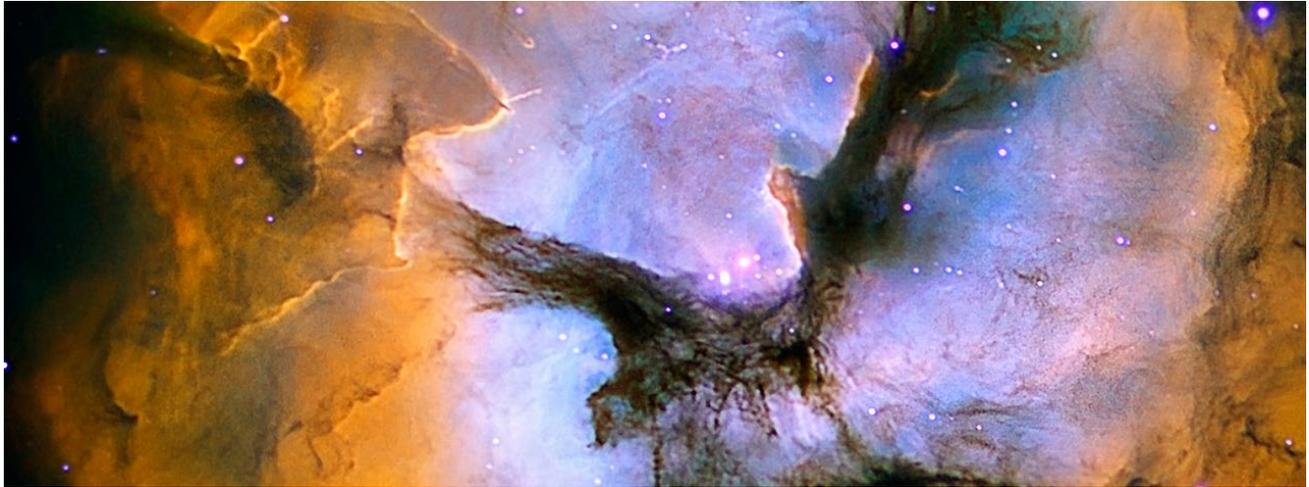
Estas controversias condujeron a la segunda fase entre julio y agosto, marcada por la desilusión frente a

la aplicación y una reducción sustancial en la atención mediática. Esto se explica por la promesa incumplida en la funcionalidad del rastreo de contactos, así como una percepción generalizada de ineffectividad (entrevista 1). Esta fase se caracteriza por el silencio del Gobierno, que dejó de insistir en el uso de la aplicación al observar el creciente rechazo del público hacia ella (entrevista 2).

Por último, es posible observar una tercera fase, de estabilización de la atención mediática, en la que CoronApp continuó funcionando como herramienta para facilitar la reanudación del transporte aéreo al interior del país entre septiembre y diciembre del 2020. Aunque con profundo escepticismo por parte de la ciudadanía y sin tener un propósito epidemiológico claro, la atención mediática sobre la app mantuvo un patrón estable a medida que se propendía por la apertura de la economía y el periodo de vacaciones de fin de año.

## Uso de CoronApp

En este apartado, contrastamos la atención mediática a CoronApp con algunas variables asociadas a su uso. No se trata aquí de atribuir a dichas variables el patrón de atención mediática, sino más bien de identificar algunos puntos de convergencia que permitan caracterizar el ciclo de expectativas, como nos proponemos en esta investigación. Para esto, nos centramos en tres aspectos: 1) el contexto de uso de la aplicación, medido en el número de nuevos casos de covid-19 confirmados en



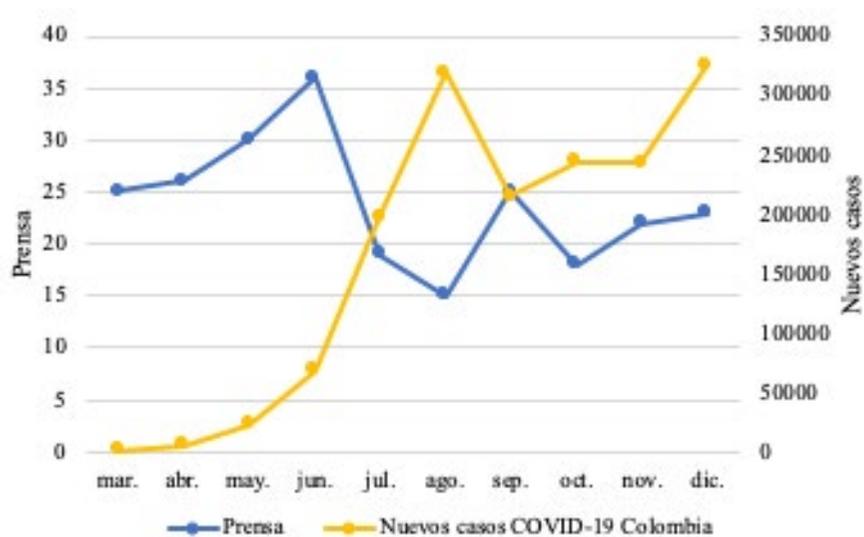
▪ *Nebulosa*, 2008 | Foto: Daniel Lopez / Observatorio del Teide. Tomada de: NASA

el país (figura 4); 2) las modificaciones introducidas en el funcionamiento de la app, medidas en el número de actualizaciones realizadas por el desarrollador (figura 5); y 3) el uso efectivo de la aplicación por parte de la ciudadanía, medido en el número de comentarios y reseñas mensuales realizadas por los usuarios (figura 6).

En primer lugar, es posible observar que los casos de nuevos contagios de covid-19 en el país continuaron aumentando durante las fases de escalamiento y declive en la atención mediática, con un primer pico

en agosto (figura 4). Frente a esta coincidencia, es probable que el incremento de casos haya tenido un efecto de sustitución en la agenda pública con el cual CoronApp pasó a un segundo plano. Durante el pico, también aumentaron los anuncios públicos del Gobierno nacional sobre las gestiones para la adquisición de vacunas, aún en desarrollo (entrevista 2). La fase de estabilización parece coincidir con la inminencia del siguiente pico de contagios (entrevista 2) y un escenario de riesgo como la movilidad de personas en el país durante la temporada de vacaciones.

Figura 4. Atención mediática sobre CoronApp vs. nuevos casos de covid-19 al mes



Fuente: revisión de prensa de los autores y datos de covid-19 tomados del portal Our World In Data del Global Change Data Lab.

En segundo lugar, encontramos que el ciclo de atención mediática y el comportamiento en la realización de actualizaciones siguen un patrón similar (figura 5). Las actualizaciones a la aplicación proliferan rápidamente durante la fase de escalamiento de atención debido a que su lanzamiento temprano obliga a los desarrolladores a introducir ajustes. La cantidad de actualizaciones se reduce drásticamente en junio, lo cual coincide con el declive de la atención mediática, y se mantiene en un nivel relativamente bajo durante el resto del año.

Finalmente, observamos el patrón de uso de la aplicación a partir de la cantidad de reseñas de usuarios. La figura 6 sugiere que la atención mediática y el uso de la app presentan un patrón similar, pero en momentos distintos: el *hype* en el uso de la app ocurre más temprano que el *hype* de atención mediática, lo cual es indicativo de una atención mediática que avanza sin un uso efectivo de la app que la fundamente. El número de reseñas aumentó rápidamente durante la fase de escalamiento de atención y alcanzó su mayor número en abril, dos meses antes de llegar al pico de atención. Este acelerado incremento estuvo relacionado con los incentivos ofrecidos por empresas de servicios de telefonía en términos de gigas de internet gratuitas, lo cual resultó atractivo en un país con niveles desiguales de acceso a internet (entrevista 1). Rápidamente, y mucho antes de haberse iniciado el declive de la atención mediática, el uso de la aplicación empezó a reducirse y alcanzó su mínimo en agosto. Y, aunque tanto la atención mediática como el uso de la aplicación aumentaron con la reanudación de vuelos (pues esta era uno de los requisitos para los viajeros), el número de reseñas volvió a caer en diciembre.

En suma, se tiene que el patrón de atención mediática no coincide con la evolución en el número de casos, pero sí presenta un comportamiento similar a la frecuencia con que se introdujeron actualizaciones y al uso efectivo de la aplicación. Sin embargo, para este último caso, se encuentra que el uso se reduce mucho antes de entrar a la fase de declive de atención mediática.

## Tipo y alcance de las expectativas

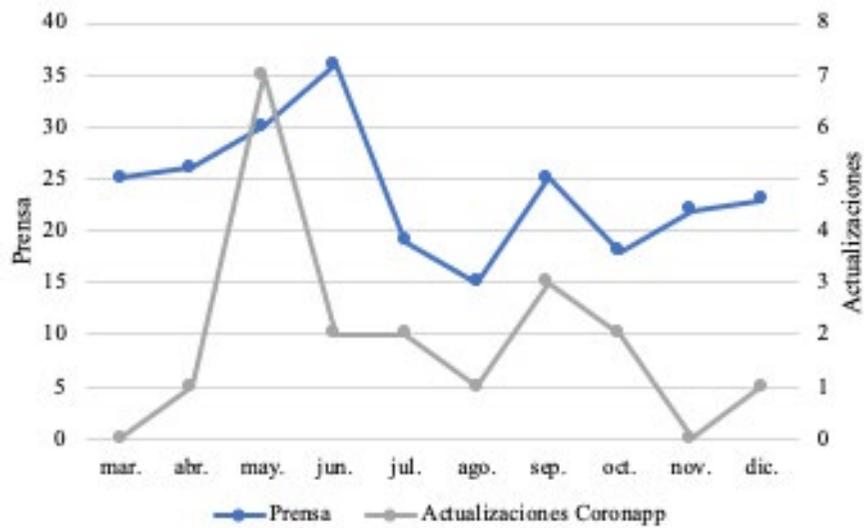
Volviendo al mapeo de la atención mediática sobre CoronApp, la figura 7 muestra que la mayoría de expectativas sobre ella en medios nacionales durante el

2020 fueron *positivas* (84%), lo cual obedece a la aproximación optimista del discurso gubernamental hacia la tecnología (López *et al.*, 2021; Cortés, 2020; entrevistas 1 y 2). En dichas expectativas se asume el potencial de CoronApp a través de distintas funcionalidades para facilitar la reactivación de la economía de manera paulatina. En ese sentido, y como confirma el panel B de la figura 7, el patrón en la evolución de las expectativas sobre la aplicación se definió principalmente en función de la variación en las expectativas positivas sobre esta. Por ello, en junio se encuentra el momento de *hype*, que según Ruef y Markard (2010) implica no solo alta atención sino atención optimista sobre la tecnología.

Cabe anotar que el aumento y el posterior declive de las expectativas positivas no se traducen en una variación en las expectativas *negativas* en la misma magnitud, pues luego del pico del *hype* las expectativas negativas no aumentaron. En efecto, los medios nacionales prestaron poca atención a las posibles expectativas negativas que otros actores no gubernamentales tuvieran sobre la app en forma de críticas o análisis de los riesgos asociados a los derechos digitales. En futuras investigaciones se deberá incluir medios de comunicación alternativos y regionales para ofrecer una mirada más comprehensiva en ese sentido.

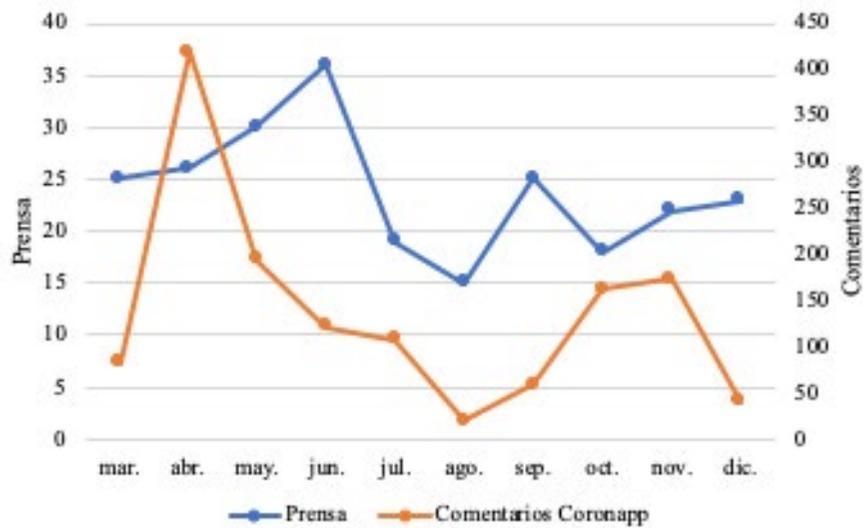
Adicionalmente, el alcance de las expectativas sugiere un enfoque principalmente *específico* en estas (63%) (figura 8). Las expectativas sobre CoronApp se enfocan principalmente en sus características y funcionalidades concretas a fin de facilitar su adopción por parte del público. Las expectativas *específicas* presentan dos momentos de pico: en junio y septiembre. El primero, asociado a los discursos gubernamentales sobre esta y, el segundo, a la reapertura de los vuelos nacionales. Por su parte, las expectativas *generalizadas* tuvieron su punto más bajo en septiembre y alcanzaron su punto más alto hacia final de año, con la publicación de reportes diarios de revista *Semana* sobre posibles novedades en los aeropuertos del país, en los que se exhortaba el uso de la aplicación. Una explicación probable al carácter predominantemente específico de las expectativas durante el 2020 es la necesidad de los actores gubernamentales de fomentar el uso de la aplicación mediante una explicación detallada de esta en relación con su utilidad frente a actividades específicas.

Figura 5. Atención mediática sobre CoronApp vs. actualizaciones a CoronApp



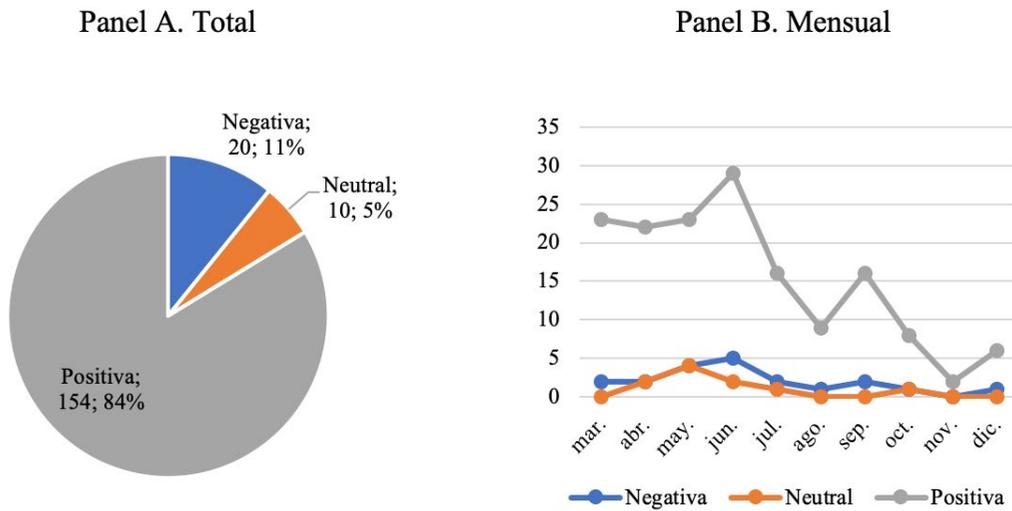
Fuente: revisión de prensa de los autores y datos de actualizaciones tomados de la App Store de Apple Inc.

Figura 6. Atención mediática sobre CoronApp vs. uso efectivo de la aplicación



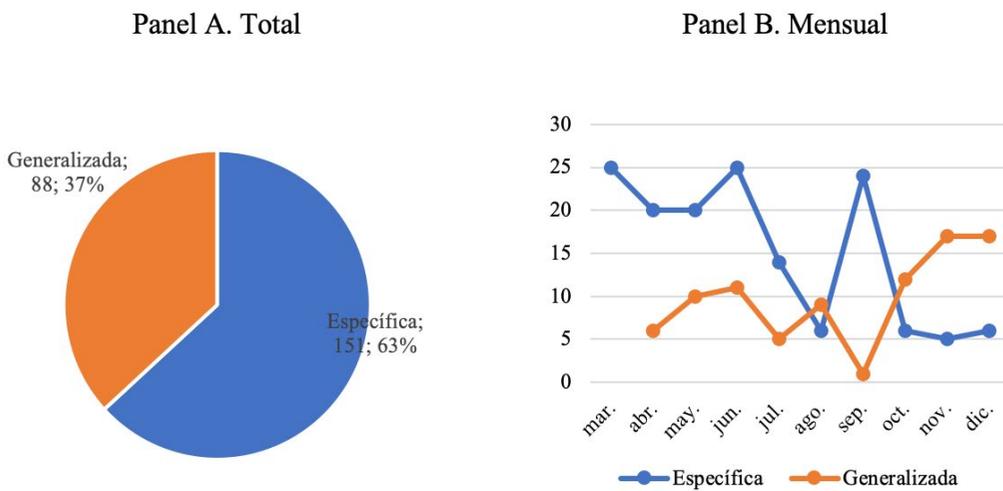
Fuente: revisión de prensa de los autores y comentarios de usuarios tomados de la App Store de Apple Inc.

Figura 7. Tipo de expectativas colectivas sobre CoronApp en medios nacionales



Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

Figura 8. Alcance de las expectativas colectivas sobre CoronApp en medios nacionales



Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

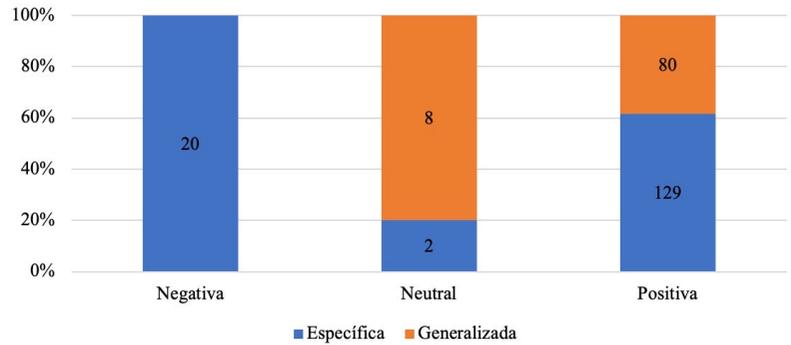
Al cruzar el tipo y el alcance de las expectativas, se evidencia que las expectativas negativas son siempre específicas (figura 9). Estas se basan principalmente en análisis detallados sobre las funcionalidades de la aplicación y los riesgos que estas representan frente a aspectos específicos de la vida en sociedad como la privacidad y los derechos digitales. Por su parte, las expectativas positivas, aunque tienen algún grado de generalidad, son principalmente específicas. Las expectativas *neutrales* son fundamentalmente generalizadas en tanto en cuanto se trata de descripciones hacia futuro de la aplicación en su entorno más amplio de funcionamiento.

### Actores involucrados

El carácter predominantemente optimista de las expectativas, como se mostró en la figura 7, tiene que ver con el rol mucho más activo del Gobierno nacional (25%) y de las autoridades nacionales de salud (19%) en la formulación de expectativas sobre CoronApp, así como con el rol de las aplicaciones en general para gestionar la pandemia, en el caso de los gobiernos subnacionales (8%). Esto tiene sentido debido al papel que se espera que estos actores desempeñen en la atención de la pandemia y su capacidad de hacer presencia en medios de comunicación nacionales (figura 10).

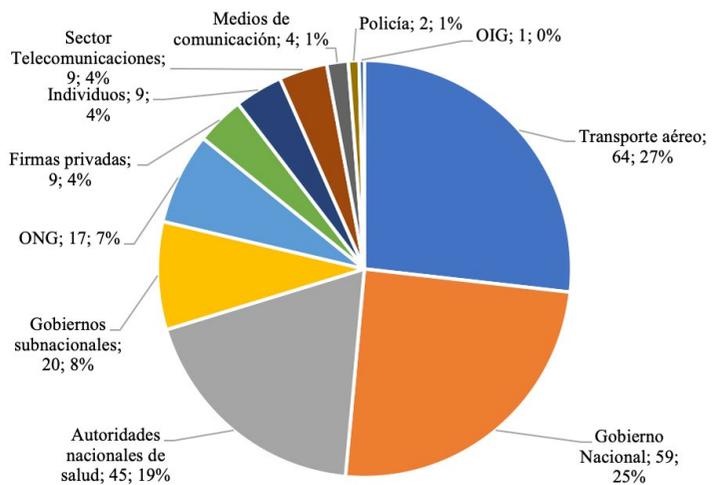
Los actores con mayor presencia son aquellos del sector de transporte aéreo (27%) como autoridades y aerolíneas, directamente interesados en el uso de CoronApp como condición para la reanudación de sus servicios. En ese sentido, las expectativas de estos actores son positivas y aumentaron de manera sostenida a partir de julio, cuando iniciaron los primeros pilotos de vuelos nacionales, y alcanzaron su punto máximo en noviembre, tras la reanudación de actividades del sector a nivel nacional e internacional. Asimismo, se destaca la presencia de actores del sector de telecomunicaciones (4%) en el marco de la colaboración entre compañías de telefonía celular y el Gobierno para ofrecer beneficios en dichos servicios a aquellos usuarios que descargaran y usaran la aplicación (entrevista 1).

Figura 9. Proporción de expectativas según alcance, por tipo



Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

Figura 10. Tipos de actores involucrados en las expectativas



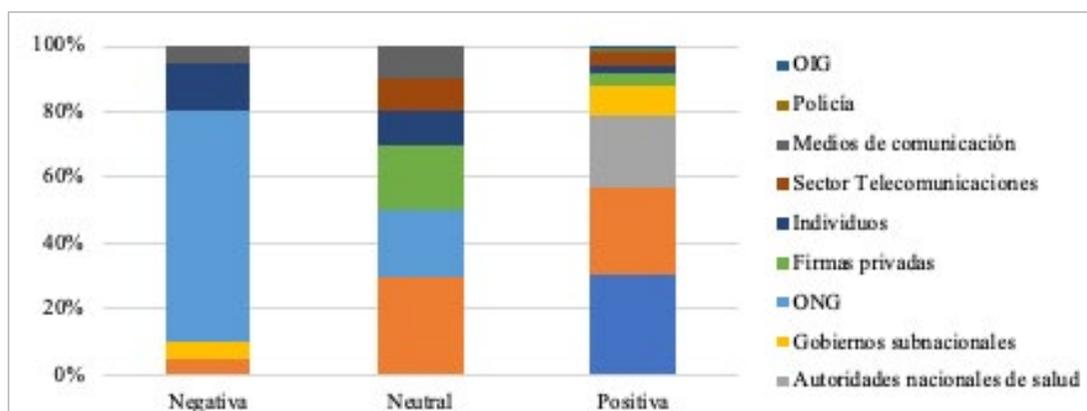
Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

Como muestra la figura 11, mientras las autoridades gubernamentales y actores del sector de transporte son quienes principalmente tienen expectativas positivas, las ONG (7%) plantean la mayor parte de las expectativas negativas, como actores que hacen seguimiento crítico a la acción gubernamental y, en ese sentido, advierten sobre los posibles riesgos de CoronApp.

Dentro de los actores que también formulan expectativas negativas encontramos individuos y autoridades estatales como la Procuraduría General de la Nación, encargada de velar por la conducta oficial de los funcionarios públicos y la protección de los derechos humanos.

Empezamos por destacar que las expectativas sobre CoronApp aparecen colectivizadas principalmente en medios de comunicación nacionales (Budde y Konrad, 2019). La existencia de expectativas positivas y negativas sugiere que las expectativas colectivas no son compar-

Figura 11. Tipo de expectativas por actor



Fuente: elaboración propia a partir de revisión de prensa.

Para cerrar este punto, cabe destacar lo señalado por los entrevistados sobre la coordinación entre distintos actores y sectores. Para uno de ellos, la implementación de CoronApp se vio afectada por la falta de articulación entre el sector de tecnologías de la información y el sector de la salud, pues no siempre hubo claridad sobre cómo los datos recogidos por el primero contribuirían a la toma de decisiones del segundo frente a la pandemia (entrevista 1). Para el otro, la aplicación CoronApp no logró insertarse ni articularse de manera coherente con la estrategia epidemiológica más amplia del Gobierno nacional y, más aún, se sobreestimó su potencial contribución a dicha estrategia por medio del reporte voluntario de síntomas (entrevista 2).

## Conclusiones y discusión

Los resultados presentados sugieren tres fases en la evolución de las expectativas sobre CoronApp, que reflejan el ciclo adaptado de Ruef y Markard (2010) y Van Lente *et al.* (2013) y presentan características diferenciadas. Estas se sintetizan en la tabla 2. Con este panorama, aquí ofrecemos algunas líneas de discusión a la luz de los elementos expuestos en el marco conceptual.

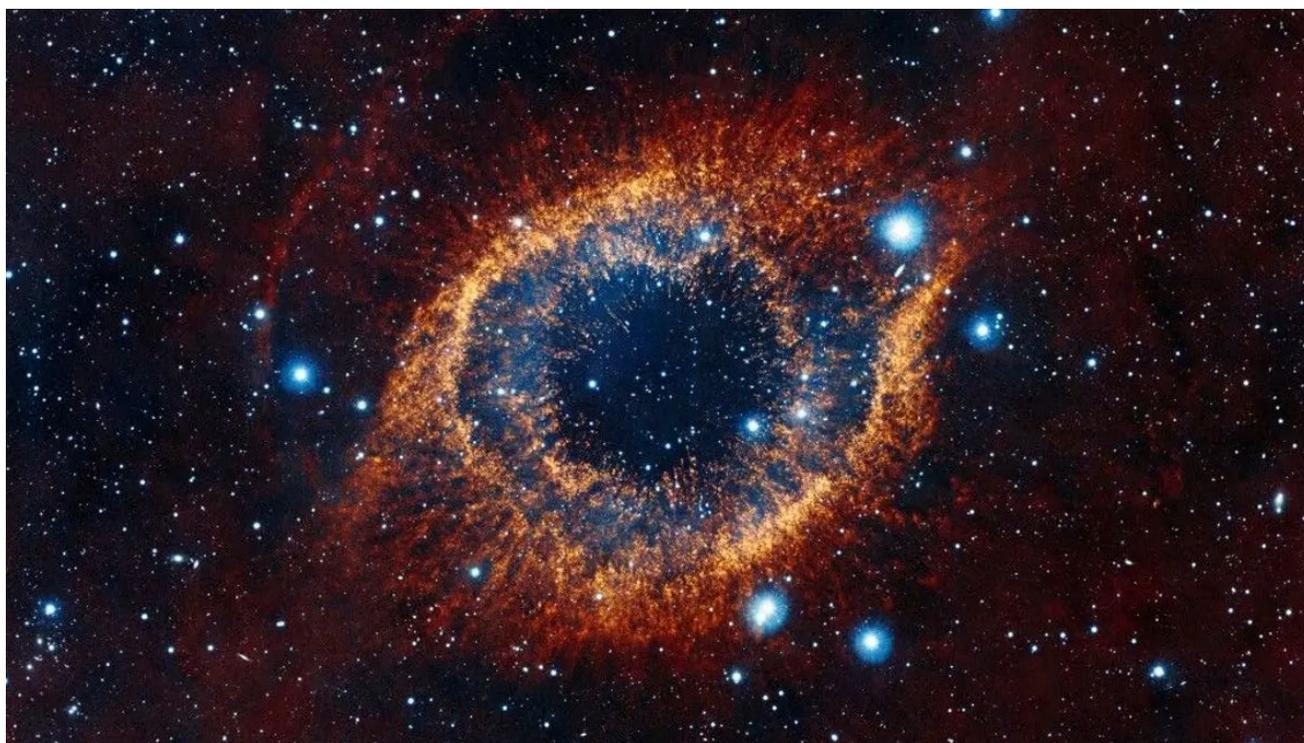
Por los distintos actores, sin embargo, sí fueron reconocidas como parte del debate público (Van Lente, 2012). Por ejemplo, las lecturas críticas a la acción gubernamental reconocieron el rol performativo que podían llegar a tener sus expectativas en la implementación de CoronApp (entrevistas 1 y 2).

Por otro lado, tiene sentido que el Gobierno sea el actor más activo en el planteamiento de expectativas positivas. Estas operan como herramientas de gobernanza en un contexto de profunda incertidumbre (Konrad *et al.*, 2017), como fue el inicio de la pandemia. Las expectativas, en este caso, fueron un intento de legitimar el uso de CoronApp (Borup *et al.*, 2006) que se insertó en narrativas globales que observaban con optimismo el rol de la tecnología para abordar grandes retos (entrevistas 1 y 2). Si bien esto fue hecho en colaboración con múltiples actores –autoridades nacionales en salud, sector de telecomunicaciones, sector de transporte aéreo– y se esperaba que facilitara la efectividad de las expectativas para la movilización de recursos (Van Rijnsoever *et al.*, 2014), la poca claridad en el uso de CoronApp limitó la aceptación de las expectativas positivas sobre esta y, finalmente, su adopción (entrevista 1).

Tabla 2. Características del ciclo de expectativas sobre CoronApp, por cada fase

	<b>Escalamiento de expectativas (<i>hype</i>)</b>	<b>Declive de expectativas (desilusión)</b>	<b>Estabilización de expectativas</b>
<b>Periodo</b>	<b>Marzo-junio</b>	<b>Julio-agosto</b>	<b>Septiembre-diciembre</b>
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento rápido en atención mediática desde el Gobierno para fomentar uso.</li> <li>• Pico de atención asociado a controversias regionales.</li> <li>• Escalamiento en contagios covid-19.</li> <li>• Múltiples actualizaciones a la app.</li> <li>• Uso de app se dispara y se empieza a reducir antes de alcanzar <i>hype</i> de expectativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción drástica de atención mediática.</li> <li>• Periodo de “silencio” institucional sobre la app.</li> <li>• Casos de covid-19 alcanzan su primer pico en Colombia.</li> <li>• Cantidad de actualizaciones de desarrollador y uso ciudadano de la app alcanzan niveles mínimos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reapertura gradual, principalmente en sector de transporte aéreo.</li> <li>• Expectativas aumentan y uso de app se estabiliza.</li> <li>• Paulatinamente el público empieza a olvidar CoronApp.</li> <li>• Reducción y posterior aumento en casos de covid-19.</li> <li>• Se retoman actualizaciones, pero nuevamente tienden al declive.</li> </ul>
<b>Tipo y alcance de expectativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en expectativas positivas, negativas y neutrales.</li> <li>• Mayoritariamente expectativas positivas.</li> <li>• Expectativas específicas oscilan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción drástica de expectativas positivas, sin aumento significativo de negativas.</li> <li>• Expectativas generalizadas superan a específicas en agosto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento y declive en expectativas positivas.</li> <li>• Expectativas negativas y neutrales son marginales en medio nacionales.</li> <li>• Expectativas generalizadas aumentan en forma de reportes diarios sobre estado de terminales aéreas.</li> </ul>
<b>Rol de actores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol central del Gobierno en lanzamiento de app.</li> <li>• Colaboración con empresas de telecomunicaciones para fomentar uso.</li> <li>• Aumento paulatino en diversidad de actores en medios, incluyendo ONG que plantean expectativas negativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de “silencio” gubernamental.</li> <li>• Autoridades de salud evitan mayor caída en expectativas positivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno nacional retoma formulación de expectativas.</li> <li>• Actores del sector de transporte aéreo buscan reanudar actividades.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.



▪ *Nebulosa Hélice*, 2016 | Foto: NASA y ESA. Tomada de: Rtve.es

Asimismo, las expectativas sobre CoronApp implicaron imbricaciones entre múltiples sectores, como se menciona en el párrafo anterior; la convergencia entre lo económico, lo social, lo político y lo cultural es una característica de estas (Van Lente, 2012). Con todo, las entrevistas revelan controversias intersectoriales en las que los actores del sector de las tecnologías de la información no lograron coordinarse con las autoridades de la salud frente al uso de la app (entrevista 1). Asimismo, parte de la ineffectividad de CoronApp puede estar relacionada con su incapacidad para insertarse en una estrategia epidemiológica más amplia (entrevista 2), como sugiere la literatura (Hernández-Orallo *et al.*, 2020). Un aspecto heurístico a destacar es la relevancia de distinguir entre tipos de expectativas, ya sean específicas o generalizadas, positivas o negativas, como proponen Ruef y Markard (2010) y Van Lente *et al.* (2013). Esto facilita la caracterización de las fases presentes dentro del ciclo de las expectativas y profundiza el potencial explicativo de la sociología de las expectativas.

El caso analizado refuerza la idea según la cual las expectativas positivas pueden colectivizarse rápidamente aun cuando no sean ampliamente aceptadas por el público (Konrad, 2006). Esto se evidencia concretamente en la disminución precipitada en el uso de la

aplicación que precede al declive en las expectativas (figura 6). También es probable que, si bien poco numerosas, las expectativas negativas hayan tenido una formulación tal que facilitaron la decisión por parte del público de reducir el uso de la app (Hultman y Nordlund, 2013). Las múltiples críticas sobre CoronApp se suman a las reflexiones a nivel global sobre el rol de las tecnologías de la información para la atención de la pandemia (Rowe, 2020; Dubov y Shoptawb, 2020; Galloway, 2020; Guinchard, 2020; Hoffman *et al.*, 2020; Hsu, 2020; Klar y Lanzerath, 2020; Klenk y Duijf, 2020; Lapolla y Lee, 2020). Para una mirada crítica más detallada sobre el uso de aplicaciones para contener la pandemia, véase López *et al.* (2021).

## A modo de cierre

En esta investigación presentamos evidencia empírica que nos permite caracterizar y entender con mayor detalle el rol de las expectativas sociotécnicas en torno a la gestión de la pandemia, concretamente, cuando esto implica el uso de soluciones tecnológicas que operan en la interfaz entre lo político, lo social y lo tecnológico, como sucedió con CoronApp. Así, a partir del caso colombiano expandimos el alcance analítico sobre ciclos de expectativas y *hypes*, asunto de interés desde la so-



▪ *Agujero negro*, 2015 | Foto: Andrew King / NASA. Tomada de: culturacientifica.com

ciología de las expectativas (Ruef y Markard, 2010; Van Lente *et al.*, 2013).

Para futuras investigaciones será necesaria la revisión de medios de comunicación alternativos, pues es probable que allí se encuentren contranarrativas que hagan contrapeso a los discursos optimistas gubernamentales sobre la tecnología. De igual modo, esperamos en futuros ejercicios llevar a cabo este tipo de análisis con una mayor disponibilidad de datos, como los de la tienda virtual de aplicaciones para sistemas operativos Android, de uso más extendido en la población. Asimismo, será necesario profundizar en cuáles son los mecanismos a través de los cuales las expectativas sociotécnicas facilitan la gobernanza de los procesos de innovación, particularmente en con-

textos en los que el carácter urgente de determinados retos hace necesario tomar decisiones de manera ágil (Mergel *et al.*, 2018).

En este análisis crítico no asumimos el carácter negativo de las aplicaciones tecnológicas para la gestión de la pandemia, sino que nos interesamos por el carácter performativo de las expectativas en torno a ellas en un contexto más amplio de atención pública. Esta aproximación suma a las reflexiones sobre el uso de la tecnología a nivel global para atender la pandemia, particularmente con elementos explicativos sobre su posible efectividad o no. Esperamos con este trabajo avanzar en la comprensión de cómo los gobiernos implementan soluciones de manera ágil frente a retos sociotécnicos complejos.

## Notas

1. La literatura destaca los alcances diferenciados de estas dos funcionalidades (Gasser *et al.*, 2020; Mbunge, 2020).
2. Disponibles en App Store: <https://apps.apple.com/co/app/coronapp-colombia/id1502037648>
3. También intentamos ponernos en contacto con el anterior Consejero Presidencial para Asuntos Económicos y Transformación

Digital, Víctor Muñoz, encargado del lanzamiento y promoción de la aplicación –quien asumió como Director del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República en febrero de 2021–; sin embargo, no fue posible programar una cita para realizar la entrevista.

## Referencias bibliográficas

1. ABUHAMMAD, S., Khabour, O. y Alzoubi, K. (2020). Covid-19 Contact-Tracing Technology: Acceptability and Ethical Issues of Use. *Patient Preference and Adherence*, 14, 1639-1647.
2. ALTMANN, S. *et al.* (2020). Acceptability of App-based Contact Tracing for COVID-19: Cross-country Survey Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(8), 1-9.
3. ALVIAL-PALAVICINO, C. y Konrad, K. (2019). The Rise of Graphene Expectations: Anticipatory Practices in Emergent Nanotechnologies. *Futures*, 109, 192-202. doi:<https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.10.008>
4. APPLE INC. (s. f.). App Store. <https://apps.apple.com/co/app/coronapp-colombia/id1502037648>
5. ARAKPOGUN, E., Elsahn, Z., Prime, K., Gerli, P. y Olan, F. (2020). Digital Contact-tracing and Pandemics: Institutional and Technological Preparedness in Africa. *World Development*, 136, 105105. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105105>
6. BERARDI, C. *et al.* (2020). The COVID-19 Pandemic in Italy: Policy and Technology Impact on Health and Non-health Outcomes. *Health Policy and Technology*, 9(4), 454-487. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.08.019>
7. BORUP, M., Brown, N., Konrad, K. y Van Lente, H. (2006). The Sociology of Expectations in Science and Technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3), 285-298. DOI:10.1080=09537320600777002
8. BOTERO, C., Sáenz, P., Labarthe, S. y Velásquez, A. (2020, 23 de abril). ¿Qué dice que hace y qué es lo que realmente hace CoronApp? Fundación Karisma. <https://web.karisma.org.co/que-dice-que-hace-y-que-es-lo-que-realmente-hace-coronapp/>
9. BUDDE, B. y Konrad, K. (2019). Tentative Governing of Fuel Cell Innovation in a Dynamic Network of Expectations. *Research Policy*, 48(5), 1098-1112.
10. CORTÉS, C. (2020, 21 de mayo). CoronApp y el mito de la tecnología. *La Silla Llena*. <https://lasillavacia.com/silla-llena/red-de-la-innovacion/coronapp-y-mito-de-la-tecnologia-76316>
11. DUBOV, A. y Shoptawb, S. (2020). The Value and Ethics of Using Technology to Contain the COVID-19 Epidemic. *American Journal of Bioethics*, 20(7), W7-W11.
12. FUNDACIÓN KARISMA (2021). CoronApp, un salvavidas por debajo de las expectativas. <https://cv19.karisma.org.co/coronApp-un-salvavidas-por-debajo-de-las-expectativas/>
13. GALLOWAY, K. (2020). The COVID Cyborg: Protecting data Status. *Alternative Law Journal*, 45(3), 162-167.
14. GASSER, U., Ienca, M., Scheibner, J., Sleight, J. y Vayena, E. (2020). Digital Tools against COVID-19: Taxonomy, Ethical Challenges, and Navigation Aid. *The Lancet Digital Health*, 2(8), e425-e434. [http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30137-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30137-0)
15. GLOBAL CHANGE Data Lab. (s. f.). *Our World In Data*. [www.ourworldindata.org](http://www.ourworldindata.org)
16. GOGGIN, G. (2020). COVID-19 Apps in Singapore and Australia: Reimagining Healthy Nations with digital Technology. *Media International Australia*, 177(1), 61-75.
17. GUILLON, M. y Kergall, P. (2020). Attitudes and Opinions on Quarantine and Support for a Contact-Tracing Application in France During the COVID-19 Outbreak. *Public Health*, 188, 21-31.
18. GUINCHARD, A. (2020). Our Digital Footprint under Covid-19: Should We Fear the UK Digital Contact Tracing App? *International Review of Law, Computers and Technology*, 0(0), 1-14. <https://doi.org/10.1080/13600869.2020.1794569>

19. HERNÁNDEZ-ORALLO, E., Calafate, C., Cano, J. y Manzoni, P. (2020). Evaluating the Effectiveness of COVID-19 Bluetooth-based Smartphone Contact Tracing Applications. *Applied Sciences*, 10(20), 1-19.
20. HIELSCHER, S. y Kivimaa, P. (2019). Governance Through Expectations: Examining the Long-term Policy Relevance of Smart Meters in the United Kingdom. *Futures*, 109, 153-169.
21. HOFFMAN, A., Jacobs, B., Van Gastel, B., Schraffenberger, H., Sharon, T. y Pas, B. (2020). Towards a Seamless Ethics of Covid-19 Contact Tracing Apps? *Ethics and Information Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10676-020-09559-7>
22. HORGAN, D. et al. (2020). Digitalisation and COVID-19: The Perfect Storm. *Biomedicine Hub*, 5(3), 1-23.
23. HSU, J. (2020). The Dilemma of Contact-tracing Apps. *IEEE Spectrum*, 56-59.
24. HULTMAN, M. y Nordlund, C. (2013). Energizing Technology: Expectations of Fuel Cells and the Hydrogen Economy, 1990-2005. *History and Technology*, 29(1), 33-53.
25. ÍNDICE CORONAVIRUS y derechos digitales Colombia (2020, 20 de mayo). CoronApp: muchos datos, ¿pocos beneficios? Fundación Karisma. <https://cv19.karisma.org.co/post1/>
26. JASANOFF, S. (2015). Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity. En S. Jasanoff y S. H. Kim (eds.), *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power* (pp. 1-33). The University of Chicago Press.
27. JOLY, P. B. (2010). On the Economics of Techno-scientific Promises. En M. Akrich, Y. Barthe, F. Muniesa y P. Mustar, *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon* (pp. 203-222). Presse des Mines.
28. JONKER, M., De Bekker-Grob, E., Veldwijk, J., Goossens, L., Bour, S. y Mólken, M. (2020). COVID-19 Contact Tracing Apps: Predicted Uptake in the Netherlands Based on a Discrete Choice Experiment. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(10), 1-14.
29. JOO, J. y Shin, M. (2020). Resolving the Tension Between full Utilization of Contact Tracing App Services and User Stress as an Effort to Control the COVID-19 Pandemic. *Service Business*, 14(4), 461-478. <https://doi.org/10.1007/s11628-020-00424-7>
30. KASPAR, K. (2020). Motivations for Social Distancing and App Use as complementary Measures to Combat the COVID-19 Pandemic: Quantitative Survey Study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(8).
31. KLAR, R. y Lanzerath, D. (2020). The Ethics of COVID-19 Tracking Apps. Challenges and Voluntariness. *Research Ethics*, 16(3-4), 1-9.
32. KLENK, M. y Duijf, H. (2020). Ethics of Digital Contact Tracing and COVID-19: Who is (not) Free to Go? *Ethics and Information Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10676-020-09544-0>
33. KONRAD, K. (2006). The Social Dynamics of Expectations: The Interaction of Collective and Actor-specific Expectations on Electronic Commerce and Interactive Television. *Technology Analysis and Strategic Management*, 18(3-4), 429-444.
34. KONRAD, K. y Böhle, K. (2019). Socio-technical Futures and the Governance of Innovation Processes. An Introduction to the Special Issue. *Futures*, 109, 101-107.
35. KONRAD, K., Van Lente, H., Groves, C. y Selin, C. (2017). Performing and Governing the Future in Science and Technology. En K. Konrad, H. et al. (eds.), *The Handbook of Science and Technology Studies* (pp. 465-493). MIT Press.
36. KUHLMANN, S., Stegmaier, P. y Konrad, K. (2019). The Tentative Governance of Emerging Science and Technology. A Conceptual Introduction. *Research Policy*, 48(5), 1091-1097.
37. LAPOLLA, P. y Lee, R. (2020). Privacy Versus Safety in Contact-tracing Apps for Coronavirus Disease 2019. *Digital Health*, 6, 1-2.
38. LEE, S. y Lee, D. (2020). Lessons Learned from Battling COVID-19: The Korean Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 1-20.
39. LIANG, F. (2020). COVID-19 and Health Code: How Digital Platforms Tackle the Pandemic in China. *Social Media and Society*, 6(3).
40. LÓPEZ, J., Valdés, J. y Castañeda, J. D. (2021). *Useless & Dangerous. A Critical Exploration of Covid Apps and their Human Rights Impacts in Colombia*. Fundación Karisma. <https://web.karisma.org.co/useless-and-dangerous-a-critical-exploration-of-covid-applications-and-their-human-rights-impacts-in-colombia/>
41. MBUNGE, E. (2020). Integrating Emerging Technologies into COVID-19 Contact Tracing: Opportunities, Challenges and Pitfalls. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(6), 1631-1636. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.08.029>
42. MERGEL, I., Gong, Y. y Bertot, J. (2018). Agile Government: Systematic Literature Review and Future Research. *Government Information Quarterly*, 35(2), 291-298.

- 43 . MinTIC (2020, 14 de abril). CoronApp, la aplicación que salva vidas. *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/126573:CoronApp-la-aplicacion-que-salva-vidas>
- 44 . MOY, N., Antonini, M., Kyhlstedt, M. y Paolucci, F. (2020, 8). Categorising Policy & Technology Interventions for a Pandemic: A Comparative and Conceptual Framework. *SSRN Electronic Journal*. <https://papers.ssrn.com/abstract=3622966>
- 45 . POLENTA, A. *et al.* (2020). An Internet of Things Approach to Contact Tracing-the Bubblebox System. *Information (Switzerland)*, 11(11).
- 46 . RIEMER, K., Ciriello, R., Peter, S. y Schlagwein, D. (2020). Digital Contact-tracing Adoption in the COVID-19 Pandemic: IT Governance for collective Action at the Societal Level. *European Journal of Information Systems*, 29(6), 731-745. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1819898>
- 47 . ROWE, F. (2020). Contact tracing Apps and Values Dilemmas: A Privacy Paradox in a Neo-liberal World. *International Journal of Information Management*, 55, 102178. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102178>
- 48 . ROWE, F., Ngwenyama, O. y Richet, J. (2020). Contact-tracing Apps and Alienation in the Age of COVID-19. *European Journal of Information Systems*, 29(5), 545-562. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1803155>
- 49 . RUEF, A. y Markard, J. (2010, 4). What Happens After a Hype? How Changing Expectations Affected Innovation Activities in the Case of Stationary Fuel Cells. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(3), 317-338.
- 50 . RYAN, M. (2020). In Defence of Digital Contact-tracing: Human Rights, South Korea and Covid-19. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, 16(4), 383-407.
- 51 . TRANG, S., Trenz, M., Weiger, W., Tarafdar, M. y Cheung, C. (2020). One App to trace Them All? Examining App Specifications for Mass Acceptance of Contact-tracing Apps. *European Journal of Information Systems*, 29(4), 415-428. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1784046>
- 52 . URBACZEWSKI, A. y Lee, Y. (2020). Information Technology and the Pandemic: A Preliminary Multinational Analysis of the Impact of Mobile Tracking Technology on the COVID-19 Contagion Control. *European Journal of Information Systems*, 29(4), 405-414. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1802358>
- 53 . VAN LENTE, H. (1993). *Promising technology: The Dynamics of Expectations in Technological Developments* [Ph.D. dissertation]. University of Twente.
- 54 . VAN LENTE, H. (2012). Navigating Foresight in a Sea of Expectations: Lessons from the Sociology of Expectations. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(8), 769-782. doi:10.1080/09537325.2012.715478
- 55 . VAN LENTE, H., Spitters, C. y Peine, A. (2013). Comparing Technological Hype Cycles: Towards a Theory. *Technological Forecasting & Social Change*, 80, 1615-1628.
- 56 . VAN RIJNSOEVER, F., Welle, L. y Bakker, S. (2014). Credibility and Legitimacy in Policy-Driven Innovation Networks: Resource Dependencies and Expectations in Dutch Electric Vehicle Subsidies. *Journal of Technology Transfer*, 39(4), 635-661.
- 57 . VINUESA, R., Theodorou, A., Battaglini, M. y Dignum, V. (2020). A Socio-technical Framework for Digital Contact Tracing. *Results in Engineering*, 8, 100163. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100163>
- 58 . VON WYL, V. *et al.* (2020). A Research Agenda for Digital Proximity Tracing Apps. *Swiss Medical Weekly*, 150(30), 1-8.
- 59 . WHITE LAW, S., Mamas, M., Topol, E. y Van Spall, H. (2020). Applications of Digital Technology in COVID-19 pandemic Planning and Response. *The Lancet Digital Health*, 2(8), e435-e440. [http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30142-4](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30142-4)
- 60 . WOODHAMS, S. (2020, 20 de marzo). COVID-19 Digital Rights Tracker. *Top10VPN.com*. <https://www.top10vpn.com/research/investigations/covid-19-digital-rights-tracker/>

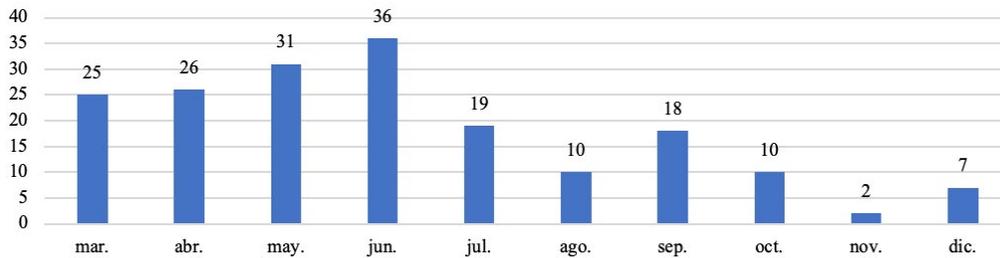
## Entrevistas

- Entrevista 1 (2021, martes 1 de junio). Entrevista con Fundación Karisma. (M. P. Vásquez, entrevistadora).
- Entrevista 2 (2021, miércoles 2 de junio). Entrevista con Universidad Externado. (M. P. Vásquez, entrevistadora).

### Anexo 1. Cuestionario de entrevista semiestructurada

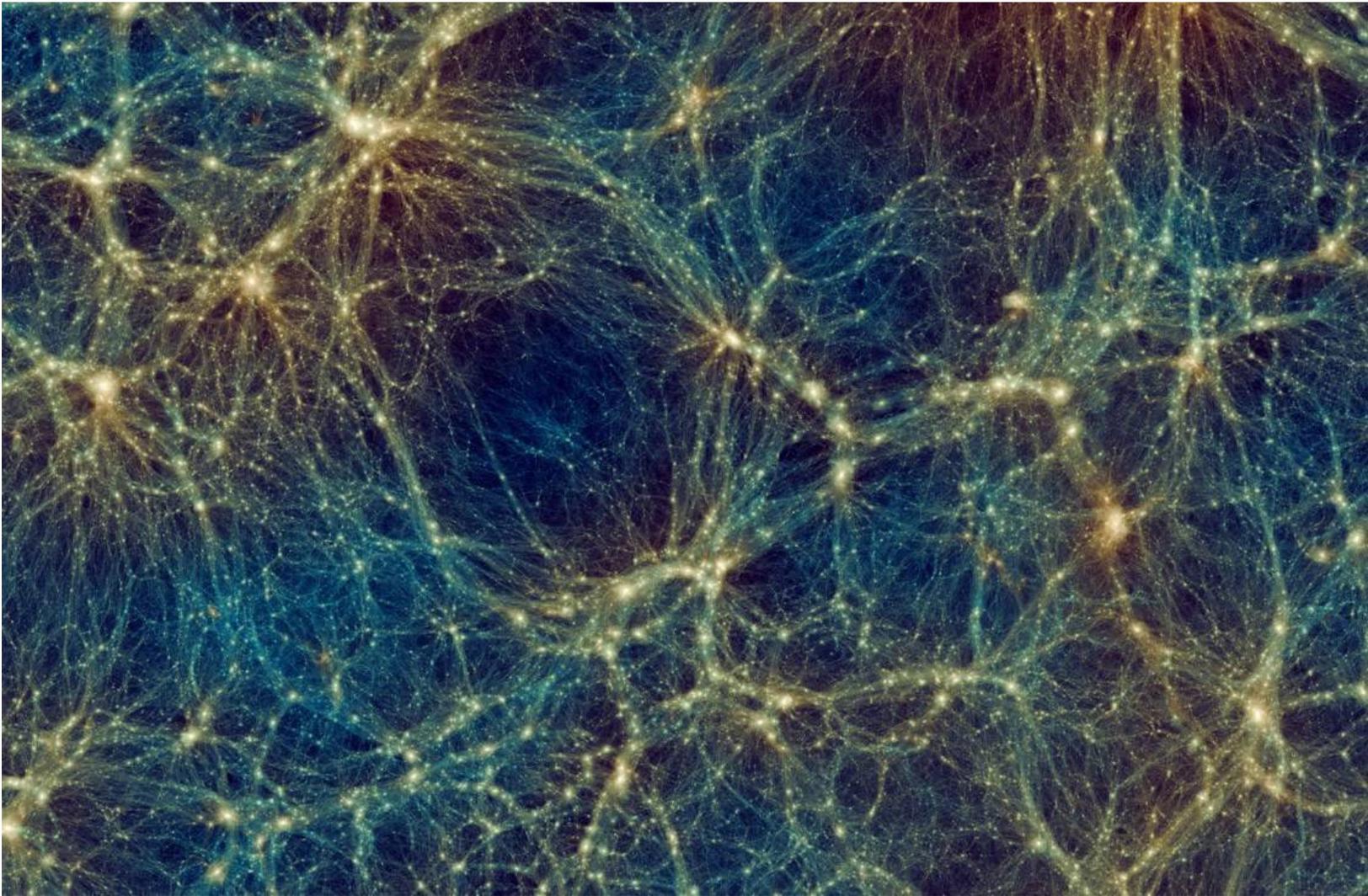
1. ¿Cuál es la espera que sea la incidencia (positiva y/o negativa) de la tecnología en la atención a la pandemia del covid-19?
2. ¿Cuál es el aporte específico de Coronapp, como herramienta tecnológica, para atender la emergencia del covid-19 en Colombia y en qué se diferencia de otras herramientas similares alrededor del mundo?
3. ¿Usted considera que las expectativas frente al funcionamiento de Coronapp en 2020 eran: a) más bien positivas, b) más bien negativas, c) neutras?
4. ¿En qué medida se cumplieron dichas expectativas (ya sea positivas, negativas o neutras)? ¿Por qué?
5. El siguiente gráfico\* muestra la evolución en la atención que Coronapp ha recibido en cuatro medios de comunicación nacionales (*El Tiempo, El Espectador, Portafolio, Semana*) durante el año 2020. ¿Qué interpretaciones o explicaciones posibles puede usted sugerir sobre el patrón que el gráfico presenta?

Número de publicaciones sobre Coronapp en medios de comunicación de circulación nacional (N=184, año 2020)



Fuente: elaborado a partir de revisión de prensa de *El Tiempo, El Espectador, Semana, Protafolio*.

\* Primera versión del gráfico de frecuencia de publicaciones en medios sobre CoronApp. Luego de realizadas las entrevistas, esta versión fue revisada y depurada para obtener una versión definitiva que se presentó en la sección de resultados.



▪ *Uchuu (simulación del universo)*, 2021 | Autor: CSCI. Tomada de: Efe.com

# La ficción del pasado como recurso para comprender la condición humana\*

*A ficção do passado como recurso para compreender a condição humana*

*The Fiction of the Past as a Resource to Understand Human Condition*

Gonzalo Peñaloza\*\* y Mónica Rueda-Noy\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a12

Este artículo presenta un estudio sobre las posibilidades del relato de ficción histórica para comprender la naturaleza humana en relación con la ciencia y la tecnología. Los autores consideran una saga conformada por cuatro novelas y, mediante su interpretación, muestran cómo en estas se crea un mundo imaginario que permite comprender vívidamente el impacto de la tecnología sobre las fuerzas productivas y las relaciones sociales de cierto colectivo humano. El artículo concluye que la utilidad epistémica de la ficción no se limita a permitir imaginar mundos posibles, sino que abre horizontes de posibilidad para prever cómo los valores éticos y las relaciones sociales afectan y son afectados por la tecnología y la ciencia.

**Palabras clave:** ficción, educación científica, tecnología, narrativas, ciencia, condición humana.

*Este artigo apresenta um estudo sobre as possibilidades do relato de ficção histórica para compreender a natureza humana em relação com a ciência e a tecnologia. Os autores consideram uma saga conformada por quatro romances e, mediante sua interpretação, mostram como nestas é criado um mundo imaginário que permite compreender vívidamente o impacto da tecnologia sobre as forças produtivas e as relações sociais de certo coletivo humano. O artigo conclui que a utilidade epistêmica da ficção não se limita a permitir imaginar mundos possíveis, mas que abre horizontes de possibilidade para prever como os valores éticos e as relações sociais afetam e são afetadas pela tecnologia e a ciência.*

**Palavras-chave:** ficção, educação científica, tecnologia, narrativas, ciência, condição humana.

*This article presents a study on the possibilities of the historical fiction narrative to understand human nature in relation to science and technology. The authors analyze a saga made up of four novels and show how they create an imaginary world that allows a vivid understanding of technology's impact on the productive forces and social relations of a human group. The article concludes that fiction's epistemic utility is not limited to imagining possible worlds, but it rather opens horizons of possibility to foresee how ethical values and social relations affect and are affected by technology and science.*

**Keywords:** Fiction, Science Education, Technology, Narratives, Science, Human Condition.

\* Este artículo hace parte de un proyecto de investigación sobre el papel de las narrativas en la enseñanza de la biología, que se desarrolla desde el año 2018, por el Grupo de Educación en Ciencias del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey (México).

\*\* Investigador en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey (México). Doctor en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). Doctor en Enseñanza, Filosofía e Historia de las ciencias, Universidad Federal de Bahía (Brasil). Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes (Argentina). Biólogo, Universidad Nacional de Colombia. Correo: g.pjimenez@cinvestav.mx

\*\*\* Estudiante de Licenciatura en Biotecnología Genómica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (México). Correo: ao202034733@uanl.edu.mx

original recibido: 24/06/2021  
aceptado: 12/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 199~214

*El hombre es la única criatura dotada de imaginación y capaz de concebir lo que no existe. Su pensamiento puede conquistar el tiempo y el espacio, crear lo que jamás hubo y hacer avanzar las fronteras de la ciencia. Porque no puede haber ciencia sin ficción.*

Alexander Kazantsev

La ciencia moderna es parte integral de la cultura contemporánea (Iaccarino, 2003). Hoy, como nunca antes en la historia, hemos transformado la naturaleza hasta el punto de que lo puramente natural es casi imposible de encontrar y los límites entre lo artificial y lo natural son muy difusos. Es decir, el conocimiento científico y la tecnología están en todo lo que somos y hacemos, lo que conlleva necesariamente preguntarnos sobre lo que es el ser humano y sobre los efectos que tienen, tuvieron y podrían tener la ciencia y la tecnología sobre nuestra condición humana. Al respecto, desde diversos ángulos y con distintos enfoques disciplinares, se ha venido reflexionando sobre el futuro de la humanidad en relación con los avances científicos y tecnológicos actuales y con los que se prevén.

En este sentido, el género de ciencia ficción ha abierto posibilidades para pensar los límites de la tecnología y de la ciencia y los mundos que abren, al construir especulaciones arriesgadas e intencionadas que nos hacen meditar sobre nuestra organización social y las consecuencias del conocimiento en la sociedad (Suvín, 1972). En términos generales, las narraciones son una forma para organizar nuestras experiencias y la experiencia vivida, que nos permiten hacer una mimesis (representación) de diferentes aspectos o momentos

de la vida (Bruner, 1991). Al incluir la imaginación en ellas es posible describir el mundo desde otro ángulo, que permite ver *lo posible* e invitarnos a pensar en *lo deseable*, es decir, la ficción puede ser un recurso epistemológico para confrontarnos con mundos imaginarios, poniendo en tensión nuestros valores, anhelos y miedos.

No es del todo claro cuál fue la primera obra de ciencia ficción que se escribió, o que debe considerarse como tal, pero algunos sostienen que Mary Shelley inauguró el género, con su novela *Frankenstein o el moderno Prometeo*, en el siglo XIX. Seguramente podrán rastrearse obras precedentes, no solo en la tradición occidental, sino también en otras tradiciones, pero la obra de Shelley, con su metáfora del “monstruo”, ha tenido una amplia influencia que se mantiene hasta hoy. Su “monstruo” no solo es una metáfora del poder de la ciencia, sino que, de algún modo, es una invitación a reconocer lo humano más allá de lo biológico, en busca de lo que esencialmente somos (Scholes y Rabkin, 1982), y es una alegoría que invita a reflexionar sobre los límites entre lo natural y lo artificial.

Por lo general, los relatos de ciencia ficción se enfocan en situaciones futuras, planteando tramas en las que el conocimiento científico y la tecnología moldean el mundo, sin embargo, existen relatos de ficción sobre el pasado. Estas narraciones configuran mundos pasados valiéndose de los hallazgos científicos para estructurar una historia posible. Tanto el futuro como el pasado, en criterio de Ricoeur (2018), son cualidades temporales “que pueden existir en el presente sin que las cosas de que hablamos cuando las narramos o las precedimos existan todavía o existan ya” (p. 49), es

decir, ni el pasado ni el futuro existen, pero están en el presente porque son causa y motivo de las acciones humanas. En efecto, la historia se vale de la ficción para, por ejemplo, poner a prueba hipótesis sobre lo que pudo suceder en tiempos y espacios pretéritos, contrastando diferentes modelos diferentes de sociedad (Certeau, 2007).

Nunca antes como en la actualidad, los seres humanos hemos sabido tanto sobre el pasado. Hoy conocemos algo, o mucho si se quiere, sobre el origen del universo, las formas más primitivas de vida del planeta, los primeros seres humanos, entre otros acontecimientos. De alguna manera, hemos sido capaces de movernos en la flecha del tiempo para reconstruir nuestro origen y respondernos, muy parcialmente, qué somos y probablemente qué seremos. No obstante, esta reconfiguración del pasado, sobre todo del más remoto, dista de convertirse en un recuento e implica, en diferentes grados, usar la imaginación para construir una trama que le otorgue sentido a lo acontecido. La curiosidad por conocer de dónde venimos ha inspirado siempre a la humanidad, lo que ha dado paso a diversos relatos para explicar qué somos y por qué existimos, y cada descubrimiento sobre el pasado ha transformado nuestras concepciones de nosotros mismos y ha abierto cuestionamientos sobre nuestra relación con lo natural.

En este sentido, creemos que la ficción es un recurso apropiado para comprender el pasado remoto de la humanidad, cuando los primeros seres humanos luchaban por sobrevivir. Los relatos de ficción insinúan posibilidades, dejando el terreno de lo real y entrando en el espacio de lo posible. Esta libertad permite a los relatos ficcionales configurar modelos de la vida pasada que exceden lo que hasta el momento se tiene como cierto por parte de la ciencia. Como lo caracteriza Certeau (2007), “ese lenguaje no se juzga por su inserción en lo real, lo que supuestamente le falta, sino por lo que puede realizar y transformar” (p. 2). Por ejemplo, probablemente nunca se podrán conocer las cosmovisiones de los humanos de la prehistoria, pero los relatos de ficción pueden aventurar posibilidades sobre sus valores, gustos, miedos y sentimientos, acercando ese mundo remoto al nuestro y facilitando su comprensión mediante la imaginación.

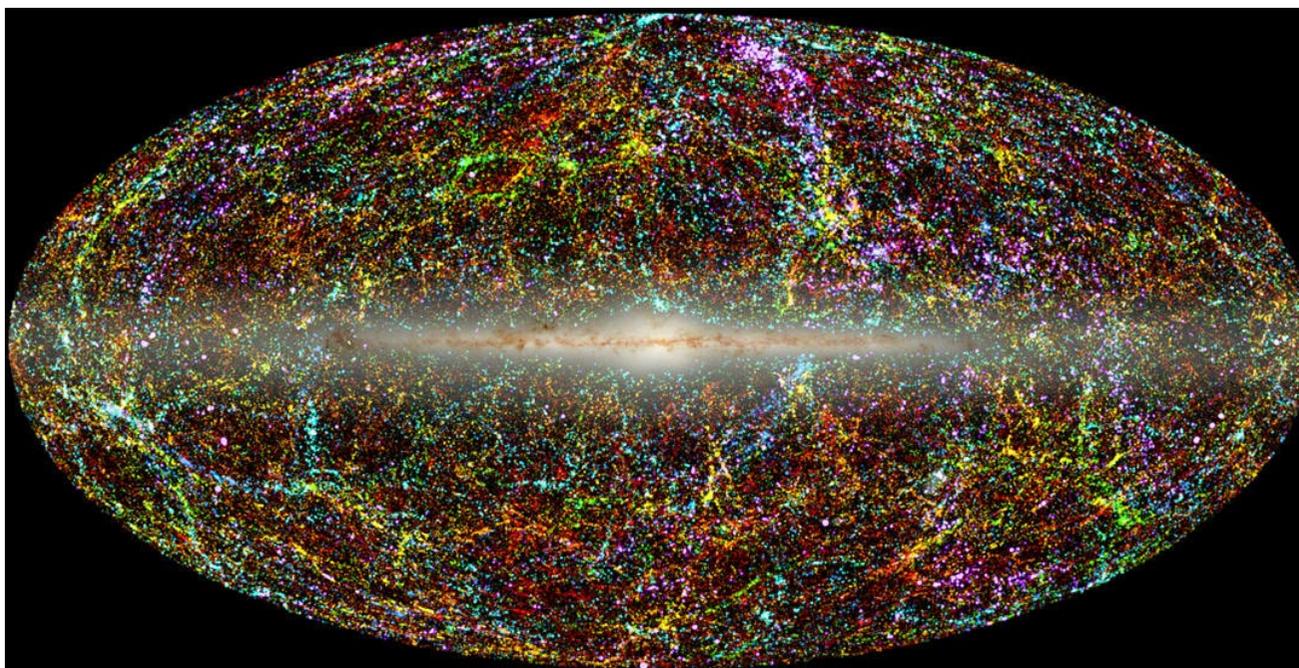
En particular, desde hace algunos años se han escrito varias novelas que narran la vida de diferentes especies humanas cuando apenas se asentaban en

Europa e intentaban sobrevivir a las difíciles condiciones climáticas, el acecho de las fieras y la búsqueda de comida. Estas piezas literarias, que bien podrían catalogarse como “realistas”, ya que están basadas en hallazgos arqueológicos, paleontológicos y paleogenómicos, desbordan las evidencias/hallazgos y hacen uso de la imaginación creadora, en la acepción de Ricoeur (2018), para reconfigurar los hechos en una trama que hace comprensible el pasado a la luz del presente. Creemos que este tipo de obras puede ser una herramienta para reflexionar sobre la tenue frontera entre lo natural y lo artificial en los seres humanos y las relaciones de nuestra especie con otras especies de humanos, como también para cuestionarnos sobre lo que significa ser humano, entre otras posibilidades.

En tal sentido, en este artículo exploramos la saga escrita por Antonio Pérez Henares y conformada por cuatro novelas: *Nublares* (2015), *El hijo de la garza* (2016), *El último cazador* (2017a) y *La mirada del lobo* (2017b). Estas obras son una muestra de obras literarias que se basan en hallazgos paleontológicos para configurar mundos posibles del pasado. Como se verá, algunas de las situaciones que presentan las historias tienen cierta concordancia con hallazgos científicos que, si bien no logran presentar una imagen completa del pasado, sí sugieren posibilidades que son reconfiguradas por las narraciones.

La serie de novelas describe la vida de un clan de cazadores y recolectores que viven, probablemente, a finales del Paleolítico. Sus experiencias son vívidamente descritas, presentando cuadros que dan cuenta de las penurias, los sentimientos, las formas de relación social y los esfuerzos que tuvieron que hacer estos grupos humanos para sobrevivir en un mundo cambiante. Sorprende en estos relatos la capacidad del autor para sumergir al lector en un mundo que, para los seres humanos contemporáneos, resulta ajeno. Por ejemplo, se describe cómo la cacería –algo que es muy atípico y que incluso luce como inmoral en la actualidad– era una actividad de alto reconocimiento social y cultivada desde los primeros años por los miembros del clan.

En nuestro estudio retomamos algunos elementos de la hermenéutica de Ricoeur, en particular sus elaboraciones sobre el papel de la imaginación en la historia y la relevancia del tiempo y la trama en la narración. Por otra parte, inquirimos sobre la interfaz entre tecnología,



▪ *Galaxias en el cielo*, 2004 | Foto: Jarrett. Tomada de: Tayabeixo.org

ética y sociedad. Con base en la interpretación de las cuatro novelas, señalamos que este tipo de narrativas son medios útiles para reconocer el vínculo entre lo artificial, la cultura y lo natural en el desarrollo de la humanidad y que difícilmente pueden separarse la tecnología y el conocimiento de la esencia humana.

## Ciencia y ficción

El término *ciencia ficción* suele asociarse con naves espaciales, viajes interestelares, visiones del futuro, inteligencia artificial y tecnologías futuristas, avizorando mundos que parecen casi imposibles a luz de las posibilidades tecnológicas y científicas actuales. La ciencia ficción abarca una cantidad apreciable de propuestas y tendencias que resulta problemática y casi indefinible (Rodríguez, 2015). Así, la ciencia ficción “no es un género de entretenimiento estético únicamente, sino una vacilación compleja sobre la relación entre las concepciones imaginarias y la realidad histórica que se despliega en el futuro” (Csicsery-Ronay, 2008, p. 4). En un sentido más amplio, la literatura de ciencia ficción permite comprender algo de lo real, a pesar de que apela a la ficción para construir un mundo irreal (Wiltsche, 2021). La ficción hace posible proponer hipótesis que, en el caso de la historiografía, intentan ser reales y plausibles.

La ciencia ficción es considerada un género literario y, a su vez, un conjunto de microgéneros de naturaleza autónoma en el que las óperas espaciales, los relatos de individuos no humanos y los viajes en el tiempo forman clasificaciones dentro del género en sí. De esta manera, la creación de géneros dentro del género ha dificultado el reconocimiento de las diferentes expresiones de este, explicando así por qué la ciencia ficción resulta desconcertante e inabarcable para muchos (Rodríguez, 2015).

Este género parece haber surgido a partir del siglo XIX gracias a las obras de Mary Shelley y Edgar Allan Poe (Clute y Nicholls, 1995; Novell, 2008). Sin embargo, algunos consideran a Shelley como pionera en el género (Aldiss y Wingrove, 2001), con su novela *Frankenstein o el moderno Prometeo*, porque en ella planteó por primera vez el “futuro posible”, un elemento clave del género, que transformó las posibilidades de la literatura (Scholes y Rabkin, 1982). Sea cual fuere el origen, la ciencia ficción se convirtió en una forma de narrativa que presenta especulaciones que permiten vislumbrar los efectos de la ciencia y la tecnología en la sociedad (Barceló, 2005).

De este género cabe resaltar, para los propósitos de este trabajo, que no solo se basa en las evidencias, sino que plantea supuestos con base en ellas que suelen desbordarlas, pero que mantienen

cierta coherencia teórica con lo que conocemos sobre la realidad, la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, existen evidencias de que neandertales y *Homo sapiens* se reprodujeron y tuvieron descendientes, pero no conocemos cómo sucedió esto; en este sentido, la ficción podría configurar una situación irreal que nos permita imaginar este evento.

Por otra parte, los escenarios imaginarios que configuran las obras de ciencia ficción tienen que hacer un balance entre lo conocido o familiar y lo desconocido o extraño. De no ser así, los lectores tendrán problemas para comprender lo desconocido y ponerlo en relación con su mundo, ya que “requieren que sus lectores participen cognitivamente en narrativas de ficción en las que se describen escenarios hipotéticos o contrafácticos” (Wiltsche, 2021, p. 3676).

## La imaginación y la ciencia

En el marco de la filosofía de la ciencia, se consideró que “la imaginación no era epistemológicamente relevante más que en el contexto del descubrimiento” (Stuart, 2014, p. 10). Sin embargo, desde los años sesenta se ha revaluado el rol de la imaginación en el proceso del conocimiento científico. Por un parte, ya no se establece una división tajante entre el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación del conocimiento científico, y, por otra parte, se ha resaltado el importante papel de la imaginación en los experimentos mentales, permitiendo hacer inferencias y creando escenarios para usar el conocimiento (Elgin, 2014).

En efecto, algunos filósofos plantean que los experimentos mentales son un medio para comprender conceptos, algo que sucede cuando el sujeto es capaz de usar el conocimiento. Los experimentos mentales contribuyen a imaginar situaciones en las que se aplica determinado concepto. Stuart (2014) afirma que “los experimentos mentales nos ayudan a explorar las consecuencias de adoptar ciertas estructuras y ver cómo los fenómenos conceptualizados se interrelacionan, y esto abre nuevas posibilidades para teorizar, modelar y construir experimentos” (p. 12). Por lo tanto, la imaginación facilita la comprensión (Stuart, 2016), es decir, no solo no se contrapone a la ciencia, sino que es un recurso indispensable para su desarrollo (Tateo, 2020).



▪ *El Universo*, 2005 | Foto: Pablo Carlos Budassi / Astrophysical Journal. Tomada de: Durangomas.mx

En el marco de las narraciones, la imaginación se mueve en dos niveles: el del autor y el del lector. El primero debe valerse de la imaginación para configurar las situaciones y los personajes alrededor de una trama, mientras que el segundo la usa para figurarse el mundo que le ofrece la narración (Vandeveldt, 2018). De tal modo, la imaginación es necesaria para producir y reproducir una experiencia veraz, otorgándole a los acontecimientos una significación inteligible (Ricoeur, 2018, p. 32). Así, cuando se lee un relato se produce una “fusión de dos horizontes” que hace posible intersectar “[el] mundo del texto con el del lector” (Ricoeur, 2018, p. 151). En este proceso, la imaginación –“creadora” Ricoeur (2018)– posibilita que la trama de la narración sea un acto conjunto entre texto y lector, “igual que Aristóteles decía que la sensación es obra común de lo sentido y del que siente” (Ricoeur, 2018, p. 147).

Por otra parte, vale la pena plantear el papel que tiene la imaginación en los diferentes tipos de narraciones. Si bien, existe una distinción entre relato de ficción y relato histórico, ya que el primero apela a la ficción mientras que el segundo busca la verdad, ambos convergen en que necesitan la imaginación para comprenderse. No obstante, existe una tensión entre imaginación y verdad. En el mismo sentido, cuando en el marco de la ciencia se pide a los sujetos que imaginen, esto implica tener que figurarse un escenario o



▪ *Universo primitivo*, 2020 | Foto: S. Dagnello / Almaobservatory.org

un fenómeno irreal, pero posible. En cierta forma, esta solicitud riñe con la naturaleza de la imaginación, que permite desprenderse de la referencia para ir más allá de ella y traspasar los límites de lo posible.

## La narración, el tiempo y la trama

Elaborar una historia de la evolución humana implica configurar una narración para vincular acontecimientos múltiples y dispersos y, así, darles una significación inteligible. En este proceso, la narración cumple la función de ser un recurso para comprender, al unificar en una acción total lo diverso, las circunstancias, los objetivos y las interacciones, entre otros aspectos.

Tanto la narración como la imaginación son medios para abordar dos problemas que supone configurar cualquier historia: la paradoja del tiempo y la organización inteligible del relato (Ricoeur, 2018). El primer problema se refiere a que el tiempo, en cierto sentido, no es real, ya que “el tiempo no tiene ser, puesto que el futuro no es todavía, el pasado ya no es y el presente no permanece” (Ricoeur 2018, p. 44) pero, a pesar de

esta condición, los seres humanos actuamos como si el tiempo tuviera ser, “afirmando que las cosas venideras serán, las pasadas han sido y las presentes pasan, e incluso que ese pasar no es nada” (Ricoeur 2018, p. 44). Es decir, es paradójico que actuemos a cada momento sobre la base de lo que fue y lo que será, siendo que ninguno de los dos existe. La narración conecta el tiempo, vinculando los acontecimientos en un orden cronológico y otorgándoles sentido. Así, en el marco de un relato, se evidencia cómo las acciones pasadas tendrán consecuencias o desencadenarán ciertos sucesos en el futuro.

En el caso de la evolución humana estos dos elementos son retos para su comprensión. Por una parte, es necesario comprender lo que significa el tiempo en el que transcurre la historia de la humanidad, pero dada la temporalidad de cada individuo humano, que es muy limitada, resulta difícil imaginar lo que puede pasar o pudo suceder en un tiempo mayor, por ejemplo, en un millón de años. Por otra parte, es necesario vincular los fragmentos que se conocen del pasado, para organizar una historia que resulte comprensible. Esto último lo pueden hacer las narraciones gracias a la trama, alrededor de la cual se construyen caracteres y personajes que

se conectan con circunstancias en función de moverlos hacia un fin. En cierto sentido, no puede haber una historia sin una trama, porque toda narración implica conectar todos los componentes del mundo de la obra para hacerlos inteligibles (Ricoeur, 2018).

Cabe aclarar que la organización de los acontecimientos en una cronología no constituye una narración, ya que no se vinculan las diferentes partes de un relato como los hechos o los personajes, entre otros, en función de proponer explicaciones de lo que va aconteciendo. Es decir, una característica esencial de una narración es conectar lo que pareciera no tener nexo (Ricoeur, 2018), concatenando los eventos en la forma de uno como causa de otro. Así, se pasa de una sucesión episódica a una trama en su sentido más cabal (Ricoeur, 2018). La primera es inverosímil, pero la trama los hace verosímiles para el lector al ordenar “la intersignificación entre proyecto, circunstancias y azar” (Ricoeur, 2018, p. 156).

Con base en estas perspectivas sobre la ficción, las narraciones y la historia remota de los humanos, en las subsecuentes secciones presentamos una interpretación de la saga de *Nublares*. Nuestra indagación se enfocó en la relación entre la vida humana y la tecnología. A partir de las experiencias de los personajes y las situaciones que viven proponemos una interpretación de los nexos entre cultura, naturaleza y tecnología en el desarrollo de la humanidad.

## La tecnología en la vida cotidiana

Los relatos que se encuentran en la saga de *Nublares* presentan imágenes de la vida cotidiana, de un grupo de humanos a finales del Paleolítico, que nos invitan a compararlas con la vida actual. La mayor parte del tiempo los personajes se dedican a conseguir alimentos, ya sea cazando o recolectando, valiéndose de técnicas y artefactos que, si bien a primera vista lucen primitivos, conforme se describe su uso, se comprende el grado de sofisticación que suponen.

Tanto esos humanos del clan Nublares en el Paleolítico como nosotros en la actualidad, continuamos intentando superar nuestras limitaciones biológicas por medio de la tecnología. La azagaya y el venablo, al igual que el avión o los barcos, son medios para ir más allá de

los límites de nuestra naturaleza, es decir, las imágenes que nos presentan los relatos hacen patente que los humanos “somos seres creados culturalmente y siempre lo fuimos” (Schmeink, 2016, p. 36) y que, lo puramente natural en la humanidad es muy difícil de establecer. Por ejemplo, en una escena de la primera novela de la saga, a través del personaje el Sombrío, se denota la importancia que tenía en el clan la construcción de herramientas a partir de la roca:

[el Sombrío] con su experimentada habilidad, era quien desperdiciaba menos nódulos de sílex y entregaba ya a medio fabricar los utensilios para que luego cada uno rematara las faenas y los montara a su manera. Los suyos, eso sí, siempre tenían mejores acabados, filos más cortantes, engastes más precisos, y sus flechas eran codiciadas por todos. La fabricación de armas y útiles parecía ser lo único que producía disfrute al silencioso cazador, que se pasaba interminables espacios de tiempo completamente ensimismado en su trabajo sin pronunciar palabra alguna. (Pérez, 2015, p. 12)

Esta escena, como otras a lo largo de las obras, muestra cómo, a pesar de lo primitivo que pudiera parecer ese mundo pretérito, la tecnología hacía parte imprescindible de la vida de la comunidad. No solo para la caza sino también para la curación, la preparación de alimentos, la preparación de las pieles, entre otras actividades. En efecto, el uso de herramientas se ha documentado ampliamente en los homínidos y se estima que aproximadamente hace tres millones de años algunos de ellos usaban herramientas de piedra para consumir carne de ungulados (McPherron *et al.*, 2010).

Este amalgamamiento entre lo natural y lo técnico es algo que estos relatos permiten reconocer en el pasado, lo que es un punto de partida para figurarse el futuro. En otras palabras, el relato abre la posibilidad de reflexionar sobre el impacto que ha tenido, tiene y puede tener la tecnología en los seres humanos. En el segundo libro de la saga dos personajes centrales emprenden un viaje a tierras desconocidas, en las que se encuentran con artefactos desconocidos para el clan Nublares:

En la orilla, atados a los árboles, vieron troncos juntos que flotaban. Eran balsas. Las contemplaron con enorme curiosidad ante el regocijo de sus anfitriones. Los troncos habían sido cortados del mismo tamaño después de limpiarlos de

ramas y cortezas. Se les habían hecho hondas muescas para poder ensamblarlos unos con otros y se les había trabado firmemente con cuerdas. Luego los habían cubierto con pieles y en los costados les habían atado grandes vejigas de rumiantes y jabalíes infladas de aire. Con mayor interés vieron que los del Gran Río Hundido las desataban de sus amarres, subían sobre ellas y provistos de unas largas pértigas las dirigían sobre las aguas. Ellos también subieron a una, y entre risas y temores se dejaron conducir a la otra orilla. No tuvieron tiempo de asustarse mucho, pues mientras navegaban por vez primera en su existencia, contemplaron atónitos una nueva maravilla. (Pérez, 2016, p. 112)

Por otra parte, en las obras se evidencia cómo la tecnología impacta profundamente a la sociedad, ya que por lo general acarrea transformaciones de las formas de producción y de las relaciones sociales. Esta es precisamente la situación a la que se enfrenta el clan Nublares al final de su existencia, cuando sus costumbres y tradiciones se ven en riesgo por el desarrollo de la agricultura:

Las costumbres de un clan arrasaban a las del otro, y Nublares se iba quedando cada día más despoblado, y todos sus habitantes, paulatinamente, habían acabado por recalar en la gran aldea, donde se cultivaba la tierra, se pastoreaban ganados, había hornos de pan y de cerámica, se fundían minerales y se habían comenzado a fabricar hachas de cobre. Nublares, fiel a su tradición cazadora, había permanecido en las viejas costumbres y decaía. No cultivaba trigo escanda, ni en sus riscos estabulaban animales. Ellos tan solo los cazaban. Los campos de cereal de Peñas Rodadas, sus rebaños de ovejas, de cabras y hasta de algunos gigantes bueyes que castraban, dejaban atónitos a los visitantes de Nublares. (Pérez, 2017a, posición 474)

Una desconexión con lo nuevo y un intento por retornar a lo antiguo y a las tradiciones, es lo que en esencia parece mostrar *El último cazador*, el tercer libro de la saga. En esta obra, los últimos moradores de Nublares se enfrentan a los cambios que hay en la organización social y en la técnica. La cacería y la recolección han sido reemplazadas por la ganadería y la agricultura, lo que ha implicado cambios en las costumbres y en la organización social, además de los valores. Debido a esta situación, se presenta un relato en el que uno de los protagonistas se ve aislado y tiene que huir, por el choque entre su forma de vida, a la antigua, y las nuevas costumbres. En el relato se recrea un mundo ficcional en

el que se describen las emociones que la mayoría de los humanos experimentamos ante cambios y transformaciones que se juzgan ajenos o inconvenientes.

Cabe señalar que esta parte de la saga sucede luego de que el lector ha vivido las aventuras y vicisitudes del clan Nublares, por lo que la narración genera cierta afinidad con la forma de vivir de los cazadores y recolectores, que se ve amenazada por el avance de la tecnología, aun a pesar de que la nueva forma de vida luce menos cruel para los personajes.

A lo largo de la narraciones se muestra cómo la tecnología tiene la capacidad de transformar profundamente la vida de una comunidad, reconfigurando la relación entre los humanos y la naturaleza y suscitando nuevas formas de relacionamiento social. En efecto, el ocaso del clan Nublares se debe a que sus miembros deciden paulatinamente que la vida y las costumbres del clan hermano de Peñas Rodadas son mejores que la que ofrece Nublares, que se apega a las viejas costumbres.



▪ *Nebulosa cabeza de caballo*, 2002 | Foto: Very Large Telescope (VLT) y Observatorio Austral Europeo (ESO). Tomada de: muyinteresante.es

Este reconocimiento de la tecnología como factor de cambio productivo y social, puede ser el punto de partida para avizorar cómo los desarrollos, relativamente recientes, de la genética, la robótica, la inteligencia artificial, la neurociencia, entre otras, tendrán impactos profundos en la vida. En este probable mundo posthumano quizás se redefinirán y diluirán, aún más, los límites entre máquina y humano, naturaleza y cultura, animal y humano y cuerpo y mente. En este sentido, es posible afirmar que tanto en el pasado como en el presente ha existido un “tecnomorfismo de la vida”, a la vez que un “biomorfismo de la técnica” (Mosquera, 2020, p. 292), pero que es previsible un impacto mayor.

Como lo afirma Tirado (2004), la ciencia ficción ha puesto en evidencia desde hace ya tiempo que “la tecnología es consustancial con nuestra vida cotidiana, que no podemos entendernos a nosotros mismos sin analizar la relación tan estrecha que tenemos con lo tecnológico” (p. 5). De tal modo, los relatos de ficción, futuristas y del pasado, permiten imaginar horizontes



■ *Horsehead (nebulosa)*, 2020 | Foto: Robert Gendler.  
Tomada de: es.digitaltrends.com

de posibilidad sobre los aspectos de la vida social y cotidiana que pueden ser modificados por la ciencia y la tecnología en el futuro (Csicsery-Ronay, 2008).

## La innovación como una aventura humana

Las transformaciones que posibilita la tecnología son posibles gracias el acto de innovar que, en términos generales, puede definirse como una nueva forma de abordar o solucionar un problema. El deseo y las posibilidades de cambio son un tema que recorre toda la saga. El protagonista de la primera novela es Ojo Largo, quien se distingue por hacer las cosas de formas no previstas. Por ejemplo, usa nuevas herramientas de pesca, aprende del comportamiento de los animales para mejorar las técnicas de caza y se muestra siempre ávido de aprender de otras comunidades:

Ojo Largo era valiente, y aunque a algunos no les gustaba su carácter impulsivo y a veces egoísta, él [el Sombrío] había observado aspectos generosos en su comportamiento, y sobre todo una capacidad que no veía en los otros jóvenes de aprender e innovar. (Pérez, 2015, p. 99)

En la segunda novela este impulso de búsqueda de lo nuevo es encarnado por dos personajes centrales: el Arquero (hijo de Ojo Largo) y el Hijo de la Garza, quienes emprenden un viaje a otros territorios que, según los rumores, cuentan con maravillas desconocidas por Nublares y sus clanes vecinos. Así, el viaje es una metáfora de la búsqueda incierta de lo nuevo –de la innovación–, incluso sin prever las consecuencias que pueda tener. En efecto, una profecía de la Garza (una sabia curandera de uno de los clanes y madre de Hijo de la Garza) hace presuponer que, a pesar de las buenas intenciones de los viajeros, los nuevos conocimientos que traerán consigo terminarán por destruir la vida tradicional; algo que efectivamente sucede:

Otra cosa más terrible guardaba para sí la Garza. Se lo había susurrado la Torcaz como la gran blasfemia, la atroz tormenta y el venenoso futuro que corrompería a los clanes y a las gentes. — Guarda a la Madre de los hombres. Los hombres se volverán locos. Querrán poseer la tierra. No comprenderán que es ella, la Madre, la que nos posee a todos. Querrán poseer a la propia Madre. Guarda a la Madre de los hombres. Guárdala de los dioses de los hombres. La

Garza llevaba ahora sobre sí el peso de la profecía. (Pérez, 2016, p. 60)

Los cambios se sucedieron en diversos campos y la saga es muy rica en las descripciones que ofrece sobre lo que pudo significar la transición entre el periodo Paleolítico y el Neolítico, signada por la extensión de la agricultura y la ganadería. Así, el autor aventura una explicación del origen de la ganadería:

– Alguien, algún día, mató una cabra con cría, pero no quiso matar al cabrito y lo alimentó. Creció, y como era una hembra, el hombre le trajo un cabrito macho que cuando tuvo edad la montó. Y tuvo un cabrito. Así empezó todo. Como ocurrió un día con nuestros perros. Ahora tenemos el rebaño. Le damos hierba, y él nos da carne y leche. Mata-mos a los cabritos machos, con uno es suficiente para montar a las cabras, y dejamos a las hembras. Cada vez hay más, y si el invierno es duro, no debemos ir a cazar, porque la carne la tenemos aquí. (Pérez, 2016, p. 154)

Los hallazgos paleontológicos han establecido que la ganadería pudo tener origen hace cerca de 11 mil años, se han encontrado rastros de comunidades agrícolas consolidadas hace 9.500 años (Ibáñez *et al.*, 2018), y algunos estudios recientes afirman que en la región de los montes Zagros en Irán se dieron las primeras fases de domesticación de cabras (Daly, *et al.*, 2021). Más allá de la fidelidad del relato de la saga sobre el origen de la ganadería, a lo largo de la narración se muestra que este hecho fue clave para la transformación de las sociedades prehistóricas.

Antes de poder cultivar y criar animales, los seres humanos tuvieron que competir con otros animales para alimentarse. En las numerosas aventuras de los personajes de la saga, a estos se los encuentra compitiendo con hienas, leones, lobos, entre otros animales, para, incluso, preservar los animales cazados. A la luz de estas escenas, el lector puede entender lo que significaba para esta comunidad el lograr ponerse a salvo de las fieras y no enfrentarse con ellas a diario. En otras palabras, el texto permite comprender por qué resultaba tan atractivo cambiar las formas de conseguir alimentos.

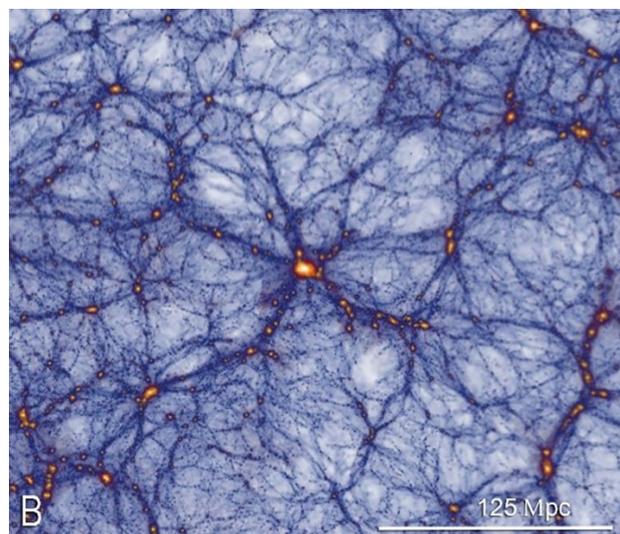
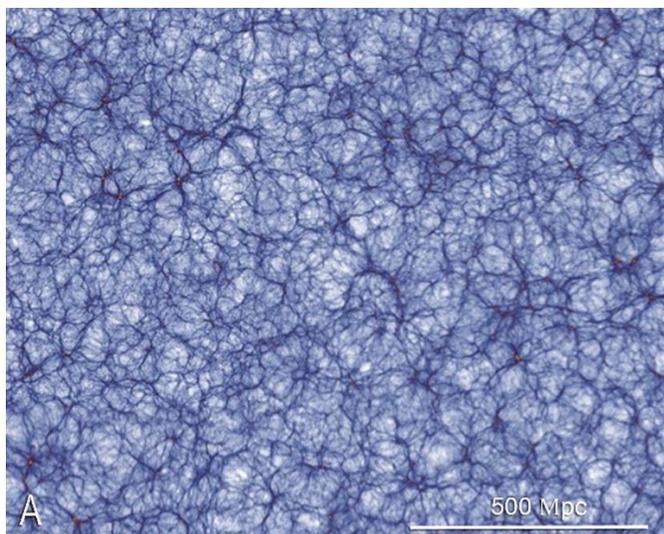
En el curso de su viaje, el Arquero y el Hijo de la Garza conocieron la agricultura. El mismo pueblo que criaba cabras en lugar de cazarlas, tenía cultivos que le permitían tener más alimento disponible du-

rante todo el año. Cabe señalar que durante toda la saga se muestra cómo el invierno era un momento crítico para todas las comunidades, para el que debían prepararse so pena de perecer de frío y hambre. De hecho, se narran escenas en que muchos miembros del clan perecen en el invierno, debido a que no lograron acumular lo suficiente para sobrevivir. A la luz de esta condición, la agricultura se ve como una forma eficaz de sortear esta situación recurrente.

Los hallazgos de la ciencia hacen suponer que el origen de la agricultura tuvo lugar hace aproximadamente 10 mil años, en varias regiones del planeta, y marcó la transformación de las sociedades de cazadores y recolectores a economías agrícolas que criaban animales domésticos y cultivaban plantas (Kluyver, *et al.*, 2017). Es probable que los humanos domesticaran las plantas y aprendieran a cultivarlas en diversas partes del planeta y en diferentes momentos (Bar-Yosef, 2017), pero seguramente en cada caso esto acarreo cambios en sus formas de relación social y productiva.

En el proceso de desarrollo de la ganadería y de la agricultura, tanto los humanos modificaron a las especies usadas como ellas modificaron a los humanos. Retomando un término usado antes, se sucede un “tecnomorfismo de la vida”, tanto humana como no humana. Así, la tecnología no puede ser concebida como exterior a la vida humana sino como su condición de posibilidad (Csicsery-Ronay, 2008). El siguiente caso ilustra esta afirmación. La ganadería trajo consigo la posibilidad de consumir leche, que es un alimento muy nutritivo y que comenzó a estar disponible de manera casi permanente. No obstante, los mamíferos luego del periodo de lactancia perdemos la capacidad de procesar la leche, particularmente nos volvemos intolerantes a la lactosa, un azúcar que esta contiene, sin embargo, la disponibilidad de la leche ejerció una presión de selección que favoreció a aquellos humanos que, por azar, conservaban la capacidad de digerirla (Crittenden y Bennett, 2005). Luego de varias generaciones, la tolerancia a la lactosa se extendió entre las poblaciones humanas y es especialmente frecuente en sociedades tradicionales que principalmente se sustentan de la ganadería (Ingram *et al.*, 2009).

Se evidencia en el caso anterior que la ganadería implicó una modificación del *pool* genético de las especies domesticadas, por medio de la selección artificial, pero también conllevó una presión selectiva sobre los



▪ *Semejanzas entre universo y cerebro*, 2014 | Foto: Javier de Felipe Oroquieta / Jardín de Neurología. Tomada de: Tendencias21.levante-emv.com

humanos, que también modificó la frecuencia de ciertos genes al favorecer ciertos rasgos. Ejemplos similares también pueden encontrarse con el efecto de la agricultura, pero lo que vale la pena resaltar aquí es que la tecnología transforma la vida haciendo casi imposible trazar el límite entre lo natural y lo artificial.

La extensión de la agricultura y la ganadería dio al traste con el mundo del clan Nublares. La trama de la narración concatena una serie de situaciones que ilustran lo que la ciencia ha caracterizado como el comienzo del periodo Neolítico, hace cerca de 10 mil años. Las evidencias arqueológicas sugieren que aquel momento significó un cambio drástico para el planeta, tuvieron lugar las primeras grandes concentraciones humanas, se generaron las sociedades de clases y se dio comienzo a una transformación del entorno natural en función de los humanos, que se mantiene hasta hoy. Como se evidenció, en este proceso la tecnología se amalgamó aún más con la naturaleza. Esto pone ante nosotros un horizonte para reflexionar sobre los efectos deseables, catastróficos e imprevisibles que puede tener la tecnología en la vida.

## La tecnología y la transformación social

Más allá de los cambios productivos suscitados por la tecnología, hubo modificaciones en las relaciones sociales que no fueron del todo positivas. El Lobato es

el último cazador de su clan, como se titula la tercera novela. Las viejas costumbres se ven paulatinamente menospreciadas por los miembros de los clanes relacionados con Nublares, y tan solo el Lobato y su abuelo se mantienen apegados a ellas:

En el fondo nos desprecian. Se creen superiores. Su alegría es ver cómo abandonamos nuestras costumbres y aceptamos las suyas. Peñas Rodadas crece y Nublares muere. Eso es lo que yo veo. Ellos se alegran y yo me entristezco. Pero yo no me iré nunca a escarbar terrones ni a castrar crías de uro mientras quede un jabalí o un venado. Y luego le decía misterioso al nieto, como quien revela el gran secreto: —Ellos quieren matar al clan madre, que es Nublares, del que nacieron todos, lo mismo que han matado el culto a la Diosa, a la Madre. (Pérez, 2017a, posición 483)

En la saga, el abandono de la vida de cazadores y recolectores se asocia con dejar de lado el culto a la Diosa que, al parecer, representa a la Tierra. A la vez, esto se asocia con la pérdida del reconocimiento social de la mujer en la sociedad y el surgimiento del patriarcalismo. Los humanos, que antes no pensaban en poseer la tierra, ahora quieren dominarla y poseerla. En una escena del viaje del Arquero e Hijo de la Garza, se presenta un discurso de uno de los jefes de las comunidades que ya practicaban la agricultura y la ganadería. En este se delinea lo que será la relación de los hombres con la tierra y las mujeres:

El hombre ha domado la tierra. Hace que crezcan los frutos que él quiere. La rotura, siembra, cultiva y recoge. La cerca

con piedras porque ya es suya, y los otros sabemos que ese es su pedazo y no lo tocamos. Ese hombre tiene su tierra para sí y quiere que luego sea para su hijo. Pero ha de saber que es su hijo, que es su semilla. Por eso la mujer ha de estar bajo él y darle ese hijo. No puede tener contacto con otros, porque si no el trabajo de ese hombre pasaría a alguien que no debe, a quien no es de su simiente. (Pérez, 2016, p. 157)

Aquí se señala cómo la tierra y la mujer se convierten en objeto de dominación, en cuanto que son un medio productivo. La tierra produce frutos, mientras que la mujer pare hijos. Esta apreciación de los pueblos más avanzado diverge, en gran medida, de las costumbres del clan Nublares. En esta misma escena Hijo de la Garza replica al jefe:

El hombre es más fuerte que la mujer. La mujer ha de estar debajo del hombre. O es que en los clanes de los forasteros son las mujeres las que mandan. Replicó el Hijo de la Garza: —En nuestros clanes, hombres y mujeres siguen por igual las leyes de la Diosa Madre, siguen las leyes de la tierra y nadie prevalece sobre nadie. — ¡Son los hombres los que cazan! (Pérez, 2016, p. 157)

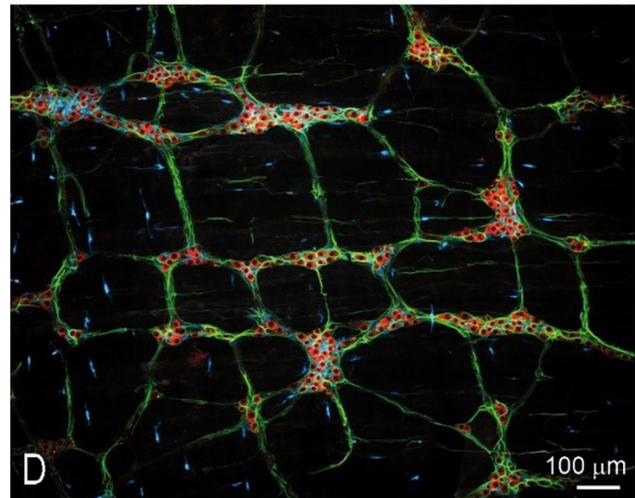
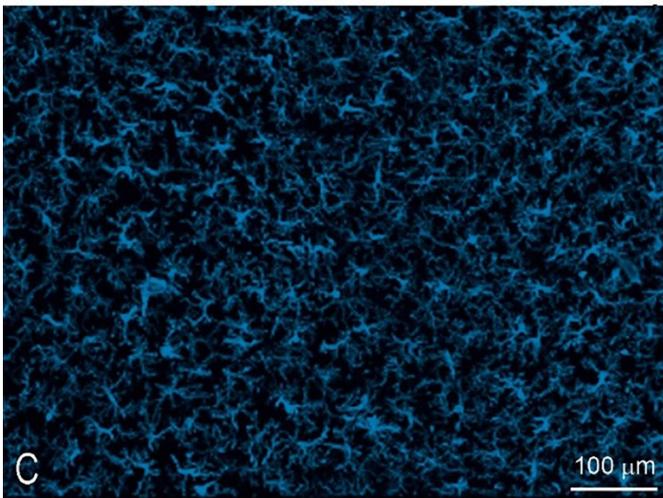
El desarrollo de las fuerzas productivas trajo consigo nuevas formas de relación entre los humanos, haciéndolas más desiguales. Esto no es algo nuevo, ya lo esbozó Engels (1974) en el siglo XIX, lo que resulta interesante es cómo la obra permite imaginar este choque de dos mundos, haciendo patente que lejos de ser naturales, este tipo de relaciones surgieron cuando las fuerzas producti-

vas se desarrollaron. Por otra parte, esto evidencia que el progreso tecnológico no necesariamente implica avances sociales, sino que podría profundizar la desigualdad y la discriminación. Así, un futuro con más ciencia y tecnología no es por ende más equitativo.

Las condiciones en que vivía el clan de Nublares implicaban la participación de todos en función del bien colectivo. Una jornada de cacería implicaba la participación de hombres que cazaban, pero también de mujeres y jóvenes que debían estar prestos para acarrear los animales cazados y luego preparar la carne y las pieles. En este contexto, de permanente riesgo, el intentar prevalecer sobre los demás y tomar más de lo necesario, no era algo socialmente apreciado, por el contrario, era motivo de reproche. Ojo Largo, protagonista de la primera novela, encarnó estos rasgos y aprendió en medio de sus desventuras, que lo más importante era la vida del clan. Al respecto su hermano afirmaba:

Ojo Largo no siente el clan . El clan le da toda su fuerza, pero él cree ser más. Pues no es nada. Un hombre no lo es si no se siente clan. [...] Para Cara Ancha, cuyo rostro tanto se parecía, según decían, a los Hombres del Pueblo Antiguo de las leyendas de la tribu, el clan lo era todo y todo estaba supeditado y regido, hasta el último detalle de la vida cotidiana, por las costumbres del clan. (Pérez, 2015, p. 33)

En el futuro de la obra, esta visión del mundo de los miembros del clan contrastará con los valores de las comunidades agrícolas que encontrarán los miembros de



▪ *Semejanzas entre universo y cerebro*, 2014 | Foto: Javier de Felipe Oroquieta / Jardín de Neurología. Tomada de: Tendencias21.levante-emv.com

Nublares. Mientras que para los cazadores ser jefe y dirigir la cacería no implicaba tomar más que los demás, para las comunidades agrícolas la jefatura significaba privilegios y poder sobre la comunidad. Así, la saga permite comprender cómo se transformaron los valores y la moral de la sociedad; con el ocaso del mundo de los cazadores de Nublares no solo se perdió una particular forma de sobrevivir, sino también una forma de relación entre los seres humanos y de estos con la naturaleza.

## Otras especies de humanos

Una de las interesantes situaciones que plantea la saga es la de la coexistencia de especies de humanos. Como se sabe, los seres humanos actuales somos parte del género *Homo*, que contó con varias especies en el pasado y de las cuales solo sobrevive la nuestra. Las evidencias paleontológicas y genéticas han mostrado que los seres humanos actuales compartimos el planeta y nos reproducimos con, al menos, los neandertales y los denisovanos. En un pasado más remoto otras especies coexistieron con la nuestra, pero los registros de las posibles interacciones son difusos. Esta coexistencia se presenta en la obra a través de los Claros y los Hombres Antiguos:

Hubo un día que combatimos juntos contra los Hombres Antiguos. Con ellos dimos la última batalla en las cuevas sobre la laguna de las Sombras. Todo el pueblo de los Hombres Antiguos pereció. Solo alguna mujer fue traída prisionera. Una de ellas la tuvo un jefe y la hija de la hija de su hija fue la Velluda. Pero luego estalló la guerra con los Claros. Hace mucho. No recuerdo. Sé que nosotros les robamos sus mujeres y ellos nos matan cuando caemos en sus manos. Halcón capturó a Arroyo Claro, y Ojo Largo y Oropéndola son sus hijos. (Pérez, 2015, p. 61)

En el momento en que comienza la narración de la saga, los Hombres Antiguos han desaparecido y, si bien los recuerdos son vagos y difusos, aún se encuentran rastros de su existencia en ciertos lugares, que incluso son respetados y venerados por el clan Nublares y sus clanes relacionados:

Nuestro clan no habita la cueva ni hace fuego para vivir en ella. Solo venimos aquí para celebrar nuestros rituales. Esos fuegos son los que hacía el Pueblo Antigo. El clan tiene memoria de ellos. Se nos parecían, pero dicen que no hablaban

como hombres. Se fueron. Nadie los vio después. En lo más profundo encontramos los restos de uno de ellos, cuyo cadáver habían desenterrado las hienas. (Pérez, 2016, p. 131)

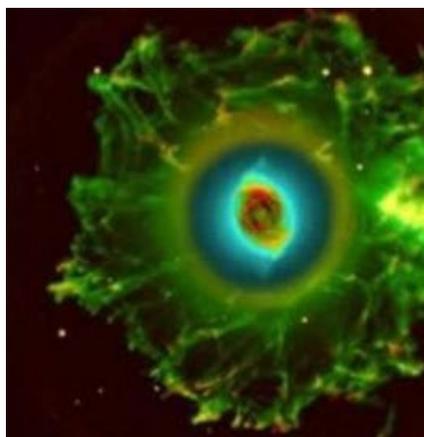
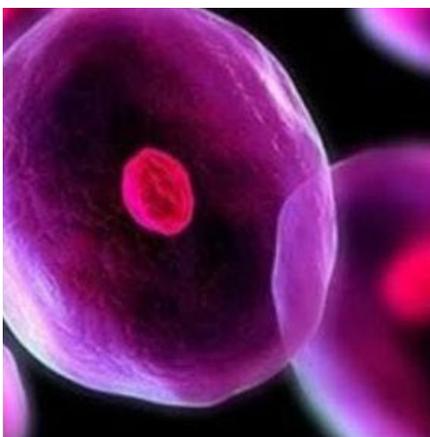
La descripción que se hace de ellos hace suponer que eran mucho más fuertes que los humanos del clan Nublares y capaces de fabricar herramientas: “Se decía que eran capaces de derribar con sus manos un gran ciervo y quebrarle el cuello, y que usaban robustas y largas lanzas cuyas puntas endurecían con el fuego y golpeaban con grandes hachas de dos caras” (Pérez, 2016, p. 181). Sin embargo, se denota que carecían de ciertas habilidades y conocimientos: “Pero no habían conocido ni el arco ni la flecha, ni habían aprendido a arrojar armas a mucha distancia a pesar de su fuerza” (Pérez, 2016, p. 181).

Por otra parte, se encontraban los Claros, con quienes el clan Nublares y sus relacionados mantenían una tensión constante, pero con quienes podían comunicarse y reproducirse. Sus hábitos eran más cercanos y, a pesar de ciertas diferencias físicas, los cazadores de Nublares los reconocían como iguales. Tanto con los Claros como con los Hombres Antiguos hubo descendientes y algunos miembros del clan eran reconocidos como tales, porque sus rasgos recordaban su origen: “los profundos ojos, las cejas salientes, las grandes narices y aquella mandíbula sin barbilla que parecía querer huir de su cara” (Pérez, 2016, p. 182).

El viaje del Arquero y el Hijo de la Garza aparece como un intento de reconocer lo nuevo, pero también lo pasado. Así, en el curso del viaje los protagonistas se encuentran con una comunidad que sabe de la posible existencia de algunos Hombres Antiguos y emprenden una expedición para buscarlos:

Hijo de la Garza quería verlos por sí mismo. Sabía que hacían fuego, que se tapaban con pieles, que la semilla de los hombres enganchaba en las entrañas de sus hembras, y que hablaban entre ellos, aunque sus sonidos sonaran incomprendibles para todas las gentes de los clanes humanos. (Pérez, 2016, p. 182)

Cabe señalar que la comunidad advierte a Hijo de la Garza que esas gentes no eran humanos porque no usaban amuletos ni trazaban símbolos. Esto es especialmente relevante porque en la visión del mundo de los clanes de cazadores era muy importante el uso de



▪ *Semejanzas entre una célula y una nebulosa*, 2011 | Foto: Código Oculto. Tomada de: Sergiobarbeira.com

figuras, dientes, pieles y huesos, entre otros objetos, como amuletos. Por otra parte, los rituales más importantes incluían plasmar figuras en zonas de las cuevas que se consideraban sagradas. En este sentido, se comprende que la ausencia de la capacidad simbólica se tomara como criterio para no considerarlos humanos.

Los protagonistas de esta parte de la saga encuentran finalmente a los últimos Hombres Antiguos a quienes observan y dan alimentos, pero sin llegar nunca a acercarse y a hablar. Solo dos individuos sobrevivían y cuando uno de ellos murió el otro lo enterró y puso sobre la tumba una cornamenta. Como agradecimiento a su ayuda, el último de esos hombres dejó como regalo un hacha de piedra, que tomó el Hijo de la Garza. En esta serie de escenas tácitamente se cuestiona que dichos humanos no pudieran tener una comprensión simbólica.

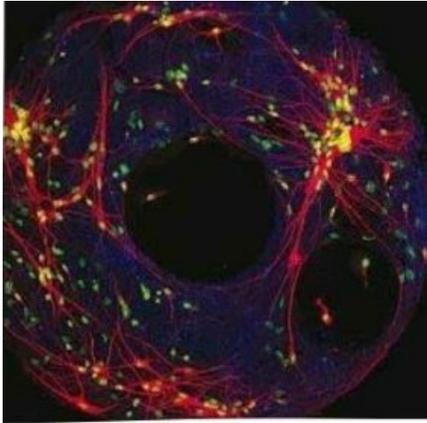
A pesar de que es casi imposible que para finales del Paleolítico se encontraran especies de humanos aparte del *Homo sapiens*, la saga presenta este panorama que permite imaginarse cómo pudieron darse los encuentros entre especies de humanos. Esto abre la posibilidad de cuestionar los criterios éticos que los humanos actuales tenemos para relacionarnos con otros seres que comparten rasgos similares a nosotros. En la actualidad sabemos que los animales no humanos pueden tener sensaciones similares a las nuestras y esto implica configurar una forma de relacionarse con ellos que no se base en desconocer que algo tenemos en común. Es decir, con independencia de la fidelidad del relato al juntar hechos que no fueron sincrónicos, como

el surgimiento de la agricultura y la coexistencia entre especies humanas, permite una reflexión sobre qué es lo que caracteriza a lo humano.

## Comentarios finales

La literatura, como todo el arte, trata de ver nuevos ángulos de la realidad y presentar perspectivas, pasadas, presentes y futuras, diferentes a las convencionales. En la tradición occidental, el arte y su materia prima, la imaginación, se han considerado contrapuestas a la ciencia. No obstante, la imaginación es útil e indispensable para la ciencia porque es un medio para formular nuevas ideas, soluciones y explicaciones, pero también porque es un recurso para reflexionar sobre la ética, los límites del conocimiento tecnológico y científico y su efecto sobre la vida humana. En otras palabras, no puede haber ciencia sin ficción.

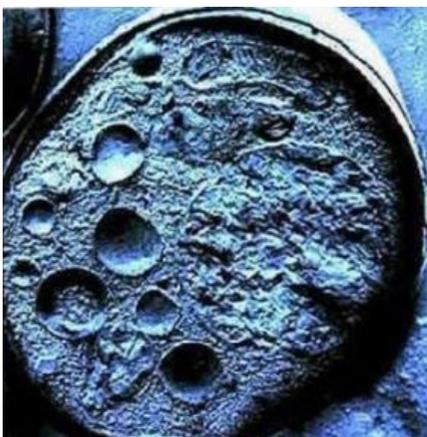
La saga Nublares hace una ficción del pasado que abre un horizonte de posibilidades para reconocer lo diversa y elaborada que pudo ser la tecnología con la que contaban los seres humanos en el pasado. En las prácticas curativas, en las técnicas para elaborar aparatos de pesca y de caza, entre otros, de los personajes de la saga, se evidencia que el conocimiento humano convertido en tecnologías ha moldeado la naturaleza humana. Es decir, esta saga revela que incluso en momentos que podrían juzgarse como primitivos, los seres humanos resolvieron sus problemas apelando al conocimiento acumulado y a la tecnología desarrollada en este proceso.



▪ *Semejanzas entre una célula y una nebulosa*, 2011 | Foto: Código Oculto. Tomada de: Sergiobarbeira.com

Este tipo de relatos de ficción del pasado puede ser una importante herramienta para facilitar la comprensión de los hallazgos de la ciencia. ¿Qué significa ser humano?, ¿qué es lo que constituye la naturaleza humana?, son preguntas que no pueden resolverse dejando de lado al mundo tecnológico creado por los humanos. A través de escenas, personajes y conocimientos es posible imaginar mundos, pasados y futuros, en los que lo tecnológico moldea el mundo. En efecto, la exploración del mundo que presenta la saga revela que la tecnología no solo cambió nuestra forma de producir y explotar los recursos naturales, sino que fue un elemento que desencadenó transformaciones sociales profundas.

Las narrativas pueden ser usadas como puente entre el pensamiento narrativo y el modo de pensar lógico-científico (Negrete y Lartigue, 2004). Comunicar los hallazgos de la ciencia sobre el pasado se facilita cuando se configuran tramas que vinculan acontecimientos dispersos para ofrecer explicaciones que pueden cobrar sentido y verosimilitud para los lectores. Desde luego, esto supone una tensión entre ficción y realidad, pero que no impide usar este recurso, a pesar de que se tengan en cuenta sus límites. Por otra parte, este tipo de recurso permite explorar aspectos éticos y sociales de la ciencia y la tecnología, al presentar situaciones en las que estas se vinculan al poder y al control.



▪ *Semejanzas entre una célula y la luna*, 2011 | Foto: Código Oculto. Tomada de: Sergiobarbeira.com

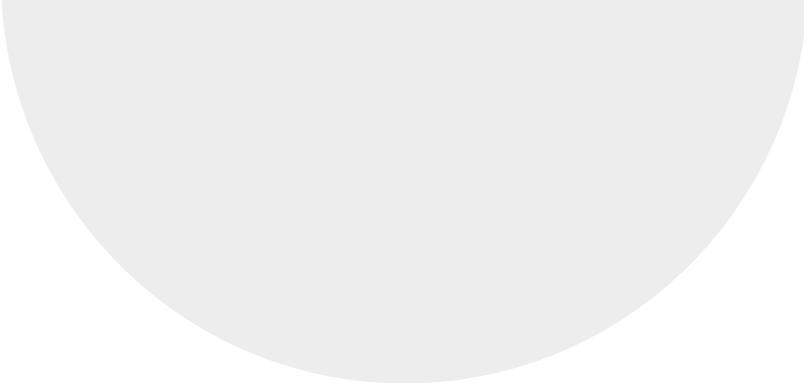
## Referencias bibliográficas

1. ALDISS, B. y Wingrove, D. (2001). *Trillion Year Spree: The History of Science Fiction*. House of Stratus.
2. BARCELÓ, M. (2005). Ciencia y ciencia ficción. *Revista Digital Universitaria*, 6(7), 2-10.
3. BAR-YOSEF, O. (2017). Multiple Origins of Agriculture in Eurasia and Africa. En M. Tibayrenc y F. Ayala (eds.), *On Human Nature* (pp. 297-331). Academic Press.
4. BRUNER, J. (1991). The Narrative Construction of Reality. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21.
5. CERTEAU, M. (2007). *Historia y psicoanálisis entre ciencia y ficción*. Universidad Iberoamericana, Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Occidente.
6. CLUTE, J. y Nicholls, P. (1995). *The Encyclopedia of Science Fiction*. St. Martin's Griffin.
7. CRITTENDEN, R. G. y Bennett, L. E. (2005). Cow's Milk Allergy: A Complex Disorder. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(6 Supl.), 582S-591S.
8. CSICSERY-RONAY, I. (2008). *The Seven Beauties of Science Fiction*. Wesleyan University Press.
9. DALY, K. G., Mattiangeli, V., Hare, A. J., Davoudi, H., Fathi, H., Doost, S. B., et al. (2021). Herded and Hunted Goat Genomes from the Dawn of Domestication in the Zagros Mountains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(25), e2100901118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100901118>
10. ELGIN, C. (2014). Fiction as Thought Experiment. *Perspectives on Science*, 22(2), 221-241.
11. ENGELS, F. (1974). *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. Progreso.
12. IACCARINO, M. (2003). Science and Culture. Western Science Could Learn a Thing or Two from the Way Science Is Done in Other Cultures. *EMBO Reports*, 4(3), 220-223. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.embor781>
13. IBÁÑEZ, J. J., González-Urquijo, J., Teira-Mayolini, L. C. y Lazuén, T. (2018). The Emergence of the Neolithic in the Near East: A Protracted and Multi-regional Model. *Quaternary International* 470, 226-252.
14. INGRAM C. J., Mulcare, C. A., Itan, Y., Thomas, M. G. y Swallow D. M. (2009). Lactose Digestion and the Evolutionary Genetics of Lactase Persistence. *Human Genetics*, 124(6), 579-591. doi: 10.1007/s00439-008-0593-6
15. KLUYVER, T. A., Jones G., Pujol, B., Bennett, C., Morkford, E., Charles M., Rees, M. y Osborne, C. P. (2017). Unconscious Selection Drive Seed Enlargement in Vegetable Crops. *Evolution Letters*, 1-2, 64-72. doi: <http://doi.org/10.1002/evl3.6>
16. MCPHERRON, S., Alemseged, Z., Marean, C., Wynn, J. G., Reed, D., Geraads, D., Bobe, R. y Béarat, H. A. (2010). Evidence for Stone-Tool-Assisted Consumption of Animal Tissues before 3.39 Million Years Ago at Dikika, Ethiopia. *Nature*, 466, 857-860. <https://doi.org/10.1038/nature09248>
17. MOSQUERA, M. (2020). De matrices, híbridos y síntomas: ciencia ficción y realismo en tres novelas latinoamericanas contemporáneas. *Mitologías Hoy*, 22, 281-296.
18. NEGRETE, A. y Lartigue, C. (2004). Learning from Education to Communicate Science as a Good Story. *Endeavour*, 28(3), 120-124. <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2004.07.003>
19. PÉREZ, A. (2015). *Nublares*. Ediciones B.
20. PÉREZ, A. (2016). *El hijo de la garza*. Ediciones B.
21. PÉREZ, A. (2017a). *El último cazador*. Ediciones B.
22. PÉREZ, A. (2017b). *La mirada del lobo*. Ediciones B.
23. RICOEUR, P. (2018). *Tiempo y narración I*. Fondo de Cultura Económica.
24. RODRÍGUEZ, D. (2015). Acercamientos a la ciencia ficción. *La Palabra*, 17, 173-187.
25. SCHMEINK, L. (2016). *Biopunk Dystopias. Genetic Engineering, Society, and Science Fiction*. Liverpool University Press.
26. SCHOLLES, R. y Rabkin, E. (1982). *La ciencia ficción. Historia, ciencia, perspectiva*. Taurus.
27. STUART, M. (2014). Imagination: A Sine Qua Non of Science. *Croatian Journal of Philosophy*, 17(49), 9-32.
28. STUART, M. (2016). Taming Theory with Thought Experiments: Understanding and Scientific Progress. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 58, 24-33.
29. SUVIN, D. (1972). On the Poetics of the Science Fiction Genre. *College English*, 34(3), 372-382.
30. TATEO, L. (2020). *A Theory of Imagining, Knowing, and Understanding*. Springer.
31. TIRADO, F. (2004). Ciencia ficción y pensamiento social. *Athenea Digital*, 6, 1-5.
32. VANDEVELDE, P. (2018). El suplemento de la imaginación en la narración. O de como Husserl aporta un complemento a la perspectiva de Ricoeur. *Anuario Filosófico*, 51(2), 347-373.
33. WILTSCHE, H. A. (2021). The Forever War: Understanding, Science Fiction, and Thought Experiments. *Synthese*, 198, 3675-3698. <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02306-6>



▪ *Vivero estelar*, 2021 | Foto: JC Tan, R. Fedriani, Judy Schmidt / NASA y ESA. Tomada de: Nasa.gov





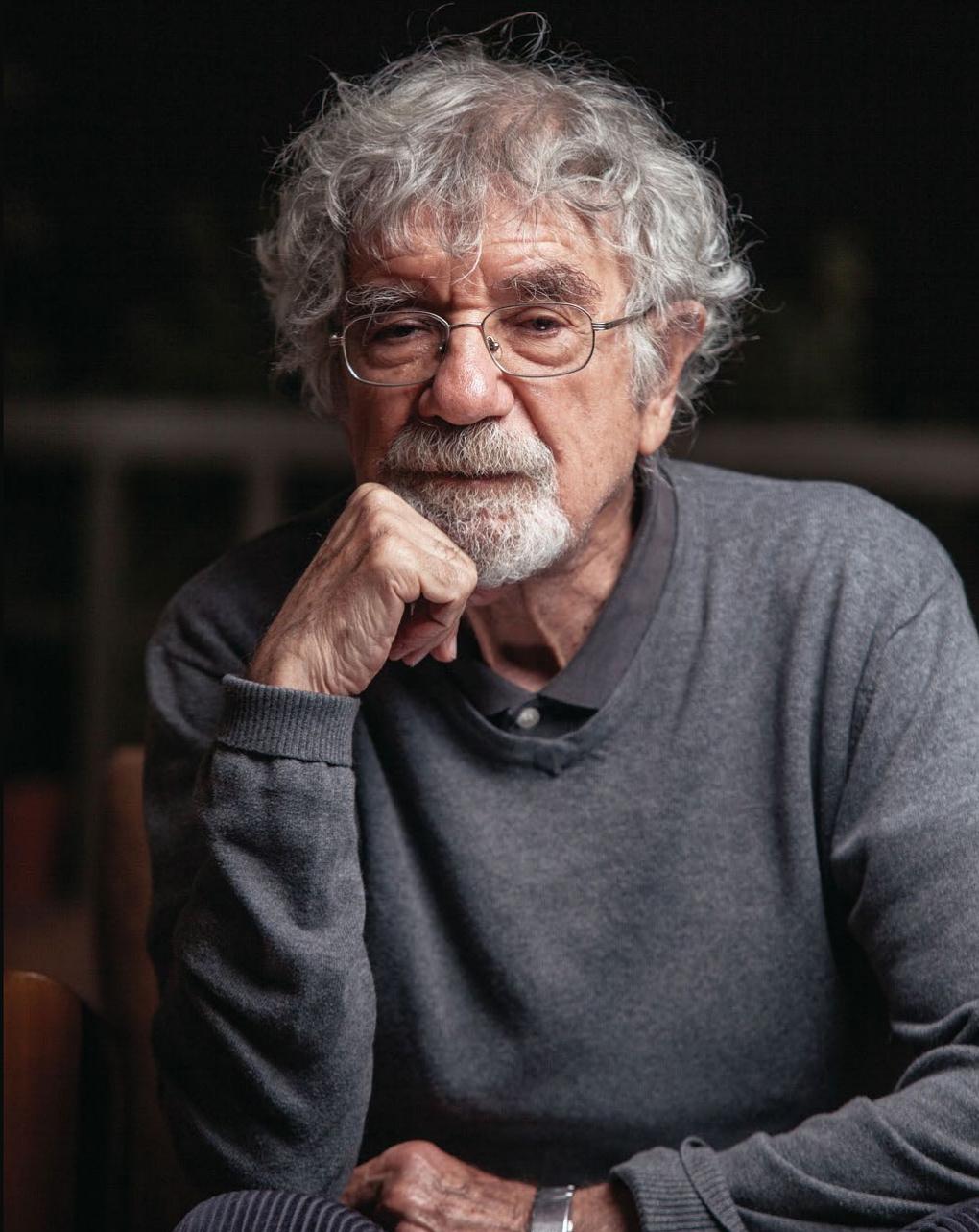
# Procesos de Creación

---

*Processos de Criação*

---

*Creation Processes*



▪ Entrevista a Revista *Capital On Line*, Chile, 2016 | Foto: Verónica Ortiz

# "Maturana" a la deriva\*

"Maturana" à deriva

"Maturana" Adrift

Geovanni Forero\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a13

Este artículo busca presentar una invención literaria, la narración de una experiencia imaginada que toma como base al recientemente desaparecido neurocientífico chileno Humberto Maturana. "Maturana", organismo y por tanto autopoiesis, abre los ojos, los oídos, despliega su tacto en una montaña oscura boscosa, en la sensibilidad de su experimentar se va acoplando, y va construyendo "dominios de realidad" en los que va traduciendo su corporeidad, su acoplaje al mundo. "Maturana" a la deriva se ha ensamblado progresivamente desde la montaña hasta descender a la ciudad, donde la reflexión de la sociedad no será ajena a entender la organización social del organismo humano. "Maturana" a la deriva conecta lo biológico y lo social.

**Palabras clave:** Humberto Maturana, autopoiesis, deriva natural, sociedades, lenguaje, dominios cognitivos.

*Este artigo procura apresentar uma invenção literária, a narração de uma experiência imaginada que toma como base ao recentemente desaparecido neurocientífico chileno Humberto Maturana. "Maturana", organismo e por tanto autopoiese, abre os olhos, os ouvidos, desdobra seu tacto em uma montanha escura florestada, na sensibilidade de seu experimentar vai se acoplando, e vai construindo "domínios de realidade" nos que vai traduzindo sua corporeidade, sua acoplagem ao mundo. "Maturana" à deriva se tem ensamblado progressivamente desde a montanha até descer à cidade, onde a reflexão da sociedade não será alheia a entender a organização social do organismo humano. "Maturana" à deriva conecta o biológico e o social.*

**Palavras-chave:** Humberto Maturana, autopoiese, deriva natural, sociedades, linguagem, domínios cognitivos.

*This article seeks to present a literary invention. The narration of an imagined experience based on the recently deceased Chilean neuroscientist Humberto Maturana. "Maturana", an organism and therefore, autopoiesis, opens its eyes, ears, unfolds its touch in a dark wooded mountain. In the sensitivity of its experience it settles in and builds "domains of reality" in which it translates its corporeity, its coupling to the world. "Maturana" adrift has progressively assembled from the mountain down to the city, where society's reflection will not be external to the understanding of the human organism's social organization. "Maturana" adrift connects the biological and the social.*

**Keywords:** Humberto Maturana, Autopoiesis, Natural Drift, Societies, Languaging, Cognitive Domains.

\* Este texto pretende hacer un homenaje póstumo al maestro Humberto Maturana, fallecido el pasado 6 de mayo del 2021. Reconocido biólogo, filósofo y escritor chileno, premio nacional de Ciencias en 1994 y uno de los científicos más influyentes en su campo alrededor del mundo.

\*\* Docente de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá (Colombia) (Colombia). Magister en Investigación en Problemas Sociales Contemporáneos de la Universidad Central, Psicólogo de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. E-mail: geovanni.forero.psicologo@gmail.com

original recibido: 10/08/2021  
aceptado: 25/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
nomadas.ucentral.edu.co  
nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 219-226

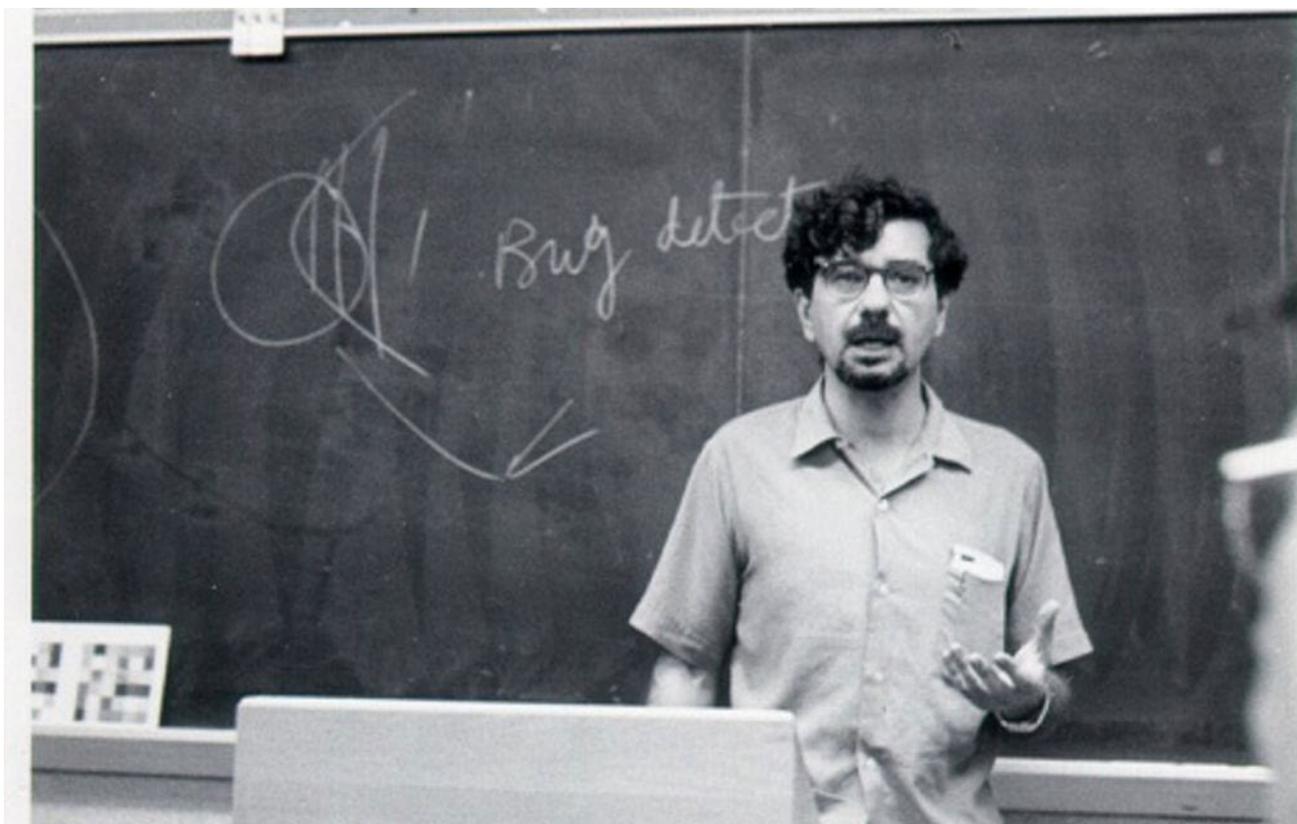
La modernidad ha quebrantado en su logicismo la forma de narrar el mundo, lo biológico y lo cultural aparecen como mundos separados; mundos que la ciencia moderna ha contribuido a naturalizar en divergencia, a construir estructuras sólidas clasificatorias de las cuales, con guantes de látex, científicos y filósofos “higienizados” y eugenésicos van tomando rastros del mundo para meterlos, bien en lo social, o bien en lo biológico. El procedimiento clasificatorio, como si de separación de “basuras” se tratara, un poco con asco un poco con distancia, desnaturaliza y “neutraliza” la mirada del observador. Un organismo como “Maturana”, sumatoria de órganos autoorganizados, entiende que la separación “objetivizante” y racional del mundo es arbitraria. En cuanto que lo humano no es exclusivo ni puramente racional, sino ante todo corporeidad acoplada a la corporeidad mundo, la objetividad racional se resquebraja, no hay mirada universal. “Maturana” organismo biológico es también organismo social. Los científicos y filósofos son organismos acoplados. Lo biológico es social y lo social es biológico. “Maturana” como organismo a la deriva surgido en la montaña y ensamblado posteriormente a la ciudad, no deja de ser organismo, vida autoorganizada, autopoiesis. “Maturana” en la montaña es biología y cultura, como las abejas. “Maturana” en la ciudad es cultura y biología como los humanos. “Maturana” a la deriva es una narración literaria del tránsito en el cual “él” narra su cuerpo biológico para entenderse como parte de sistemas autoorganizados de tercer orden, las sociedades. Maturana sin comillas (pero también entre comillas) es una apuesta reflexiva, científica y filosófica por la vinculación de lo que la modernidad separó.

¿Cómo vincular lo biológico y lo social?, haciendo un recorrido sobre cómo Maturana entendió la per-

cepción, la vida, la adaptación de los organismos, las sociedades como autopoiesis de tercer orden, el lenguaje como acción base de lo social, el pensamiento como dominio cognitivo (sistema de acoplamiento) y, por ende y por último, la objetividad.

## En la deriva...

“Maturana” camina en la incertidumbre. Noche oscura montañosa y vital. “Él”, rodeado de ruidos, animales, a veces silencios, superficies que se mueven o que están estáticas, humedades y rugosidades de todo orden. En ese espacio insoldable se va moviendo sin temor, su percepción se va acoplando a un lugar que no se presenta como unidad homogénea. Lo que se ha llamado “captar la montaña” es para “él” una equivocación, no cree que se le pueda llamar percepción a sentir y experimentar esos ruidos de la montaña que se van acoplando en su trasegar de caminante. La percepción no es esa toma de información de un objeto pasivo, como si de un mundo muerto, ajeno se tratara. Se distancia de la creencia racionalista de que los ojos fueron puestos para que una entidad racional, que viera un árbol, se alimentara de información o de datos. Entiende el percibir como un conjunto de “acciones a través de correlaciones sensoriomotoras” (Maturana, 1996, p. 154), es decir, percibir no es captar, percibir es actuar, y actuar es relacionarse con un mundo activo que se deforma continuamente. Los sonidos de pisadas de animales que lo acompañan son su relacionamiento con el mundo, el árbol del que se toma para no caer es un anclaje vivo con el bosque, el olor de la humedad boscosa es un acoplamiento de esa naturaleza que se mueve con fuerza. “Él” no ve, oye, huele para captar información; él es olor, sonido y tacto al mismo tiempo. Percibir, entonces, plantea la relación profunda en la cual



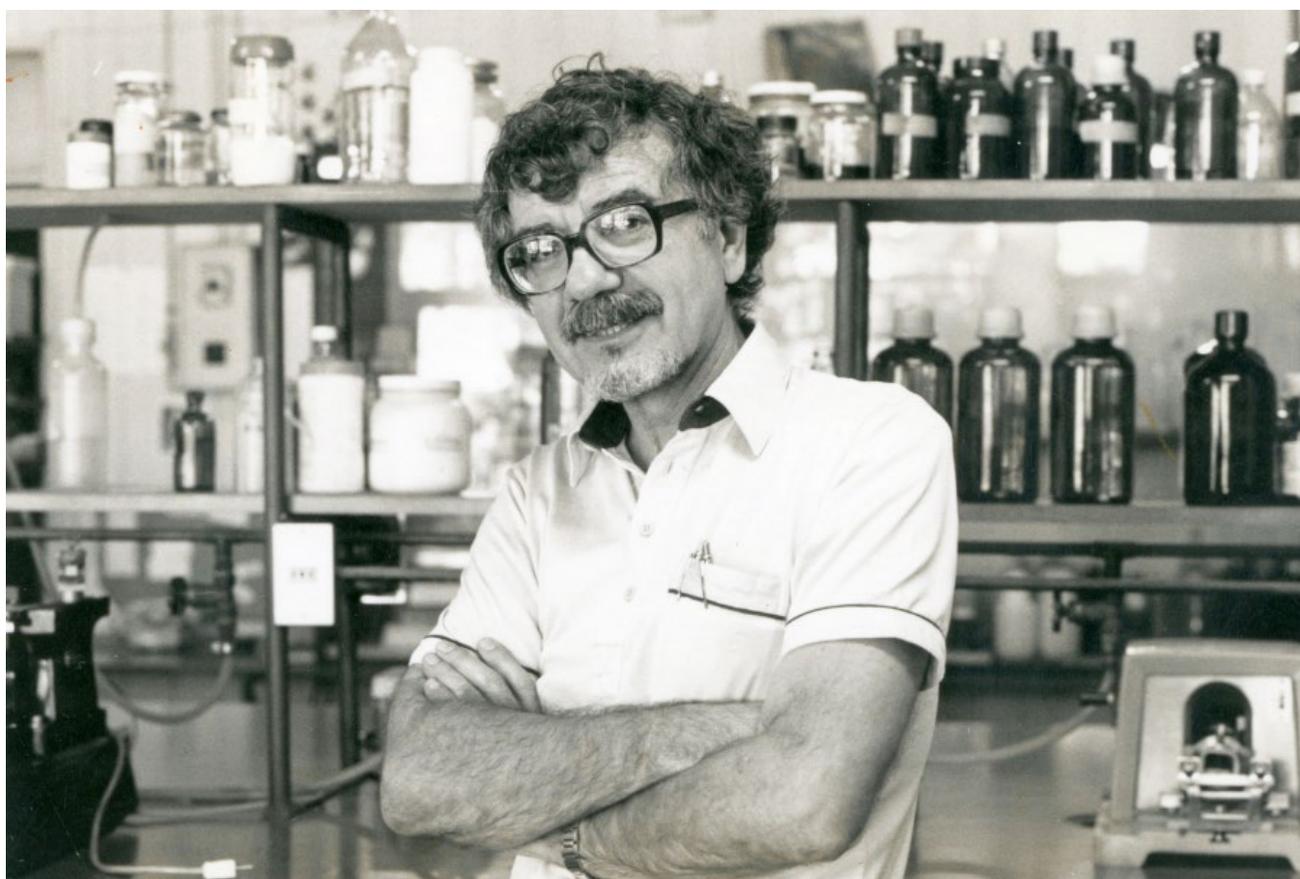
▪ En la Universidad de Harvard (Estados Unidos), 1958 | Foto: Universidad de Harvard

el observador y el observar son lo mismo. “Maturana” el caminante se relaciona en movimiento activo con un mundo que también está en activo movimiento.

La noche vital y al mismo tiempo pesada en la gran montaña es el gran marco de relacionamiento de “Maturana”. Sobre la roca en la que se ha sentado a descansar se pregunta “¿Qué es un ser vivo?”, “si la percepción no es la captación de información de un mundo pasivo, ¿puede ese ser vivo, ser una entidad activa, más que un simple receptor de datos para adaptarse al medio?”. El organismo se ha levantado de la piedra que lo acogió y se ha echado a andar nuevamente. A cada paso en el que transita reconoce este mundo cambiante y variante, un mundo oscuro de formas irregulares, un mundo en el que sus pasos se deben ir acoplando a sus variaciones, un mundo de pisos lisos y suaves y a veces lisos y resbalosos, un mundo de pendientes rocosas o a veces pastosas, terrenos que se configuran y se desfiguran. “Él” como organismo caminante se da cuenta de otros organismos: unos florecen, otros se quiebran, unos pequeños que vuelan, otros que aletean en la diversidad de plumajes, otros que reptan en las superficies, otros que

caminan y lo hacen desde una gran variedad de formas de patas. Parece que todos se han acoplado al mundo de diversas maneras, parece que ese mundo activo más la diversa actividad de estos organismos se han anclado mutuamente: “[...] los seres vivos son verdaderos remolinos de producción de componentes” (Maturana, 1995, p. 5). “Entonces, lo que se ha llamado adaptación no es más que otro concepto mal planteado”, piensa.

La vida no es un proceso pasivo de adaptación por parte de un organismo a un entorno, es un proceso de autoproducción molecular, *autopoiesis* es el nombre que le dará. La vida es entonces el proceso de mantenimiento de una organización, pero no de una organización determinada o configurada por un entorno, sino la autoorganización molecular que está siempre en relación histórica con el medio. Todos esos organismos captados por “Maturana” (incluyéndose “él” mismo) se pueden entender como entidades autónomas, es decir, mantienen una estabilidad en su organización de tal manera que les permite relacionarse con el medio, “adaptarse” (Maturana y Varela, 1997). Todos estos organismos reptantes, voladores, caminadores mantienen



▪ En el laboratorio de la Escuela de Medicina, Universidad de Chile, 1988 | Foto: Archivo Cedoc

una organización, pero esta organización no se establece para satisfacer las “elecciones” del medio, el gran selector como se había entendido en la lógica de la teoría de la selección natural; ellos conservan su organización en cuanto que mantienen la unidad del organismo vivo: “[...] lo que es peculiar en ellos es que su organización es tal que su único producto es sí mismos, donde no hay separación entre productor y producto” (Maturana y Varela, 2009, p. 29). En medio de la oscuridad, bajo la frondosidad de los árboles, ve un rayo de luz de luna atravesar “el ser y hacer de una unidad son inseparables, y esto constituye su modo específico de organización” (Maturana y Varela, 2009, p. 29).

“Maturana” caminante, organismo sin nombre que se desplaza. Organismo autoproducido en relación con las circunstancias de su entorno, no está allí como esclavo del medio, está allí como organismo autoproducido que con humildad estará destinado a configurarse en relaciones históricas con el mundo. Su corporalidad es el acercamiento profundo a la encarnación de la llamada deriva natural. “Maturana” no es un organismo

adaptado, es un organismo a la deriva. Todos los organismos autoproducidos que hay en la montaña han surgido de variaciones, todos son unidades determinadas estructuralmente. ¿Determinadas? Sí, pero por su propia estructura en interacción; es decir, los cambios que estos organismos han sufrido históricamente están determinados por una estructura propia que está organizada, estructura que cambia en relación con su propia dinámica y las interacciones del medio, lo que da como resultado un *acoplamiento estructural* entre el organismo y el medio, pero ante todo como sistemas independientes aunque relacionados (Maturana y Varela, 2009). Gusanos, gavilanes, colibríes, arañas, ratones, organismos de la montaña, son seres a la deriva, seres que no se hallan determinados por la ontología funcional, teleológica y adaptativa del “más apto”, pues todos son aptos. La deriva natural que “Maturana” experimenta en sí y en el mundo sobre el que camina o bajo el que es caminado, está referida a que: “No hay sobrevivencia del más apto. Se trata de condiciones necesarias que pueden ser satisfechas de muchas maneras y no de una optimización de algún criterio ajeno a la

sobrevivencia misma" (Maturana y Varela, 2009, p. 75). "Maturana" organismo humano y biólogo, hermano de otros organismos, no entiende la "evolución" en cuanto que progreso u optimización, la entiende como conservación continua de la adaptación y de la autopoiesis. Organismos entendidos en la eternidad de "estar" en el mundo, no para "ser mejores" sino para permanecer en un continuo acoplamiento estructural. Dos cuerpos entregándose, el cuerpo del organismo y el cuerpo del mundo que se dan a sí mutuamente.

"Maturana" en deriva natural va bajando de la montaña, los sonidos, los olores, las texturas empiezan a transitar a nuevos matices. Progresivamente y a distancia, en la llegada a la base de la montaña, aparece un nuevo conjunto diverso de formas, de estruendos, de superficies, es la ciudad. Es un mundo de nuevas formas y de nuevas organizaciones; allí, lo no vivo también está organizado, así como los seres vivos que se acoplan a este mundo de eternas modificaciones constantes. ¿Hay diferencia entre vivir en la montaña o vivir en la ciudad? No, simplemente acoplamientos estructurales diferentes. "Él", organismo fluyente se detiene un momento ante la aparición de los otros, esos otros acoplados que han modificado ampliamente su entorno, permitiendo la configuración de edificios, vehículos, ruidos nuevos, nuevos objetos, objetos técnicos desplegados en diversidad. "Maturana" se pregunta: "¿Es la sociedad humana un ser vivo?", y su respuesta es: no, simplemente son "autopoiesis de tercer orden", no son seres vivos, pero están constituidas por organismos vivos, "[...] no lo son en el dominio orgánico [...] lo que [la] define [es la] forma de relación entre los organismos que los componen, y que connotamos en la vida cotidiana en el preciso momento en que los distinguimos en su singularidad como tales al usar la noción de "sistema social" (Maturana y Varela, 1997, p. 19).

Este nuevo entramado de relaciones que se establecen con organismos humanos será la base de reflexión de "Maturana" (o en los términos de ese organismo centro de esta corporeización escrita "dominio cognitivo"). Lo biológico para "Maturana" también es el fundamento para la explicación de lo social. Allá, en la ciudad distante, "Maturana" ve como esos organismos masificados se hallan tomando un bus, hablando en las esquinas, trabajando en las oficinas de los edificios, conviviendo en casas, compartiendo comida en restaurantes, concentrados en templos e iglesias, algunos batallando por los

recursos y estableciendo dominios de realidad. La organización social toma como fundamento conservar la vida de los seres humanos, por eso sus conductas los definirán como miembros de una sociedad (acciones no creencias). Como una organización, un sistema social cambia con la pérdida o la incorporación de miembros: en tanto que las sociedades pretenden preservar la vida, tienden a ser conservadoras en su organización. Por eso, un organismo "Maturana", "Varela", "Ramón", "Damián" o cualquier "Yo" puede participar en uno o varios sistemas sociales, en la medida en que sus acoplamientos no amenacen la estabilidad. Sin embargo, un organismo podrá producir cambios progresivos, nuevos acoplamientos y nuevas variaciones en su propia estructura y en las estructuras del sistema. En el sistema social se necesita la "recurrencia en las interacciones que resultan de la coordinación de sus miembros, es decir, deben darse la recurrencia de interacciones cooperativas" (Maturana, 1995, p. 12). "Maturana" organismo acoplado al mundo, organismo acoplado a otros organismos, y en esencia organismo humano entre los humanos habla del amor, esa "pegajosidad biológica" que permite que las sociedades se conserven. La premisa fundamental de "Maturana" a este complejo humano, a esa ciudad habitada por organismos humanos, será: "El devenir histórico de cualquier sociedad es siempre el resultado de estos dos procesos: conservación y variación" (Maturana, 1995, p. 10).

"Maturana" a la deriva ha ido emergiendo entre su ser y el ser del mundo, llegando por fin al centro de la ciudad ruidosa, allí la multitud de caminantes de "yos" sostienen conversaciones, la forma en que ese conglomerado de humanos opera es través del lenguaje, y en tanto esta acción de usar el lenguaje es continua diremos *lenguajear*. "Maturana" ha entrado al observar y observarse, no hay que olvidar que es el un organismo humano, y por tanto constituido en el lenguaje, ese mecanismo fundamental de interacción propio de los sistemas sociales humanos: "En otras palabras, toda nuestra realidad humana es social y somos individuos, personas, solo en cuanto somos seres sociales en el lenguaje" (Maturana, 1995, p. 13). Lenguajear, conversar, emocionar, así cada organismo humano se va desplegando, se va enactuando, va siendo. Cada humano experimenta el acto de lenguajear, no solo con otros, sino que la acción también es consigo, se lenguajea para otros y para sí. La individualidad que vivimos como seres humanos es social, y al ser "humanamente social es



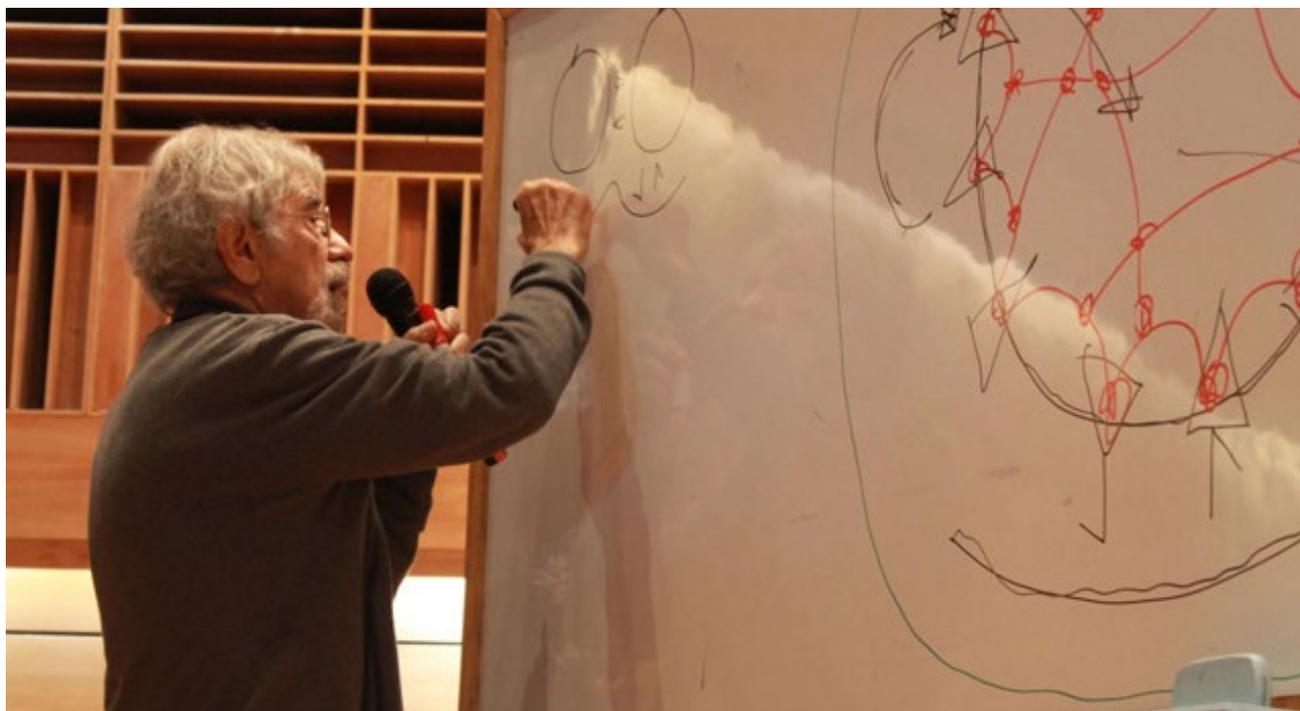
▪ Clase magistral en la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso (Chile), 2015 | Foto: UPLA

lingüísticamente lingüística” (Maturana, 1995, p. 16), y agregará: “Así, el lenguaje da al ser humano su dimensión espiritual en la reflexión, tanto a la autoconciencia como de la conciencia del otro” (Maturana, 1995, p. 16).

“Maturana”, sentado mientras observa a la gente ir de aquí para allá entre risas, rabias y tristezas, se cuestiona: ¿puede un animal hablar de la mentira?, ¿puede un humano, organismo biológico, hablar de la mentira, o creer en la mentira? En cuanto que seres biológicos autopoiéticos, lo relevante es el acto en el que nos hemos acoplado como organismos al mundo. ¿Verdad o mentira?, no es relevante. Solo la creencia en el mundo “objetivo” nos hace cuestionar sobre la verdad y la mentira. Cuando se cree en el mundo objetivo se piensa en la “vida interior”. Parece que la marca (falsa marca) de lo humano, es lo psíquico, una pretendida “rareza” de lo humano, pero todo organismo experimenta esta vida psíquica, esta experiencia fenomenológica es común a todos los organismos, humanos o no, puedan o no puedan dar cuenta de ella. Volvamos a lo humano, a “Maturana” y a todos “nosotros”: se es humano en el vivir y ese vivir es lo que en la vida cotidiana se entiende como psíquico, pero lo psíquico nuevamente es también lo biológico. Los humanos somos animales ligados a unos dominios de existencia, volviendo a lo biológico, a una base estructural determinada. Esos

acoplajes particulares, estos relacionamientos que cada uno de nosotros establecerá con el mundo, es lo que marcará nuestro dominio de relacionamiento en el mundo. Podríamos establecer una máxima de la realidad: “A todos, la misma calle, pero cada uno en un acoplaje particular con la misma”, es decir, el mismo mundo habitado por todos, pero cada uno (organismo humano o no) acoplado corporalmente de una manera particular. “Humanos”: unos han bajado de la montaña, otros están subiendo a una torre de edificios, otros están en la calle vendiendo, otros están en su finca ordenando el despojo de tierras; en últimas, todos configurados por esos dominios particulares de acoplamiento, su percepción ligada a estos acoplamientos, y su razonar determinado por este sistema de relacionamientos.

Sus interacciones se dan como una totalidad. Maturana conversa y lenguajea: “La vida psíquica, es nuestro modo de vivenciar nuestro espacio relacional como seres humanos, y este vivenciar nuestro pasa por nuestro conversar sobre nuestro vivir en el conversar” (Maturana, 1996, p. 191). “Cuando decimos ‘yo pienso’, ¿A que nos referimos?”, se cuestiona “Maturana” mirando la montaña. “Más aún, aunque lo psíquico, lo mental y lo espiritual son formas que el ser vivo tiene de vivir su dinámica relacional, se viven en la soledad individual,



▪ Clase magistral en la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso (Chile), 2015 | Foto: UPLA

porque el vivir individual de un ser vivo particular como dinámica fisiológica se configura en el vivir de ese ser vivo de un modo que solo hace sentido en el espacio relacional de ese ser vivo” (Maturana, 1996, p. 196).

Es decir, “pensar” ante todo es un conversarse, una acción que se ha configurado a partir de un relacionamiento corporal con el mundo, este pensar es lo que “Maturana” llamará *dominio de realidad* (Maturana, 1997). Podríamos concluir que no hay una “racionalidad pensante” sino una corporeidad actuante. Aquel humano sentado sobre la acera de la calle fría se ha acoplado corpóreamente a este mundo, y una vez acoplado su cuerpo habrá acoplado su conversar, su razonar, su emocionar: “[...] cada dominio de realidad constituye un dominio de explicaciones de la praxis del vivir del observador en tanto él usa recursivamente las coherencias operacionales que la constituyen, para generar reformulaciones explicativas de su praxis de vivir” (Maturana, 1997, p. 24). Esos dominios de explicaciones (razonar, conversar, emocionar) especifican un dominio cognitivo, lo que no implica que sea una forma en la que un sujeto racional piensa el mundo, sino la forma en que corporalmente un organismo se ha acoplado al mundo. Dos humanos de la calle fría discuten sobre el mismo evento, uno cree en A y el otro en B (ambos están dispuesto a morir por la “razón”), pero esto solo

muestra que “ellos” y “nosotros” y “Maturana” se han y nos hemos acoplado corporalmente al mundo de distinta manera (no hay verdad objetiva, no hay argumentos racionales, solo acoplamientos y enacciones).

Los humanos vivimos en comunidades cognitivas con dominios cognitivos particulares, dominios cognitivos de pocos o muchos organismos humanos que son compartidos, y a eso es a lo que llamamos cultura. “Maturana” el caminante se relaciona entonces con una diversidad de dominios de realidad, un multiverso en el que no prima la objetividad universal (Maturana, 1997). Cada humano con un dominio de realidad particular estará a su vez configurado por los acoplamientos que establecerá con esa serie de relacionamientos compartidos, la cultura y, en la medida en que así sea, la conciencia, no es más que un sistema de relaciones que se experimenta en el conversar, no hay una interioridad-exterioridad, solamente una forma de nombrar, conversar que llamo “Yo”. Maturana reconoce que no es más que “Maturana”, su deriva lo ha llevado a una nueva forma de lenguajear, él es solo un organismo que transita, conversa con otros y consigo mismo. Maturana se entrega a la deriva porque no hay diferencia entre deriva y organismo. Maturana a la deriva como organismo biológico y organismo social, biología culturizada y cultura biologizada.

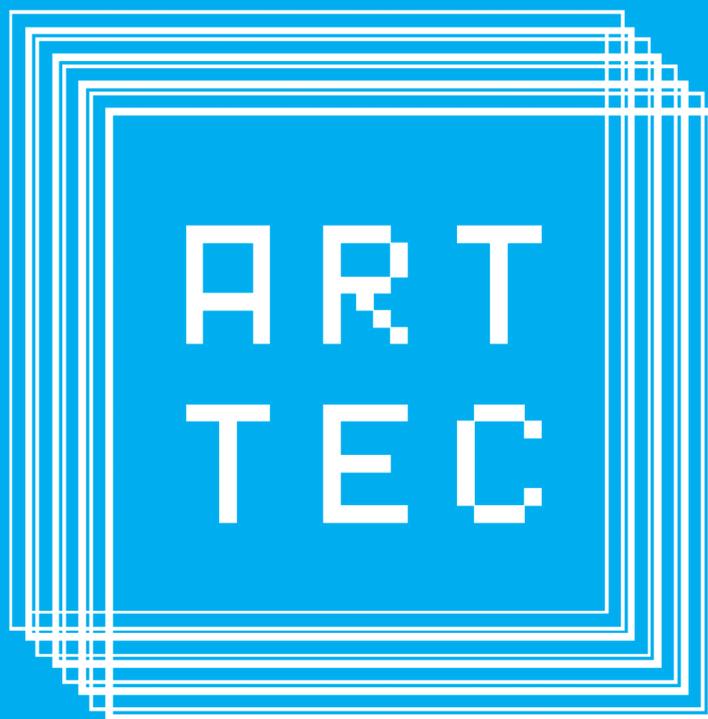


▪ Con Ximena Dávila en Encuentro humanístico, Universidad Técnica Nacional, Quesada (Costa Rica), 2017 | Foto: UTN

## Referencias bibliográficas

1. MATURANA, H. (1995). *La realidad: ¿objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*. Anthropos.
2. MATURANA, H. (1996). *El sentido de lo humano*. Dolmen.
3. MATURANA, H. (1997). *La objetividad: un argumento para obligar*. Dolmen.
4. MATURANA, H. y Varela, F. (1997). *De máquinas y seres vivos*. Editorial Universitaria.
5. MATURANA, H. y Varela, F. (2009). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Editorial Universitaria.

Artista invitado



FESTIVAL — ARTE Y TECNOLOGÍA

Artista invitado

FESTIVAL  
**ARTTEC**  
ARTE Y TECNOLOGÍA



- Fotograma del video que recoge la experiencia | Festival ArtTec, 2019

**E**l Festival ArtTec es nuestro invitado en esta edición de *NÓMADAS*. El camino recorrido por el festival desde el año 2015 ha sido un espacio de convergencia entre Arte y Tecnología y una plataforma cultural que se ha propuesto impulsar las artes contemporáneas y los nuevos medios, articulando a una red de artistas nacionales e internacionales. ArtTec es un encuentro con la experiencia a través de obras interactivas, instalaciones audiovisuales, actividades académicas, talleres, exposiciones, intervenciones artísticas, residencias artísticas, laboratorios de creación, en el que confluyen la tecnología, el arte y la música.

[www.festivalarttec.art/en-directo](http://www.festivalarttec.art/en-directo)

## Sus creadores

### Natalia Reyes Escobar

Diseñadora de medios audiovisuales del Instituto Europeo de Diseño, con Máster en Cine Digital y Video Interactivo de la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona). Su interés por las artes y la cultura la han llevado a participar en diferentes colectivos y proyectos en los últimos nueve años, explorando diferentes plataformas, herramientas y discursos, como el mapping, proyectos transmedia, cortometrajes, video arte, documentales, video interactivo, entre otros. Desde el 2014, cocreó la plataforma y ha venido realizando el Festival. Actualmente es la Directora Creativa de ArtTec.

### Daniela Stanich

Graduada de la Universidad de los Andes del programa de Artes Visuales, con un Máster en Espacios Multimedia en la BTK de Berlín, ha expuesto diferentes obras en Bogotá en galerías y ferias, así como en diferentes ciudades del mundo. Ha realizado proyectos en desarrollo de contenidos audiovisuales y diseño de escenografía con diferentes bandas electrónicas. Desde el 2014, cocreó la plataforma y ha venido realizando el Festival; actualmente es la Directora Ejecutiva de ArtTec.

### Ángela Sánchez

Apasionada por el arte y la cultura, lleva más de siete años trabajando en pro de la investigación, valoración, exhibición y preservación del patrimonio cultural y artístico, en conjunto con museos, instituciones culturales, coleccionistas privados y proyectos independientes. Consultora independiente en gestión y conservación de colecciones, curadora y gestora cultural, MA Historia del Arte y MA Conservación y Restauración de Patrimonio Cultural de la Universidad Paris 1 Panthéon Sorbonne, especializada en Historia y Conservación de Arte Moderno, Contemporáneo y de Nuevos Medios, con pregrado en Conservación y Restauración de Bienes Muebles de la Universidad Externado de Colombia. Desde 2014 apoya al Festival ArtTec en Curaduría y Museografía.

### Felipe Bonilla

Administrador de Empresas con Especialización en Mercadeo y Ventas y Empresario Profesional con énfasis en Producción de Eventos. Actualmente gerencia su propia agencia de eventos y entretenimiento Tu Artista y es el productor general de ArtTec.

FESTIVAL ARTTEC  
No 3

El Laboratorio Creativo  
Hotel Click·Clack

THE  
CLICK·KOLAJ  
HOTEL



Laboratorio creativo, es un espacio donde converge el arte, el diseño gráfico, la dirección de arte y el interiorismo, con el fin de generar piezas tangibles que evidencien el proceso y la creatividad de estas disciplinas combinadas.

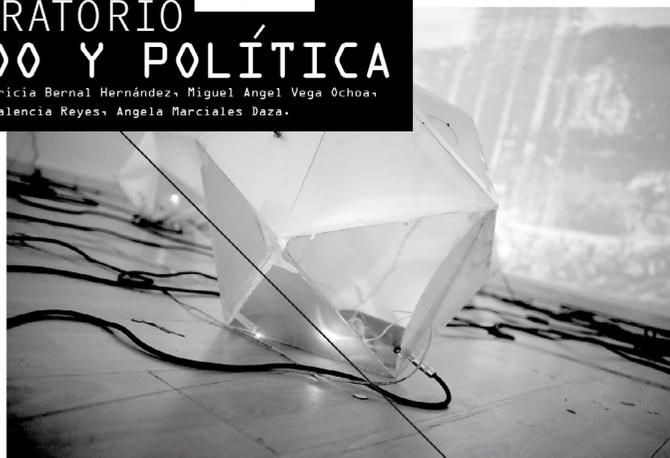
06 y 07 DICIEMBRE 2019

- Afiches promocionales | Festival ArtTec, 2019

FESTIVAL ARTTEC  
No 3

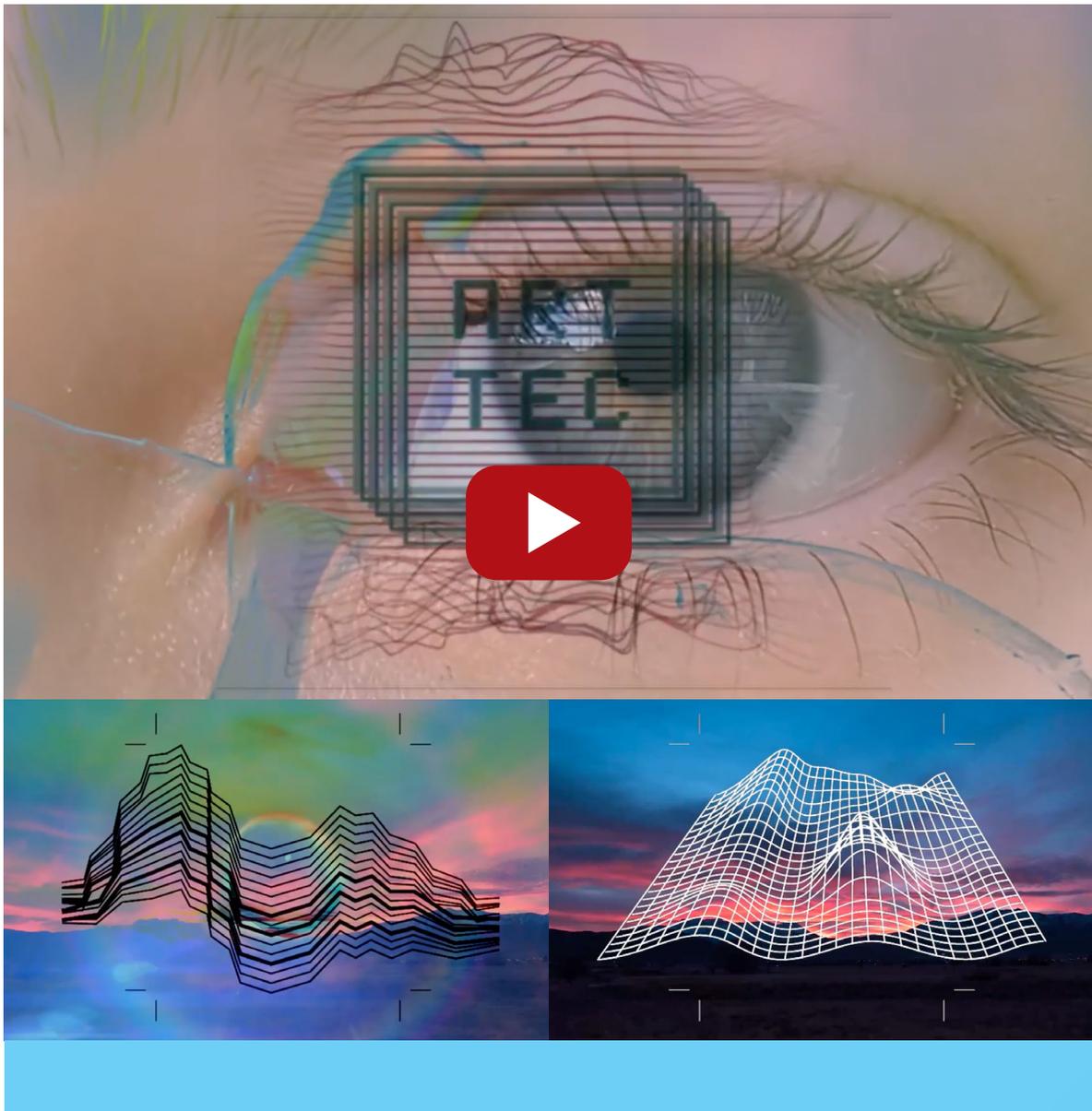
LABORATORIO  
RUIDO Y POLÍTICA

Artistas// Patricia Bernal Hernández, Miguel Angel Vega Ochoa,  
Miguel Angel Palencia Reyes, Angela Marciales Daza.



Es un espacio-acción de pensamiento crítico y construcción electrónica especulativa, en torno al ruido en su dimensión social, cultural, artística y política.  
Proyecto desarrollado por Plataforma Bogotá, Laboratorio de la Línea de Arte, Ciencia y Tecnología de Idartes.

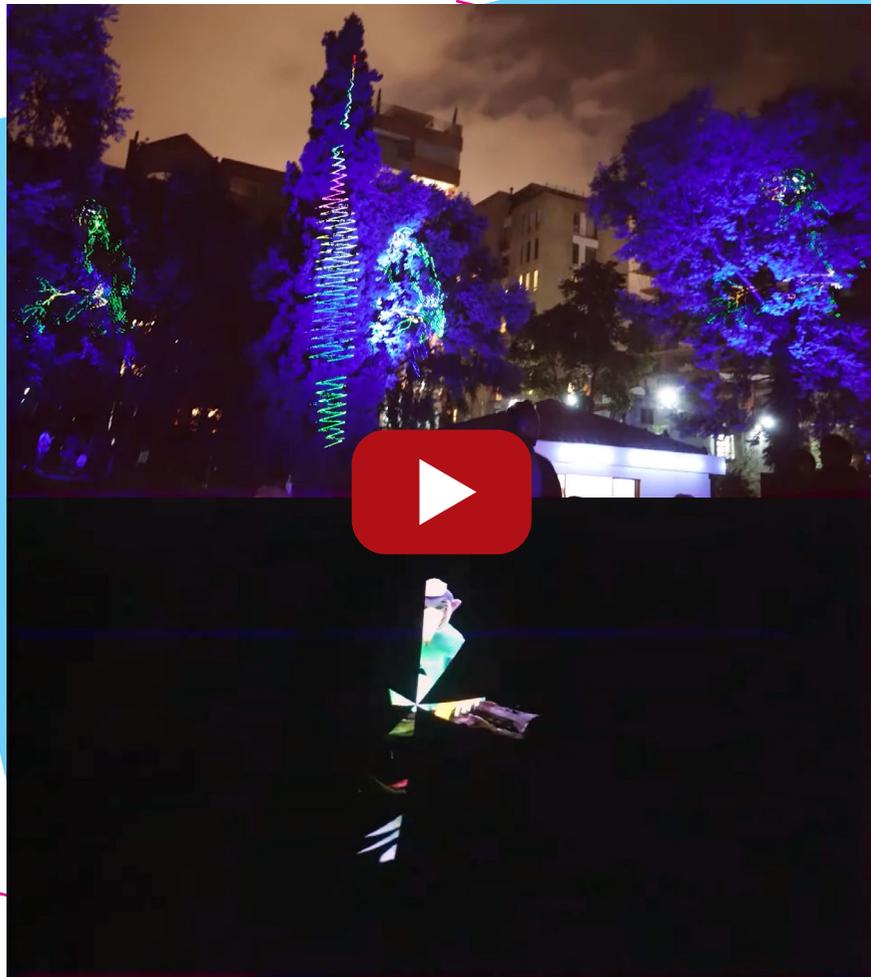
06 y 07 DICIEMBRE 2019



▪ Video promocional y fotogramas | Festival ArtTec, 2019

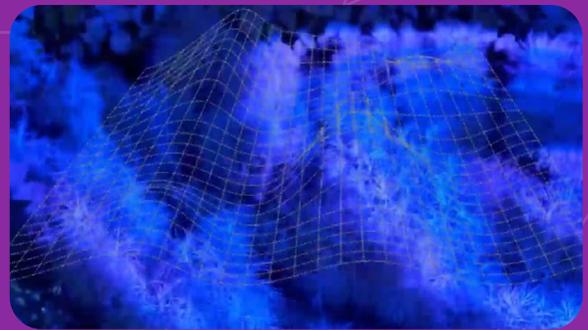
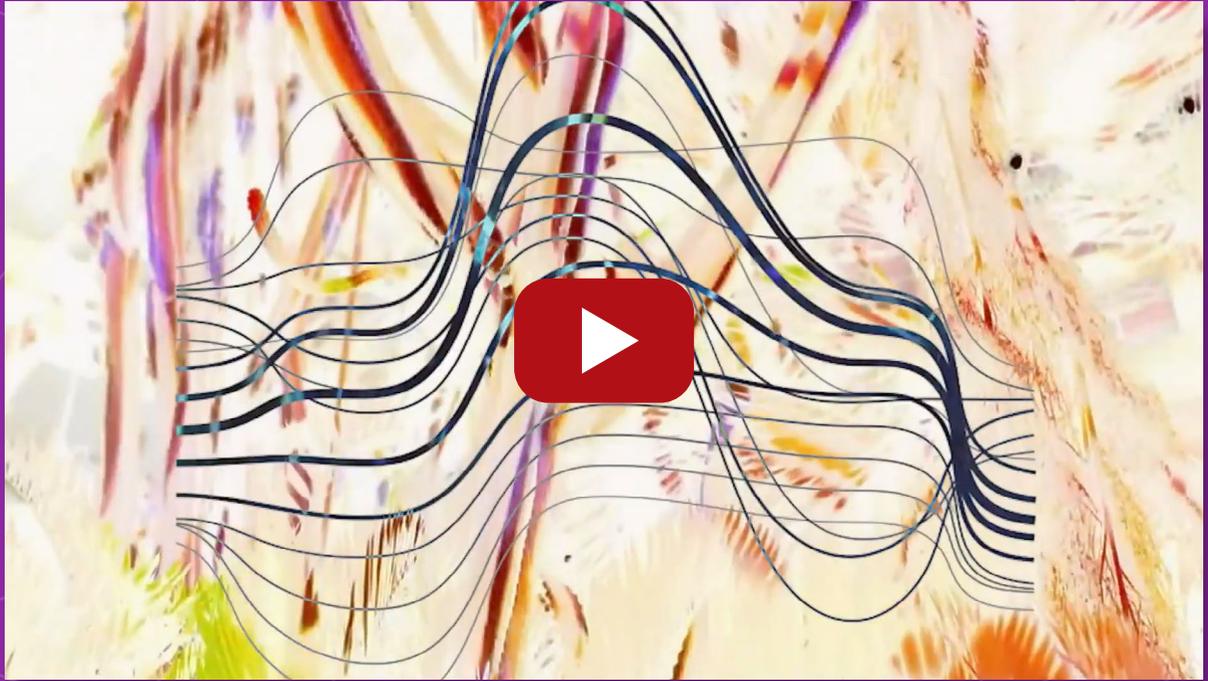


▪ Video y fotogramas de la experiencia | Festival ArtTec, 2016



▪ Video y fotogramas de la experiencia | Festival ArtTec, 2019





▪ Video promocional y fotogramas del mapping "Naturaleza bosque eléctrico" | Festival ArtTec, 2019

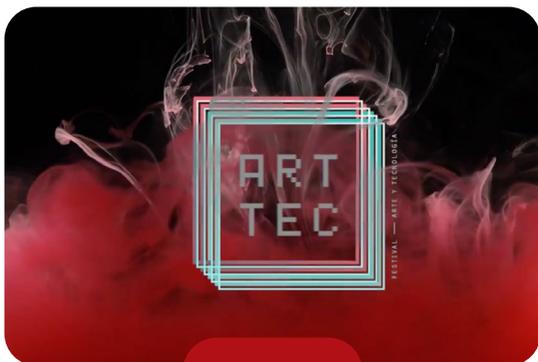


▪ Teaser final | Festival ArtTec, 2018

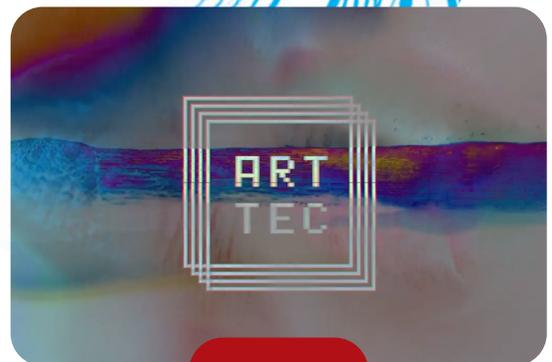


▪ Video que recoge la experiencia | Festival ArtTec, 2019

▪ Video promocional | Festival ArtTec, 2020



▪ Video promocional | Festival ArtTec, 2021





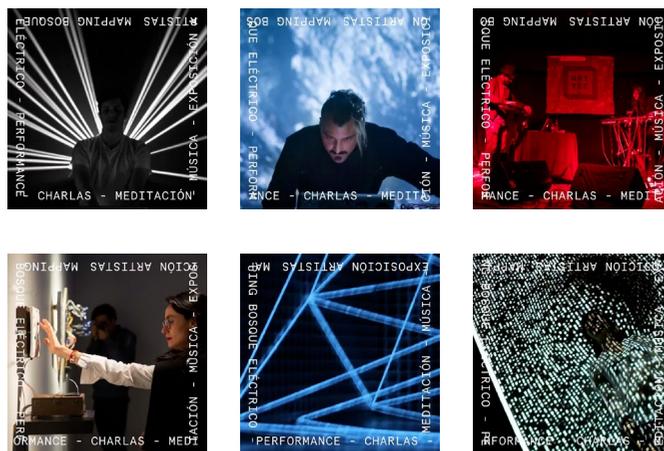
▪ Video "Efimérate: realidades dilatadas" | Festival ArtTec, 2015



▪ Video ON&ON | Festival ArtTec, 2017



▪ Fotogramas y video "Skult" (primera parte) | Festival ArtTec, 2015



▪ Video y fotogramas de la experiencia | Festival ArtTec, 2019

# FESTIVAL ARTTEC No 3

## SERGIO MANTILLA



Sergio Mantilla expone en colectivos desde 2012 y ha participado en más de 50 exposiciones nacionales e internacionales. Ha exhibido su trabajo en festivales y exhibiciones como: VIDEOFORMES [Estados Unidos], LPM Live Performers Meeting [Holanda], BANG Festival [España], ARCOT [Japón], Forty Five Symbols [Alemania], Arte Diez [México], FILE International Electronic Language [Brasil] entre otros.

06\_y\_07\_DICIEMBRE\_2019

▪ Afiches promocionales | Festival ArtTec, 2019

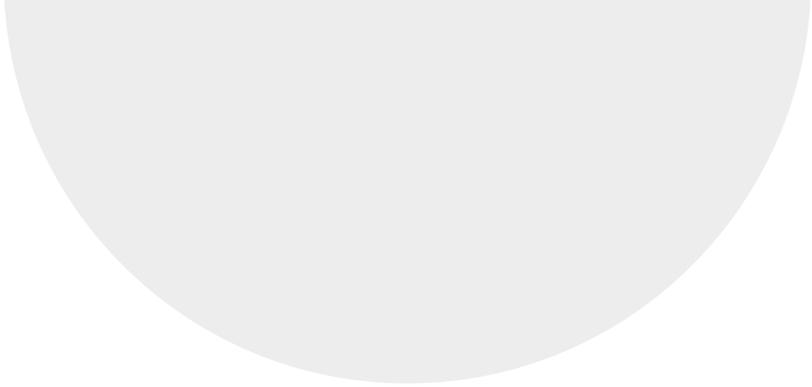
# FESTIVAL ARTTEC No 3

## ALEJANDRO LONDOÑO



Alejandro se caracteriza por el uso de tecnologías digitales que devienen, en su gran mayoría, en piezas plásticas que pretenden reivindicar la importancia de la materialidad y el objeto. Londoño es un artista joven bogotano que cuestiona las maneras en que los nuevos medios, especialmente la informática, han intervenido en el desarrollo de la experiencia del hombre contemporáneo.

06\_y\_07\_DICIEMBRE\_2019



# Nuevos Nómadas

---

*Novos Nômades*

---

*New Nomads*



# La tecnología como factor de humanización o las tecnologías de la deshumanización\*

*A tecnologia como fator de humanização ou as tecnologias da desumanização*

*Technology as humanization factor or technologies of dehumanization*

Wilson Díaz Gamba\*\*, Angely Katherine Torres Melo\*\*\* y Cindy Marcela Sierra Rivera\*\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a14

En este artículo, luego de conceptualizar la tecnología como algo diferente a la simple aplicación de la técnica sobre el medio, se devela su carácter social como parte del aparato del Estado y resultado de relaciones sociales tanto de producción como de poder. Sus caracteres humanizante y deshumanizante se expresan de manera simultánea y dependen de quién la cree, la use y con qué objetivos. Finalmente, los autores llevan la discusión al ejemplo bioético del uso responsable de las redes sociales como herramienta de paz y reconciliación en el caso de la población joven bogotana.

**Palabras clave:** tecnología, modernidad, bioética, relaciones de poder, discurso, deshumanización.

*Neste artigo, logo de conceituar a tecnologia como algo diferente da simples aplicação da técnica sobre o médio, desvenda-se seu caráter social como parte da aparelhagem do Estado e resultado de relações sociais tanto de produção como de poder. Seus caracteres humanizante e deshumanizante se expressam de maneira simultânea e dependem de quem seja seu criador, a use e com que objetivos. Finalmente, os autores levam a discussão ao exemplo bioético do uso responsável das redes sociais como ferramenta de paz e reconciliação no caso da população jovem de Bogotá.*

**Palavras-chave:** tecnologia, modernidade, bioética, relações de poder, discurso, desumanização.

*The purpose of this article, after conceptualizing technology as something different from the simple application of technique over the environment, is to reveal its social character as part of the State apparatus and the result of social relations of both production and power. Its humanizing and dehumanizing nature is simultaneously expressed and depends on who creates it, uses it, and for what purposes. Finally, the authors take the discussion to the bioethical case of the responsible use of social networks as a tool for peace and reconciliation by youth in Bogotá.*

**Keywords:** Technology, Modernity, Bioethics, Power Relations, Discourse, Dehumanization.

\* Este artículo es resultado de un proceso académico sobre los temas de tecnología y bioética, con conclusiones derivadas de la investigación terminada "Laboratorio de cultura de paz: jóvenes en la era digital", Min-ciencias / Instituto para la Pedagogía, la Paz y Estudio del Conflicto Urbano de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Ipazud).

\*\* Director del Instituto de Paz (Ipazud) y del Centro de Bienestar Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; profesor de la Maestría en Investigación Social Interdisciplinaria y docente del área de Humanidades de la misma institución, Bogotá (Colombia). Magíster en Investigación Social Interdisciplinaria y licenciado en Ciencias Sociales. Psicólogo. Correo: wjdn50@yahoo.com

\*\*\* Investigadora principal de la línea de Derechos Humanos y Equidad de Género del Ipazud, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá (Colombia). Licenciada en Ciencias Sociales, magíster en Educación con énfasis en Comunicación Intercultural, Etnoeducación y Diversidad Cultural. Correo: akatome21@gmail.com

\*\*\*\* Investigadora principal de la línea Territorio y Desarraigo del Ipazud, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá (Colombia). Estudiante de maestría en Desarrollo Rural. Socióloga. Correo: cindymarcelasierracol@gmail.com

original recibido: 11/06/2021  
aceptado: 25/10/2021

nomadas@ucentral.edu.co  
Págs. 241~250

Para muchas personas la tecnología es ese conjunto abarcador de objetos que en su uso diario facilitan la vida humana, sin embargo, y teniendo como foco la tecnología informática relativa a las redes sociales, hoy es posible decir que detrás de cada invención técnico-científica hay un interés más allá de lo práctico que involucra relaciones de poder, así sea solo del creador o creadora con un otro o consigo mismo.

Para muchas personas la tecnología es ese conjunto abarcador de objetos que en su uso diario facilitan la vida humana, sin embargo, y teniendo como foco la tecnología informática relativa a las redes sociales, hoy es posible decir que detrás de cada invención técnico-científica hay un interés más allá de lo práctico que involucra relaciones de poder, así sea solo del creador o creadora con un otro o consigo mismo.

Seguramente esta cuestión también tuvo sentido cuando se ensambló el primer objeto cortopunzante, cuando se organizó la producción agrícola o cuando se ensambló el primer telescopio: en cada era hay un modo de pensar los artefactos y unas relaciones políticas definidas detrás de ellos. Sin embargo, ¿qué influye sobre qué, la acción humana sobre la tecnología o al contrario? Sugerir que solo hay un modo lineal de verlo es poco realista. Si algo tenemos claro es que, aun cuando la tecnología no nace espontáneamente, sí tiene un impacto en nosotros durante su concepción y uso. El ciclo está bien definido en creación, utilización, transformación del entorno, de la mente, de los actos, de las relaciones sociales y vuelve a la creación. Se trata entonces de un camino de doble vía en el que la tecnología una vez creada es también influenciadora.

Con el fin de hacer algunas consideraciones del orden bioético en relación con el uso y la apropiación de la tecnología, la historia ofrece un sinnúmero de ejemplos que develan el carácter cultural y político que tienen los avances técnicos y la base sobre la cual se erigen para beneficiar, perjudicar o atender a ciertos intereses no definidos por la ética como buenos o malos. Mejor lo explica el cantautor uruguayo Jorge Drexler al decir: “la máquina la hace el hombre<sup>1</sup> y es lo que el hombre hace con ella” (2004). De esta manera, se suscita la pregunta sobre el ejercicio del poder en la concepción y distribución de la tecnología en la humanidad.

En general, la descripción física y matemática que se hace de la *tecnología* impide entenderla como aparato de Estado y herramienta de dominación, pues en nombre de la ciencia como principal fuente de legitimidad conceptual, primero se explica en términos neutrales de funcionamiento para evitar o ignorar su expresión como institución social: “Para el caso de Edison y el sistema de estaciones de generación eléctrica que él fundó, estas eran combinaciones de técnica, política, economía y sociedad” (Pinch, 2008, p. 79). Por tal razón, preferimos un concepto más ampliado de tecnología que involucra tanto la caracterización técnica como su motivación sociocultural en los puntos más representativos de la modernidad tecnológica: el uso de la innovación para la guerra, la glorificación del mercado y la dilución del sujeto humano en tecnologías que no utiliza de manera edificante.

De acuerdo con lo mencionado en el acápite precedente y en medio del estado actual de las comunicaciones, parece una buena ilustración de este punto el

de las redes sociales, que al ser democráticas y abiertas se constituyen en tecnología de diseminación masiva de información con carácter positivo, negativo o una combinación particular de ambos. De ahí la importancia de darle un tratamiento bioético a su uso, por lo cual se describe la labor de los laboratorios de paz, una iniciativa social y latinoamericana que se postula como una de las propuestas del presente texto en torno al uso responsable y colaborativo de la tecnología en nuestros días.

## La tecnología como concepto y práctica en la historia de la Modernidad

Cuando se piensa en tecnología, la referencia suele reducirse a artefactos de compleja y novedosa mecánica con utilidad masiva y componentes solo comprensibles para ingenieros de alta especialidad, sin embargo, el concepto es mucho más abarcador que ello. Bien puede considerarse dentro de esta categoría desde una aguja hasta una institución social (la familia, la religión, el Estado, entre otras relacionadas), pues una y otra son el resultado de la relación mental que evalúa condiciones del entorno, reconoce recursos disponibles, atiende necesidades o intereses, responde a la percepción de las potencialidades y procura hacerlas materiales por medio del trabajo y la reproducción de las relaciones sociales (Habermas, 1987).

Así, no solo las “cosas” propiamente dichas son tecnología, también lo son los mecanismos políticos por su intrincado engranaje y capacidad de conducir tanto a sociedades como a individuos a fines específicos (Pinch, 2008). Este aspecto la separa del carácter neutral que deviene de su simple definición como aplicación de una técnica sobre un medio para la obtención de un beneficio. Más allá de la maximización de la productividad o del bienestar, la tecnología como experiencia de la racionalidad humana es recipiente de dimensiones ontológicas (sistemas de creencias) como la cultura o la identidad, dimensiones internas al ser como la psicológica y dimensiones sociales como las relaciones de producción y poder. De tal modo, la racionalidad científica y con ella la tecnológica presentan un grado de complejidad mayor a la simple utilidad o satisfacción de necesidades, pues además de involucrar la capacidad de prever realidades posibles adquieren un carácter dependiendo de qué o quién las inspire,

responden a unas estructuras mentales y sociales que se retroalimentan permanentemente (Habermas, 1987).

Con independencia de haberse creado para un uso cotidiano práctico, de entretenimiento o de supervivencia, cada estructura (social o mecánica), utensilio, aparato, máquina o dispositivo es producto del ingenio, pero sobre todo del interés promovido desde una estructura de poder que pudiera ser profundamente jerárquica y desigual, como horizontal e inclusiva.

La propia categorización que hace la historia hegemónica positivista constituye una división anodina, en eras tecnológicas con esta misma pretensión no alcanzada de neutralidad que además busca darle a los avances tecnológicos una condición exclusivamente material, reduciéndolos al aparato: la Edad de Piedra, de Cobre, de Bronce y de Hierro, todas nombradas por el uso que le dio la humanidad a estos materiales en la elaboración de herramientas. La Edad Antigua estuvo signada por la escritura y la filosofía; La Edad Media u oscurantismo, reforzada por la religión, se describe por la insuficiencia de tecnología y avances científicos en general (en comparación con otras eras después de la prehistoria); el Renacimiento constituyó el definitivo matrimonio entre ciencia y tecnología, al tener como centro la razón y el humanismo en contraposición a la creencia; y, por supuesto, la Modernidad, se caracterizó por su Revolución Industrial, transbordadores y genomas.

A partir de esta última era, como ese periodo de avances asombrosos fruto de la actitud creadora, el concepto de *tecnología* empieza a usarse de forma generalizada por su visible desarrollo (Pinch, 2008) y ratifica a la humanidad como moldeadora de su realidad material. Ya no hablamos solo de innovación científica y florecimiento de las artes, sino de una reevaluación de la tecnología en cuanto que beneficiosa al tiempo que nociva para la vida misma.

Se suponía que el avance de la ciencia en nombre de los principios de la Revolución francesa, *igualdad, fraternidad y libertad*, traería consigo un estado de evolución en el que el uso de la fuerza y la guerra serían cosa del pasado (Bauman, 2004; Fromm, 1991). Sin embargo, se consolidó una racionalidad tecnológica dirigida al conflicto y a aprovechar los recursos energéticos al máximo, en detrimento de la base de la materialidad humana: la tierra.

La invasión injustificada de naciones, sobre todo asiáticas, africanas o del Medio Oriente, se hizo en nombre de un “bien común” y con tecnología de punta. Así, con el fundamento principal de la razón, entendida como la comprensión lógica y analítica del universo, el paradigma de la modernidad pone de manifiesto las relaciones dialécticas *humanidad vs. naturaleza, razón vs. irracionalidad y modernidad vs. premodernidad*, y abre la posibilidad discursiva de que el mundo en el que vivimos no sea solo uno, sino que sean tres (Escobar, 1998), poniendo en contradicción *humanidad del primer mundo vs. humanidad del tercero*.

El hombre racional (europeo en últimas, masculino como siempre y blanco como principio) hace uso de esta razón para subyugar al *otro* (al que considera salvaje), por esto crea organismos que supeditan los territorios al orden de la razón: el derecho, las instituciones, el aparato de gobierno, la educación como fábrica de racionalidad, entre otros. Dichos organismos han logrado constituirse como tecnologías que direccionan la toma de decisiones y la conducta humana a un orden que enajena otras perspectivas de realidad posible (Foucault, 2008). Se devela entonces el papel de las instituciones sociales como tecnologías de la dominación, sobre todo con el suceso de la Revolución Industrial, el fascismo, las telecomunicaciones y el sistema productivo capitalista en general.

Así, el exceso de mercancías que se derivan del desarrollo tecnológico industrial y, por consiguiente, el exceso de plusvalor, toman rumbo hacia los bolsillos de quien controla los medios productivos, no hacia aquellos que ponen su fuerza de trabajo. Sobre esa base tecnológica es que se configura la *superestructura*, como ese engranaje dotado de respaldo ideológico, religioso, filosófico, económico, artístico, entre otros, que contiene las dinámicas de la producción como base de la vida social (Althusser, 1971); en nuestro caso, el capitalismo, con sus versiones actualizadas y globalizadas por medio del mercado, esa entidad de “manos invisibles” que todo lo regula en términos de la oferta, la demanda, el miedo, el riesgo y la paranoia colectiva, pero que se abandera del discurso de la libertad: eres libre de producir y vender todo cuanto te propongas, eres libre de trabajar en todo aquello que prefieras, eres libre de comprar todo producto que te sea útil. Todas estas alternativas sistémicas para que

escojamos el color, el sabor, la forma y la textura de nuestra alienación (Luhmann, 1984).

En relación con lo anterior, dicha pretensión de libertad está condicionada por cada sociedad según la civilidad se adhiera al discurso hegemónico, de acuerdo con la distribución de los medios para la producción, los niveles de pobreza, los prejuicios de género y la renovada ambición que es heredada por generaciones desde la acumulación originaria<sup>2</sup>.

De tal modo, las relaciones productivas, configuradas ya bajo la relación entre trabajo humano y trabajo mecánico, empiezan a dirigirse de manera orgánica, según Karl Marx (1946), al reemplazo de la voluntad y la fuerza humanas por la fría y consistente practicidad de ensamblajes mecánicos. Hoy, mucho más robotizados, más predictivos, más productivos, más operables, y mejores en muchos sentidos, estas ingenieriles muestras de agudeza mental siguen estando al servicio de unos intereses particulares.

Lejos de sugerir un atraso tecnológico o una vuelta a las edades de hierro y bronce, esta crítica busca llamar la atención sobre la tenencia de los medios productivos y las personas destinadas a operarlos. Desde el punto de vista de la Escuela de Fráncfurt (Marcuse, 1993; Horkheimer y Adorno, 1998), si la tecnología ya está y las personas, dependiendo de nuestros valores culturales, somos capaces de inventar nuevos esquemas sociales, así como nuevos aparatos y operarlos, entonces ¿por qué no redirigir su curso ético y socio-productivo a la reducción de la pobreza y la apertura a discursos democráticos?

Muy por el contrario, y en respuesta a la arraigada manera colectiva de pensar en la que el tan pretendido progreso depende de minimizar o exterminar a otros, correspondemos a esta glorificación del mercado que con la publicidad como herramienta masifica discursos mediante la exhortación amable para adquirir productos, de tal manera que ni las fronteras concebidas entre Estados-nación, pueblos y seres humanos son barreras para la libre circulación de bienes, servicios, dinero, convicciones, ideales estéticos y cualquier mercancía bajo el amparo del consumo exacerbado.

En el caso de las organizaciones sociales con alto grado de desarrollo tecnológico, Herbert Marcuse

explica la alienación por el totalitarismo que utiliza tecnologías afines a sus objetivos políticos:

La sociedad industrial contemporánea tiende a ser totalitaria. Porque no es sólo “totalitaria” una coordinación política terrorista de la sociedad, sino también una coordinación técnico-económica no-terrorista que opera a través de la manipulación de las necesidades por intereses creados, impidiendo, por lo tanto, el surgimiento de una oposición efectiva contra el todo. No sólo una forma específica de gobierno o gobierno de partido hace posible el totalitarismo, sino también un sistema específico de producción y distribución que puede muy bien ser compatible con un “pluralismo” de partidos, periódicos, “poderes compensatorios”, etc. (Marcuse, 1993, p. 33)

Hoy los discursos alienantes y totalizantes se expresan por medio de tecnologías de otras índoles. En plena era digital, cuando los avances en electrónica han logrado entrar en las vidas cotidianas de las personas en un alto grado de especificidad de tareas y una forma contundente de poder que reside en las comunicaciones, la pregunta de cómo influye la tecnología en la humanidad sigue siendo razonable. ¿Hasta qué punto somos dueños de nuestros discursos y posturas frente a la vida?

Hombres y mujeres han traído hasta nuestras casas la democrática herramienta de las *redes sociales*, una manera de relacionarse de forma remota, como se hacía con las telecomunicaciones tradicionales, pero con la posibilidad de seguir la vida de las personas (con sinnúmero de profesiones, conocimientos, talentos, formas de vida, etc.) de casi todo el mundo, por medio de publicaciones audiovisuales en tiempo real. Estos modos de comunicación o, como los llama Castells (2005), de autocomunicación [*selfcommunication*], tienen un público global a través de internet, sus contenidos son susceptibles de permanente edición, no se dirigen a nadie en particular sino a todos lo que quieran ver o les llegue la información. En resumen, se trata de una síntesis de la vida mostrada por los ojos de personas con discursos y culturas interiorizadas, que más allá de dar cuenta de sus costumbres específicas desterritorializan la información.

Para la sociología clásica, el territorio, como parte constitutiva de los Estados nación, es el medio que permite la dominación mediante el ejercicio de la fuerza violenta y el uso de herramientas políticas que

legitiman tanto el poder de unos sobre otros como los mecanismos para hacerlo (Weber, 2002). En pocas palabras, si hay territorio hay Estado, pero ahora con las nuevas tecnologías de la información ya no es necesario un espacio físico.

Está claro que, en el ejercicio de construir sociedad por medio de las tecnologías como institución y conjunto de aparatos, los espacios también se han modificado. Obviamente, la ciudad no es la misma hoy que hace 100 años, incluso la ruralidad se ha transformado con el uso de ciertos utensilios nuevos para el trabajo, el entretenimiento o la vida cotidiana, y esos cambios responden a una serie de preceptos culturales y semióticas que le dan sentido a las relaciones de dominación de las que son objeto. Esto lo explica Castells refiriéndose a grandes obras arquitectónicas metropolitanas, las cuales “simbolizan el poder del dinero sobre la ciudad, a través de la tecnología y de la confianza en uno mismo, y son las catedrales del periodo de auge del capitalismo empresarial” (Castells, 1986, p. 103).

Las consideraciones sobre el territorio que ofreció por mucho tiempo el avance técnico están siendo despersonalizadas por la gran *red*, ese entramado de hilos que emite la araña de las telecomunicaciones despojando de un espacio físico al acto de dialogar. Desde la invención de la imprenta, pasando por el teléfono y la televisión, hasta Facebook, la categoría física del *espacio*, en cuanto que necesaria para la interlocución, empieza a reevaluarse. La inmediatez de un correo electrónico o un *post* en redes sociales encandila, no solo por su efectividad sino por los contenidos que abarca. Si bien, los medios de comunicación en red permiten la pluralidad de expresiones (con los límites de sus políticas de privacidad y de derechos humanos), la publicidad se ha tomado buena parte de los contenidos en línea porque la tecnología, como se ha señalado, es una herramienta del consumo, y el consumo es a su vez una muestra de estatus. Esto ha permitido que las comunicaciones se conviertan en el derrotero de este nuevo capitalismo que prescinde incluso de los espacios de represión y castigo como el panóptico foucaultiano, para pasar a la democratización del esclavismo digital.

El filósofo surcoreano Byung-Chul Han (2017) explica que incluso la conciencia de la alienación se pierde en las redes sociales por cuenta del entretenimiento y la posibilidad de reconocimiento, pues estos

no espacios encuentran su éxito en la glorificación de la personalidad, el memorial de los pequeños logros y sentimientos que se desea hacer públicos. De esta manera, se crean agrupaciones de preferencias a las que se adhieren personas de diferentes profesiones, edades, afinidades políticas y asuntos similares, para encontrar la identificación con el otro y crear la ilusión de sociedad.

Las dinámicas de reproducción de ideas, así como de encuentros y desencuentros, por consiguiente, han cambiado, ya se puede conocer a una persona por redes sociales y hasta fingir una realidad alterna al presentarse como un sujeto diferente al previamente enunciado. Esto se suma a la instantaneidad en la concepción de las coordenadas del espacio y del tiempo que, a su vez, exponen la situación de desconfianza con respecto a los mercados, el consumo y la publicidad engañosa, proyectada desde la misma esfera personal. De ahí la necesidad creada de verificar los hechos y las situaciones, debido al auge de las muy conocidas *fake news*.

Las consideraciones psicológicas y sociológicas de estas dinámicas nos llevan, según Bauman (2007), a una dilución de la humanidad misma que nos era inata: “La característica más prominente de la sociedad de consumidores –por cuidadosamente que haya sido escondida o encubierta– es su capacidad de transformar a los consumidores en productos consumibles” (p. 26). Por tanto, somos dobles y triples mercancías: como fuerza de trabajo, como objetos de consumo por medio de las redes, como ejemplares de un discurso, entre otros.

García Canclini (2004), en relación con este sujeto disuelto, hace referencia a la simulación de las identidades y el restablecimiento de los poderes, las desigualdades y las desconexiones con la singularidad, a lo cual ha llevado el mundo de las comunicaciones, a partir de la reafirmación del sujeto desde sus múltiples lugares enunciativos, su trasegar histórico y cultural, en medio de “esquemas compartidos de valoración y de los pactos de fiabilidad que dan consistencia a unos y otros modos de interactuar” (p. 143). Sin embargo ¿qué sucede cuando se toma plena conciencia del proceso comunicativo y se usa con fines de construcción de paz y territorio en una nación? Para el ejemplo al que se hace mención en este escrito, que son las redes

sociales como medios para la expresión de paz entre las juventudes, queda abierta la posibilidad de devolver el carácter de humanidad a estos medios que habían resultado tan integradores como enajenantes.

## Laboratorio de cultura de paz: jóvenes en la era digital

Hoy en día el auge de las redes sociales en el marco de las tecnologías de la información y la comunicación es bastante notorio. Ya completamente incorporadas por la sociedad, pero sobre todo por las más recientes generaciones, se constituyen como nuevas formas de comunicarse, de construir significados que a su vez van marcando transformaciones en el lenguaje, determinando maneras de accionar distintas en sus cotidianidades y las de muchos otros que pueden encontrarse sincrónicamente a pesar de las enormes distancias que los separan. También, ofrecen la posibilidad de conocer nuevos lugares sin salir de la habitación o empatizar con personas que viven realidades (psicológicas, físicas o sociales) similares, adoptar acentos ajenos al nativo, descubrir gustos o talentos que no conocía de sí mismo –al verlos en otros e imitarlos–, tener la iniciativa de ofrecer un servicio a la comunidad a partir de la experiencia propia, recomendar entretenimiento virtual y real, entender el sufrimiento de otros y solidarizarse, convocar a eventos, entre otros.

En los contextos actuales, tanto las redes sociales como la posibilidad de reunirse simultáneamente con auditorios se han masificado atendiendo a las necesidades de coyunturas y situaciones mundiales (claro está, como la del covid-19). Las redes sirven de escenario a clases, conciertos, conferencias y eventos relacionados, su campo de acción es tan amplio e influyente que las naciones con directrices políticas totalizantes como Irán, Turquía y China regulan su uso con vigilancia, prohibiciones y serios castigos (Milenio, 2021).

Sobre este espacio virtual recaen los intereses de los diferentes actores sociales, especialmente de quienes detentan el poder, debido al potencial de manipulación que ofrecen a través de los algoritmos que determinan y redireccionan los gustos de cualquier persona por el simple hecho de tener un dispositivo conectado a internet y un correo electrónico sincronizado (Corbellini, 2015). De esta manera, no solo se reevalúa la idea de

privacidad y derechos humanos al respecto, sino que se crean expectativas, necesidades y opiniones, manteniendo aparentemente invisibles los mecanismos de control correspondientes.

Asimismo, el estímulo de creación que tienen estas plataformas abre un espacio en el cual las juventudes depositan sus ideas, las cuales por supuesto tienen infinitud de variantes debido al abanico de alternativas que ofrecen, por un lado, la naturaleza humana en su aparente libertad de pensamiento, como también los discursos hegemónicos que han integrado ideas sobre el deber ser de la humanidad, y, por otro lado, internet y las redes sociales en lo que a búsqueda de información e interacción social se refiere. Así como hay jóvenes que crean su proyecto ontológico sobre las ideas fascistas de exterminio de lo diferente, hay quienes creen en la inclusión y el respeto por los derechos humanos y, claro, hay personas jóvenes cuyo interés se centra exclusivamente en encontrar entretenimiento (también en un sinnúmero de formas y connotaciones) y no se acercan de ninguna manera a la realidad social de sus regiones, congéneres o contemporáneos.

Debido a lo anterior, la velocidad y la forma estética en que se presenta la información pueden llegar a ser más valoradas que el contenido mismo, y por ello una manera en que muchas personas enlazan la realidad nacional con sus identidades personales (gustos, preocupaciones, afinidades políticas) para tomar postura se expresa mediante símbolos incluidos en expresiones creativas como caricaturas, *memes*, chistes escritos, videos con duración inferior a los dos minutos, *gifs*, *stickers* digitales, retos, recomendaciones de *influencers* y similares.

Las redes sociales, gracias a la sensación de pseudolectividad que crean y por lo accesibles y públicas que son, suelen ser blanco de agentes de discursos que buscan reclutar seguidores, sobre todo sectores políticos y económicos que quieren incidir en estos espacios virtuales como vías de comercio o intención de voto. Por supuesto, las tendencias más comunes se refieren al consumo de productos, la sensibilización en torno a una candidata o un candidato de representación política, la aceptación de ideas que vienen tras el humor en situaciones recreadas o verdaderas del drama humano, el entretenimiento sin sentido, la hipersexualización de los personajes, entre otros. La

realidad aparente que crean a partir de símbolos puede materializarse en la realidad práctica, a tal punto que hay candidatos electorales que han atribuido su fracaso a la dispersión de ideas negativas en su contra o estadísticas inventadas que ya anunciaban esta pérdida sin fundamento alguno (Lafuente, 2016): el relato autorrealizado.

Ahora bien, cuando nos referimos a estos agentes no aludimos a una entidad malevolente que busca inmiscuirse en las mentes jóvenes con una risa dramática y maligna, sino de grupos de personas que toman por cierto y universal lo que piensan (hecho que ya es peligroso por sí mismo) y también a discursos que ya están interiorizados por la civilidad en general y que se reproducen en estos espacios. De tal manera, en la apropiación de estas tecnologías hay casos de *cyberbullying* o acoso virtual, favorecidos por el anonimato que permiten las plataformas, pero también se difunde todo tipo de información e iniciativas con fines altruistas, como en el caso que nos interesa: la construcción de paz.

Desde aquí se devela ya un primer impacto de la acción consciente en los medios digitales. El hecho de que una persona enfoque su creación de mensajes en la consecución de un bien mayor como la paz, hace referencia a un uso bioético de la tecnología de redes y carga de sentido la emisión de información masiva en un contexto como el colombiano, en el que la historia bélica es permanente y de vieja data.

Para la civilidad y para el Estado, las discusiones alrededor de la paz se convierten en una obligatoriedad cuando se quiere dar algún cumplimiento a los maltratados acuerdos de paz del 2016, sobre todo cuando el gobierno de turno los considera poco importantes y hace tan poco para su implementación. No obstante, desde este momento histórico se han multiplicado diferentes iniciativas en el campo educativo y pedagógico para hacer frente a una situación de posconflicto con proyectos de construcción de memoria colectiva, apuestas por la paz localizada, la reconciliación y la búsqueda de la verdad para quienes sufrieron el conflicto armado de primera mano. Es el caso del *Laboratorio de cultura de paz: jóvenes en la era digital*, una propuesta colombiana de experimentación científica sobre las dinámicas de vida virtual y social en la promoción de la paz entre personas adolescentes en edad escolar.

Esta iniciativa se llevó a cabo en el marco del Programa Nacional en Ciencias Humanas, Sociales y Educación del Ministerio de Ciencias, por parte de Martha Liliana Galindo Ramírez, con la colaboración del Instituto para la Pedagogía, la Paz y Estudio del Conflicto Urbano de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Ipazud).

Galindo (2019), en una instancia postdoctoral de su carrera, con su investigación aportó ideas valiosas sobre el mundo digital en la ciudad de Bogotá y sus posibilidades bioéticas. De tal modo, los laboratorios de paz como herramienta académica describen el uso de las redes sociales para suscitar pensamiento crítico sobre la paz en el país, en la generación que más asiste a estas plataformas: las juventudes. Durante esta etapa de la vida, las personas se caracterizan por la búsqueda de sentido y el disfrute, por eso esta herramienta adquirió estéticas y formas de expresión actuales, venidas de las y los participantes, estudiantes de colegios públicos e instituciones de educación superior (dos grupos de jóvenes de secundaria y universitarios) y colaboradores (investigadores y pasantes).

La investigación, enmarcada en la acción participativa, utilizó la figura del *laboratorio social*, un espacio académico de experimentación responsable para el área de las humanidades en el que se exponen y se practican ideas sobre la temática elegida, en este caso, la paz. Debido a que en el marco conceptual del proyecto convergen categorías como *cultura de paz*, *laboratorios sociales de paz*, *internet* y *sociedad*, *análisis de redes sociales* y *sociología de las redes sociales digitales*, las principales técnicas utilizadas fueron la cartografía social, el árbol de problemas, los ejercicios para la producción de contenidos digitales (convertir libros en memes y convertir odio en diálogo), las técnicas para la promoción de la opinión pública comunitaria y la apropiación social de los medios, la exploración etnográfica del ciberespacio, la sistematización y la medición de datos para su análisis. Sobre esto, Galindo deja un acervo metodológico replicable para laboratorios de paz futuros.

Un aspecto importante de la realización de este laboratorio fue su implementación en instituciones de educación básica y superior, específicamente en el colegio distrital El Japón y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como centros públicos abiertos a los jóvenes de clases media y baja de la capital

colombiana. Este proyecto, mediante la diseminación de ideas críticas en redes sociales, un reconocimiento de pares en clases y la voluntad expresa de crear realidades de paz, promovió liderazgos juveniles en la recomposición del tejido social de barrios bogotanos (de localidades a las que pertenecen los participantes, como Kennedy o Bosa). Este objetivo se logró con el uso responsable y propositivo de las redes sociales, la creación de campañas publicitarias y *memes*, desde la resignificación del lenguaje de las nuevas generaciones a partir de las imágenes, la estética y las unidades de información que permiten compartir universos simbólicos con otras personas simultáneamente.

Los estudios sobre la percepción que tenían los estudiantes con técnicas como la cartografía social no solo ubican histórico-espacialmente a los jóvenes en la realidad social de sus barrios y el país, sino que les brindan la oportunidad de territorializar las expresiones digitales de paz que parecían carecer de espacio físico. Así, la autora llega al concepto de *arqueología digital*, después de identificar numerosas iniciativas juveniles de paz en redes que deconstruyen los imaginarios negativos de la segregación, la violencia de género, la referencia clásica de Occidente como la única posible, el análisis crítico de la realidad nacional, entre otros.

En suma, el ejercicio guiado por una profesional en las ciencias sociales permite una evaluación y un seguimiento, por lo que facilita la reproducción de las ideas de paz como un interés particular y común de su territorio, por lo cual adquirió para los participantes y adquiere para aquellas personas que se aproximen al experimento un camino en la construcción de paz y la convivencia como paradigma de cambio que privilegia el diálogo, la no violencia, la transformación pacífica de los conflictos y el respeto a la vida como elementos indispensables para tramitar las diferencias sociales o políticas.

Los participantes luego de la experiencia dieron continuidad a sus procesos en redes sociales, así como en espacios de convivencia con su familia y vecinos, por lo que este tipo de iniciativas que procuran un bien común termina asociando e integrando muchos más. Se puede considerar, por consiguiente, un nuevo posicionamiento del sujeto y su conciencia, aun destacándose una postura inicial de dependencia por las estructuras ideológicas que lo constituyen. Desde esta perspectiva,

cobra mayor relevancia la resignificación de los sujetos a partir de una experiencia digital consciente, dirigida a la revaloración de la participación ciudadana como herramienta de construcción de nación y una nación pacífica. Sobre esto, García (2004) afirma:

La historia no puede ser reducida a una interacción ciega entre estructuras anónimas. Necesitamos entonces una teoría de los sujetos colectivos que permita identificar y entender los focos de iniciativas sociales, los conflictos del sistema y las prácticas de las clases y los grupos que intentan resolverlos. (p. 157)

La importancia de los movimientos sociales, con el uso del lenguaje como herramienta de vida, la bandera de la paz y el territorio ampliado hasta las instancias digitales, consiste en la posibilidad de representar todo

un cambio epistemológico, teórico, político, cultural y social en la manera de usar la tecnología como medio para la producción y la reproducción de nuevos modos de relacionarse en el mundo.

Lo anterior resulta ser mucho más edificante si estas relaciones sociales revisan entre los estragos de la guerra aquello que ya no se quiere experimentar; si tienen a la paz como iniciativa de vida; si incluyen la disposición que tienen tanto las naciones como los hogares y las personas de cambiar los proyectos históricos de odio por un designio de reconciliación; si reconocen al otro y a la otra que nos rodean; si crean ambientes democráticos para compartir ideas; si se abren a entender diferentes formas de ser humano; si propenden por el cuidado de la naturaleza y, sobre todo, si permiten amar la persona que somos.

## Notas

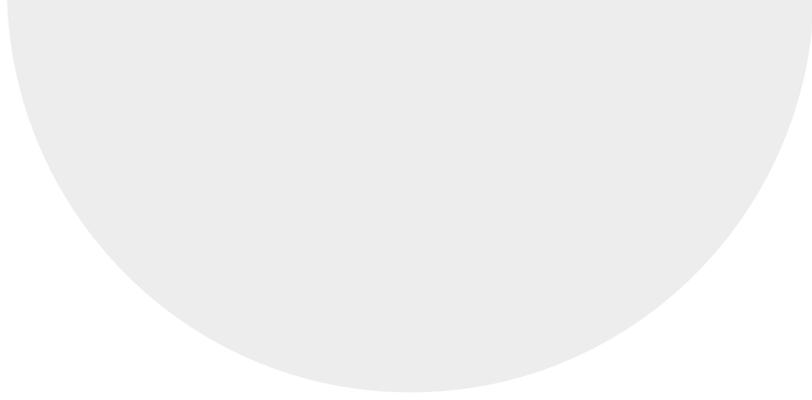
1. Aunque, como principio, el presente artículo considera que la humanidad está compuesta por hombres, mujeres y personas con identidad sexual y de género diversas, la expresión explica perfectamente el sentido que se busca y es el de la tecnología como instrumento ligado a estructuras definidas de poder.
2. Concepto devenido de la *Crítica de la economía política* de Karl Marx (1946), que denota una condición primera en que las personas acumulan capital y continúan haciéndolo intergeneracionalmente.

## Referencias bibliográficas

1. ALTHUSSER, L. (1971). *Ideología y aparatos ideológicos del Estado: Freud y Lacan*. Editorial La Oveja Negra
2. BAUMAN, Z. (2004). *Postmodern Ethics*. Blackwell Publishing Limited.
3. BAUMAN, Z. (2007). *Vida de consumo*. Fondo de Cultura Económica.
4. CASTELLS, M. (1986). *La ciudad y las masas. Sociología de los movimientos sociales urbanos*. Alianza.
5. CASTELLS, M. (2005). *La Era de la Información: economía, sociedad y cultura* (Vol. 1. La sociedad en red). Siglo XXI.
6. CORBELLINI, A. (2015). Mecanismos de soporte para el procesamiento distribuido de algoritmos de recomendación en redes sociales [tesis doctoral]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
7. DREXLER, J. (2004). Mi guitarra y voz [canción] En *Eco*. Dro Atlantic Records.
8. ESCOBAR, A. (1998). *La invención del Tercer Mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Norma.
9. FOUCAULT, M. (2008) *Tecnologías del Yo y otros textos Afines*. Paidós.
10. FROMM, E. (1991). *The Sane Society*. Henry Holt.
11. GALINDO, M. (2019). Laboratorio de Cultura de Paz: jóvenes en la era digital [tesis posdoctoral] Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
12. GARCÍA, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de la interculturalidad*. Gedisa.
13. HABERMAS, J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa*. Taurus.
14. HAN, B. C. (2017). *La expulsión de lo distinto*. Herder.

15. HORKHEIMER, M. y Adorno, T. (1998). *Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos*. Trotta.
16. LAFUENTE, J. (2016, 24 de febrero). Evo culpa a la “guerra sucia” y a las redes sociales de su derrota. *El País*. [https://elpais.com/internacional/2016/02/24/america/1456327387\\_586177.html](https://elpais.com/internacional/2016/02/24/america/1456327387_586177.html)
17. LUHMANN, N. (1984). *Sistemas sociales*. Anthropos/UIA/CEJA.
18. MARCUSE, H. (1993). *El hombre unidimensional*. Planeta Argentina.
19. MARX, K. (1946). *El Capital. Crítica de la economía política* (Vol. 1). Fondo de Cultura Económica.
20. PINCH, T. (2008). La tecnología como institución: ¿qué nos pueden enseñar los estudios sociales de la tecnología? *Redes*, 14(27), 77-96.
21. MILENIO (2021, 11 de febrero). ¿Cómo y en qué países se regulan las redes sociales? Milenio. <https://www.milenio.com/negocios/paises-que-regulan-las-redes-sociales>
22. WEBER, M. (2002). *Economía y sociedad*. Fondo de Cultura Económica.





# Reflexiones desde la universidad

---

*Reflexões desde a universidade*

---

*Reflections from the university*

# Audiovisual comunitario como experiencia crítica de la modernidad\*

*Audiovisual comunitário como experiência crítica da modernidade*

*Community Audiovisual as a Critical Experience of Modernity*

Carlos Augusto Giraldo Castro\*\* y Camilo Rincón Ramírez\*\*\*

DOI: 10.30578/nomadas.n55a15

El artículo aborda el audiovisual comunitario como experiencia crítica de la modernidad, para lo cual los autores proponen una perspectiva histórico-crítica que aborda la transición del cine comunitario al audiovisual al margen en la ciudad de Medellín, y utilizan el estudio de caso, a partir de tres cortos audiovisuales proyectados en el contexto del proyecto Casa Solaris. Finalmente, los autores encuentran que los colectivos audiovisuales de la ciudad, en ciertos casos, advinieron como procesos alternativos en la manera de representar y producir la ciudad y los imaginarios.

**Palabras clave:** cine comunitario, audiovisual al margen, imaginarios de ciudad, acontecimiento, Casa Solaris, Medellín.

*O artigo aborda o audiovisual comunitário como experiência crítica da modernidade, para o qual os autores propõem uma perspectiva histórico-crítica que aborda a transição do cinema comunitário ao audiovisual à margem na cidade de Medellín, e utilizam o estudo de caso, a partir de três curtas audiovisuais projetadas no contexto do projeto Casa Solaris. Finalmente, os autores encontram que os coletivos audiovisuais da cidade, em certos casos, advieram como processos alternativos na maneira de representar e produzir a cidade e os imaginários.*

**Palavras-chave:** cinema comunitário, audiovisual à margem, imaginários de cidade, acontecimento, Casa Solaris, Medellín.

*The article posits community audiovisuals as a critical experience of modernity. The authors propose a historical and critical perspective to address the transition from community cinema to audiovisuals on the margins in the city of Medellín. The case study shown, is based on three audiovisual shorts screened in the context of the Casa Solaris project. Finally, the authors find that the city's audiovisual collectives emerged, in certain cases, as alternative processes of representing and producing the city and its imaginaries.*

**Keywords:** Community Cinema, Audiovisual on the Margins, City Imaginaries, Happening, Casa Solaris, Medellín.

\* El artículo surge de "La geografía del otro en la narrativa audiovisual de Medellín". Es una tesis en curso del doctorado en Ciencias Humanas de la Universidad Nacional, sede Medellín (Colombia). Su objetivo es analizar geografías de alteridad mediante el lenguaje audiovisual de algunos colectivos. Inició en el 2015 y se financia con dineros propios.

\*\* Profesor de la Facultad de Comunicaciones de la Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia). Antropólogo, magister en Ciencias Ambientales y candidato a doctor en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional, sede Medellín. Correo: [augusto.giraldo@udea.edu.co](mailto:augusto.giraldo@udea.edu.co)

\*\*\* Estudiante de la Maestría en Ciencias Sociales y Humanísticas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Comunicador de la Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia). Correo: [camilo.rinconr@udea.edu.co](mailto:camilo.rinconr@udea.edu.co)

original recibido: 11/06/2021  
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550  
ISSN electrónico: 2539-4762  
[nomadas.ucentral.edu.co](http://nomadas.ucentral.edu.co)  
[nomadas@ucentral.edu.co](mailto:nomadas@ucentral.edu.co)  
Págs. 253~262

Este artículo surge del trabajo de doctorado denominado *La geografía del otro en la narrativa audiovisual de Medellín*, que analiza cómo se producen geografías de alteridad mediante el lenguaje audiovisual en las narrativas de algunos colectivos de la ciudad. Para ello se abordaron las formas de producción discursiva y de representación, tanto institucional como del mundo subalterno, de sus gentes, sus espacios y sus naturalezas desde el contexto urbano y lo que puede nombrarse como una gramática audiovisual e hipermediática.

Lo anterior se relaciona con la búsqueda de lo que reconocemos como nuevas geografías mediáticas que el cine y el video permiten construir, a partir de lo que denominamos *audiovisual al margen*. Este último emerge como una categoría que renueva la noción de cine comunitario, un concepto y una praxis surgidos en Latinoamérica en los años sesenta como respuesta a la hegemonía del cine de Hollywood y sus geopolíticas estéticas. Fue, asimismo, un movimiento que buscaba crear un espacio de representación cinematográfica a los oprimidos y marginados de lo que, en la misma época, se llamó eufemísticamente Tercer Mundo.

De esta manera, la presente reflexión se enfoca en una pregunta específica derivada de la investigación principal, a saber: ¿cómo abordar el cine comunitario desde una relación crítica con la modernidad, a partir de las nuevas experiencias de creación audiovisual al margen en Medellín? Para responder a ello se entiende entonces el audiovisual al margen como experiencia crítica y dialéctica de la modernidad y sus dispositivos de poder, que, además, configura una nueva alteridad con

respecto al cine comunitario y la modernidad; es decir, lo audiovisual se inserta en entramados de saber y de poder que producen diferentes narrativas, diálogos y desencuentros alrededor de los grandes problemas que la modernidad misma no ha sabido resolver, y que, por el contrario, ha exacerbado. Se produce así una ecología política del sujeto o de lo que Achille Mbembe (2016) llama “humanidades subalternas”, para referirse al sujeto del neoliberalismo, condenado al aprendizaje de por vida, a la flexibilidad, al reino del corto plazo y atravesado permanentemente por las imágenes como “un factor de aceleración de energías pulsionales porque el ciclo del capital fluye a través de ellas” (Mbembe, 2016, p. 30).

De este modo, se aborda de manera sucinta la metodología utilizada para este trabajo, enfatizando en la genealogía como el estudio crítico de dispositivos, a partir de la trayectoria de Giorgio Agamben (2015). Posteriormente, se analiza un caso de colaboración colectiva que reunió algunas experiencias creativas en *Casa Solaris*, un espacio inédito, ubicado en el viejo barrio Prado de Medellín. Particularmente, se abordan tres cortos de la fiesta que se realizó allí el 22 de diciembre del 2016, a la cual llamaron *Los 14 cañonazos audiovisuales Vol. 1*. Esta exhibición y celebración fue una experiencia única del audiovisual alternativo y lo que también denominamos *cine con amigos* en Medellín.

## Metodología

El presente artículo se basa en una investigación de tipo exploratorio, de carácter descriptivo y analítico. Se inscribe dentro de un enfoque cualitativo, con la aplicación

de técnicas etnográficas participativas y un método genealógico. También, se apoya en material de colectivos o realizadores individuales que producen piezas por fuera de los circuitos de la industria de la televisión o el video comercial en Medellín, así como en entrevistas a los colectivos y a las personas cercanas al movimiento audiovisual y cinematográfico de los últimos diez años en la ciudad.

Para el artículo se extrajo, de la investigación principal, la genealogía como método, pero con una focalización más precisa: las reflexiones sobre el cine comunitario y el audiovisual al margen en Medellín en torno al evento *Los 14 cañonazos audiovisuales Vol. 1*, en diciembre del 2016. Por tanto, el estudio de caso fue la técnica utilizada que se basó en la experiencia personal de uno de los autores de este artículo en todo el proceso de *Casa Solaris*, así como su documentación y los cortos proyectados en ella.

La aproximación genealógica se basa en lo expuesto por Pedro Cerruti (2012), en el texto *La "Ontología histórica" de Michel Foucault. Apuntes de método para el análisis crítico socio-cultural*. Para el autor,

La genealogía puede entenderse, entonces, como una modalidad de ejercicio de la investigación histórico-crítica que procede por medio del análisis de los dispositivos. Esto quiere decir que no lo hace mediante la búsqueda de las estructuras formales de carácter universal que organizarían el conocimiento y la acción; sino que lo hace mediante el estudio de los acontecimientos históricos para reconocer allí el modo en que se ha construido un campo de experiencia y la forma en que nos hemos constituido como sujetos de lo que decimos, pensamos y hacemos. (p. 396)

La cita anterior conduce a entender la genealogía como un método histórico-crítico que estudia dispositivos, en este caso el cine comunitario. Un dispositivo es una red entre lo discursivo y lo no discursivo, que se inserta en unas relaciones de fuerza y de poder. Por tanto, un dispositivo dispone, regula, dirige, crea y produce relaciones de saber y poder (Agamben, 2015), que en este caso se ordenan en torno al lenguaje cinematográfico, el cual deviene en una tecnología que trabaja sobre la imaginación audiovisual.

Ahora bien, la aproximación genealógica se sitúa en tres cortos de la muestra audiovisual: *N.N*, *Leidi* y *Sol-*

*daditos*. Se eligieron estas piezas audiovisuales porque permiten problematizar los dispositivos que configuraron a la ciudad en los últimos treinta años, alrededor de elementos como la violencia, el lenguaje cinematográfico o la producción de lo urbano. En ellos se pone en evidencia un giro narrativo en la manera en que el cine cuenta y representa la violencia en Medellín, y también la forma en que rompen con la narrativa institucionalizada por la violencia misma en la industria cultural, ya no solo referida al audiovisual sino a la literatura, el periodismo, la música y otras producciones del arte y el entretenimiento. En consecuencia, las tres piezas son acontecimientos que posibilitan, por medio de un acercamiento genealógico, estudiar los virajes y las reconfiguraciones en los modos de contar y producir la ciudad. De esta manera, la información se analiza comparando y contrastando las transformaciones narrativas en estos tres cortometrajes.

## Consideraciones en torno al cine comunitario

### Apuntes sobre el cine comunitario en América Latina

Un texto clave para trazar la genealogía del tema central es el *Cine comunitario en América Latina y el Caribe*, coordinado por Alfonso Gumucio-Dragnon (2014), en el que participaron diversos investigadores del continente. De entrada, se plantean las condiciones que enfrenta el cine comunitario desde su producción, distribución, el detrimento del documental y las convenciones establecidas por el cine comercial. El cine comunitario

Nace en la mayoría de los casos de la necesidad de comunicar sin intermediarios, de hacerlo en un lenguaje propio que no ha sido predeterminado por otros ya existentes, y pretende cumplir en la sociedad la función de representar políticamente a colectividades marginadas, poco representadas o ignoradas. (Gumucio, 2014, p. 12)

En las raíces del cine comunitario aparece la discusión sobre el concepto de autor en las artes. Allí, se critica al cine que promueve la representación de la mirada de un autor, por lo que varios cineastas se dan a la tarea de mediar hacia un cine creado en torno a un diálogo con el "otro". En el primer tipo de cine la im-

portancia recae sobre el producto; en el segundo, en el proceso. Entonces, “Los predecesores del cine comunitario fueron los pioneros del cine etnográfico y antropológico que otorgó legitimidad cultural a comunidades cuyas imágenes habían sido hasta entonces reflejos exóticos” (Gumucio 2014, p. 20).

Según Gumucio (2014), en Latinoamérica el antecedente más cercano del cine comunitario, como diálogo y realización con las comunidades, se remonta a la década de 1980 con el cine alternativo. No obstante, en los años sesenta y setenta aparecen experiencias con una fuerte preocupación social de sentido nacional y patriótico (Gumucio, 2014).

Es precisamente en dicho contexto nacionalizador que desemboca el intento de construcción de la identidad nacional por medio de la comunicación. El cine comunitario es una expresión que se aparta de dicha línea y que, por el contrario, pretende generar una idea plural de nación y sentido a partir de la creación conjunta de los individuos del pueblo (Barbero, 2010).

Por consiguiente, el cine comunitario se integra, indudablemente, en un diálogo impulsado por los procesos de colonización y descolonización. Lo anterior, se expresa, por ejemplo, en el texto *Hacia un tercer cine: Apuntes y experiencias para el desarrollo de un cine de liberación en el tercer mundo*, en el cual Getino y Solanas (1969) afirman que el cine desde lo popular se apoya en una crítica al entendimiento unívoco y universalista de la cultura, el arte o la ciencia. De allí que el tercer cine “es para nosotros aquel que reconoce en esa lucha la más gigantesca manifestación cultural, científica y artística de nuestro tiempo, la gran posibilidad de construir desde cada pueblo una personalidad liberada: la descolonización de la cultura” (Getino y Solanas, 1969, p. 3).

Uno de los frentes al que apunta el tercer cine, con miras descolonizadoras, es hacia la desnaturalización discursiva, es decir, tiene un objetivo de denuncia que busca desnormalizar los discursos hegemónicos en torno a la cultura y a modelos industrializadores y desarrollistas, además de un llamado a la acción y a la transformación. Para estos autores, los procesos normalizadores se realizan mediante los *mass media*, que “tienden a completar la destrucción de una conciencia nacional y de una subjetividad colectiva en vías de esclarecimiento, destrucción que se inicia apenas el niño

accede a las formas de información, enseñanza y cultura dominantes” (Getino y Solanas, 1969, pp. 4-5).

De igual forma, otra característica que aparece en el cine comunitario se relaciona con la crítica a la formalización técnica norteamericana. Desde allí, se imponen modelos en el lenguaje cinematográfico, en la industria, la distribución y la técnica, lo que repercute en la unificación de la realización cinematográfica y la exclusión de los circuitos comerciales de las propuestas que se salen de dichos estándares. Por tanto, el cine comunitario se presenta como una alternativa a la regularización cinematográfica y a la colonización tecnopolítica del lenguaje y las narrativas (Sanjinez y Grupo Ukamau, 1979).

Otra de las luchas que pretende impulsar este tipo de cine es la diferenciación entre un cine netamente pasivo y un cine de acción, lo que Getino y Solanas (1969) y García (2010) denominan *cine revolucionario*. Este, “... no es fundamentalmente aquel que ilustra y documenta o fija pasivamente una situación, sino el que intenta incidir en ella [...]. No es simplemente cine testimonio, ni cine comunicación, sino ante todo cine-acción” (Getino y Solanas, 1969, p. 12). Lo anterior conecta con la discusión anterior sobre el discurso como práctica, pues el cine comunitario ha sido consciente del papel realizador y generador del lenguaje.

En el texto *Por un cine imperfecto* (2010) se indica que “no puede haber arte ‘desinteresado’, no puede haber un nuevo y verdadero salto cualitativo en el arte, si no se termina, al mismo tiempo y para siempre, con el concepto y la realidad ‘elitaria’ en el arte” (García, 2010, p. 3); es decir, hay una crítica directa a la concepción tradicional del arte y su significado. En primer lugar, se le da al cine una característica reivindicativa en la lucha por la significación y, en segundo lugar, se vira de la concepción de lo culto como universal, a la cultura como campo de lucha por las producciones de sentido.

De allí que el cine comunitario aparezca como cine imperfecto, pues “una nueva poética para el cine será, ante todo y sobre todo, una poética ‘interesada’, un arte ‘interesado’, un cine consciente y resueltamente ‘interesado’, es decir, un cine imperfecto” (García, 2010, p. 7).

En el libro *Teoría y práctica de un cine junto al pueblo* (1979), de Sanjinés y Grupo Ukamau, se afirma la dicotomía del cine en Latinoamérica, donde aparece en

sus dos facetas: un cine junto al pueblo y un cine contra el pueblo. Este último se relaciona directamente con la discusión en torno a la estandarización de la técnica y el lenguaje cinematográfico y sus repercusiones colonialistas. Por su parte, el cine junto al pueblo aparece como un objeto de lucha, de cuestión militante y revolucionaria.

No obstante, en el texto en mención se hace una crítica a la manera en que surgió el cine comunitario. Por un lado, en sus inicios se caracterizó por una posición victimista y paternal, en la que se exotizaba al otro, mostrándolo en estado de miseria y en situaciones lastimosas, es decir, el cine comunitario tuvo que dar un paso del asistencialismo a la participación, en la que no solo se representara la visión de un autor, sino una construcción dialógica y mediada por las concepciones de las diferentes partes implicadas en la realización de las piezas audiovisuales. De allí que aparezca la característica principal del cine comunitario: lo común prevalece sobre lo individual. Por tal razón, “fundamental será el pueblo, desarrollará las historias individuales cuando éstas tengan el significado de lo colectivo, cuando éstas sirvan a la comprensión del pueblo y no de un ser aislado, y cuando estén integradas a la historia colectiva” (Sanjinez y Grupo Ukamau, 1979, p. 61).

## Del cine comunitario al audiovisual al margen en Medellín

El cine comunitario en Medellín y su área metropolitana ha sido poco estudiado, pese a que en las últimas décadas ha tenido lugar una proliferación de las producciones audiovisuales de diversos géneros, así como la realización de festivales, no solo en la ciudad, sino en la región y en el país. Con todo, solo se encuentran pocos estudios llevados a cabo por universidades y diferentes ONG, particularmente desde una perspectiva de la comunicación y las problemáticas juveniles marginales. Las razones revisten alguna complejidad que se analiza a profundidad en la tesis de la que se deriva este texto, sin embargo, puntualizamos en algunos aspectos determinantes para tratar de esclarecerlas, lo que además permite entender las condiciones de posibilidad de un cine comunitario en Medellín y su transición al audiovisual al margen o alternativo, desde la pregunta planteada en este artículo.

En medio del resurgimiento del cine y la llegada del audiovisual sobresalen los estudios<sup>1</sup> sobre violencia ur-

bana y juventud, ya que estos últimos fueron en gran medida sus protagonistas. Paralelamente a los procesos de conflicto urbano, discurren lo cinematográfico y la comunicación mediática, que son parte del mismo proceso tecnocultural de la modernidad y lo que se conoce como la sociedad de masas o *mass media*. Y hacemos la distinción ya que durante el siglo XX hubo poca producción de películas en Medellín, salvo algunos largometrajes. Luego, en los años ochenta, vino un nuevo repunte de pequeñas producciones de las que hablaremos a continuación, pero es importante anotar que con el surgimiento paulatino de la Medellín burguesa, la ciudad comercial e industrial incorporó la producción mediática a sus dinámicas urbanas mediante la prensa y la fotografía en el siglo XIX, así como la radio en los años treinta del siglo XX. El cine apareció como espectáculo y fue una constante en la vida cotidiana de la gente desde recién iniciado el siglo, aunque realizarlo con las manos y los ojos propios fue, durante ochenta años, un imposible para la ciudad, lo cual generó un enorme vacío de imágenes en movimiento y de narrativas audiovisuales propias que hicieran parte del aparato urbano, como sí ocurrió con la prensa, la fotografía y la radio, esos otros dispositivos tecnoculturales modernos.

No obstante, a mediados de los años ochenta, la llegada de la televisión regional implicó la formación de una frontera extraña con respecto al cine que había empezado a reaparecer en Medellín en la misma década, unos años antes, con películas financiadas del bolsillo de los realizadores o por el Estado, por medio de Focine<sup>2</sup>, produciendo algunos cortos y dos largometrajes, entre ellos *Rodrigo D. No Futuro* (1991), dirigido por Víctor Gaviria y cuyo rodaje se llevó a cabo en los últimos meses de 1986. Así, despegó una nueva época para la ciudad y su relación con el lenguaje audiovisual, ahora con la televisión local, lo que reprodujo una escisión que ya estaba clara con uno y otro soporte mediático, pues crecieron en términos de la oposición cine *vs.* televisión que, si bien compartían aspectos tecnológicos, son justamente sus especificidades técnicas las que se volvieron también diferencias políticas y estéticas.

Con lo que no se contaba era con la gran transformación que iban a producir la llegada de las tecnologías digitales a finales de los noventa, lo cual mejoró enormemente la calidad de la imagen y el sonido a unos costos inimaginablemente económicos, compitiendo con el

cine, aunque aún sin igualarlo. Así mismo, la llegada y la expansión del internet amplió de un modo impensado el acceso, entre otros aspectos, a la producción audiovisual de todo el planeta e incluso a la producción del pasado.

Este es el escenario en el que confluyen la Medellín conflictiva de las décadas finales del XX y sus enormes violencias, con la ciudad mediática, en la transición del cine al video digital, que se iba alejando cada vez más de la ciudad industrial provinciana, mientras se convertía en la capital mundial del narcotráfico. Todo este escenario produjo una nueva noción sobre los jóvenes y la geografía urbana que habitaban, en la que estuvieron sin ser vistos u oídos por la narrativa oficial, al lado del resto de una enorme población, la mayoría de ella migrante.

Sin embargo, o quizás por ello, parte de las respuestas a estas violencias fueron comunicativas y espaciales. Las primeras por medio de propuestas audiovisuales institucionales que buscaron la participación de los jóvenes de las “comunidades” en la televisión regional<sup>3</sup>, así como distintas experiencias mediáticas y artísticas lideradas por las alcaldías y por organizaciones no gubernamentales (ONG), en su mayoría. Las segundas, se introdujeron iniciado el siglo XXI, mediante el urbanismo social que llevó a cabo un proceso de intervención espacial construyendo parques-bibliotecas, cables aéreos y otras infraestructuras para articular las “comunidades” con el resto de la ciudad, lo que implicó aceptar que se había erigido una urbe excluyente y, de paso, hacerles frente a las rachas de violencia y marginación acumuladas por décadas.

De vuelta a las investigaciones más importantes que abordan la reflexión sobre lo comunitario y el audiovisual en Medellín, estas aparecen justo en el primer decenio del siglo XXI ya que, en el periodo anterior, como hemos dicho, sobresalen los estudios sociales acerca de la violencia urbana y la juventud, pese incluso a que desde 1990 se había creado en la ciudad la revista de cine *Kinetoscopio*, en la que se hace mención esporádica al trabajo en video en la ciudad, pero sin mucha exhaustividad, aun cuando aparece un número especial dedicado a la producción en Medellín, pero esto ya será en el año 2016.

En todo caso, las investigaciones sociales que nos interesan estuvieron y están unidas a la trayectoria de los primeros colectivos o corporaciones que le apostaron

al trabajo con el cine o el audiovisual, pensados según la naturaleza misma de sus organizaciones y el sentido que le quisieron dar a la imagen en movimiento con relación a la ciudad o el territorio, es decir, produciendo comunicación comunitaria, ciencia antropológica o arte contestatario, según el orden de las categorías que definen los procesos colectivos que elegimos para teorizar críticamente lo comunitario en Medellín; estos son: Ciudad Comuna, Full Producciones, Pasolini Medellín y Madera Salvaje, respectivamente. Dichos colectivos responden a los procesos en el marco de la genealogía del cine comunitario que nos hemos propuesto con este trabajo, pero aclaramos que hubo otras experiencias que no incorporamos en este análisis<sup>4</sup>. Se puede decir, en todo caso, que estos colectivos emergen y se consolidan en el mar de violencias, cambios urbanos y transformaciones tecnológicas, configurando el nuevo aparato urbano que ellos mismos aún mueven a la par que cambia la ciudad y la geopolítica tecnocultural, agitando las fronteras del cine comunitario hacia el audiovisual alternativo o al margen en la ciudad de la nueva era digital.

Uno de los procesos más importantes fue el de la Corporación Cultural Madera Salvaje, que se creó en 1993, y la conformaron un grupo de jóvenes que confluyeron en el audiovisual desde posturas disidentes. Fue de las primeras organizaciones en crearse en función del cine y el video alternativo en Medellín y también la única que se disolvió de este grupo, en 1997. Sin embargo, en el corto tiempo que existió, dejó una huella que repercute fuertemente en los cambios del presente entre el cine comunitario y el audiovisual contemporáneos. Su proceso y su impronta hoy se pueden interpretar como la búsqueda de una estética audiovisual insolente, parafraseando una expresión utilizada por su fundador. Gómez (2016), su fundador, dice que “Nosotros queríamos dar lugar por medio de la televisión comunitaria y el video independiente a la historia de la mafia y la violencia que Medellín no había querido contarse y además hacer con ello negocio: crear empleo, difundir un sello, fortalecer una industria en las márgenes de los monopolios” (p. 4). El texto resulta ser, sin pretenderlo, una total declaración de principios del escenario neoliberal y la distopía digital del presente, no solo para el cine comunitario o los colectivos audiovisuales, sino también para todo lo que sucede en las redes sociales con la gubernamentalidad algorítmica, de la que es cada vez más difícil escapar.

## Casa Solaris y los 14 cañonazos audiovisuales Vol. 1

*Casa Solaris* fue un proyecto colaborativo alrededor del audiovisual alternativo, cuya existencia fue corta (mayo del 2017 - noviembre del 2018), conformado por jóvenes (casi todos) pertenecientes o no a colectivos y cuya sede estuvo ubicada en un segundo piso de una casa en el barrio Prado del centro histórico de Medellín. Su objetivo fue crear un lugar de encuentro para el audiovisual independiente en la ciudad, tanto para quienes hacían parte del proyecto como para diversos invitados, compartiendo experiencias creativas, académicas y mucha fiesta.

Estos fueron los motores que los impulsaron a abordar con otros ojos y otras manos una concepción del cine y las artes visuales al margen de las narrativas oficiales, atendiendo mejor a sus deseos de libre expresión, confluyendo en una mezcla de intereses por lo común<sup>5</sup>, más que por lo comunitario en el sentido latinoamericano ortodoxo del término. Se proyectaron diversos trabajos, pero la característica que adquirió el espacio “le dio el foco a valorar, reflexionar y circular los contenidos universitarios y de nuevos realizadores. Quizá se sentía que la casa era propicia para una libertad en la exploración en el cine que generaban los colectivos que estaban iniciando en esa época” (entrevista a Jair Pérez - cofundador de Casa Solaris, 5 de junio de 2021).

Al mismo tiempo que intentaban afirmar lo colectivo, también había un declarado tinte que evitaba alguna asociación con la militancia ideológica de izquierda o una postura revolucionaria como la que marcó el accionar y el surgimiento del cine comunitario en las décadas anteriores y del que ya hemos hablado; es decir, se resignificaba la noción de lo común y desaparecía el concepto de pueblo, al menos en su discurso sobre lo colectivo y la creación audiovisual.

Se respiraba, eso sí, un aire contestatario con relación a las narrativas oficiales difundidas por algunos canales institucionales de Medellín. En tal sentido, abundaban las posturas críticas a estas formas narrativas, a la discriminación, a las búsquedas estéticas, al debate entre las artes visuales y el lenguaje cinematográfico, pero en particular, había interés por moverse con cierta autonomía reflexiva al confrontar la dicoto-

mía ficción/no ficción. Esta última era —y es— el legado más arbitrario del régimen de verdad burgués, que se apoderó de lo que según su particular entendimiento debía ser la realidad y lo que no.

En *Casa Solaris* se llevó a cabo la muestra titulada *14 cañonazos audiovisuales Vol. 1*, el 22 de diciembre del 2016, en la que diferentes realizadores mostraron sus trabajos más destacados del año, producidos por colectivos o creadores independientes y según sus propios criterios de selección. Este encuentro reviste de gran interés pues reúne el espíritu del lugar, la producción audiovisual más representativa del año 2016 y, probablemente, es un reflejo de lo que poco a poco se está configurando como una época de gran importancia para la ciudad y este azaroso inicio de siglo.

De allí que la aproximación a *Casa Solaris* sea mediante la relación cine-ciudad y comunicación-geografía, a partir de la transición geomediática que derivó en el surgimiento del rastro dejado por la película *Rodrigo D no futuro (1991)*, pues esta desempeñó un papel fundamental como experiencia cinematográfica urbana, en el marco del casi inexistente cine comunitario, en el Medellín de la década de los ochenta.

Por su parte, Medellín fue el epicentro inicial de un proceso fuertemente impulsado por un acumulado de prácticas rápidamente incorporadas y convertidas en parte de su geografía humana; es decir, la narcoestética entendida como una tecnopolítica que adquiere un carácter fuertemente comunicativo y geográfico, convirtiéndose en una espacialidad y produciendo un gran aparato geomediático en el cual la ciudad es aún más mediatizada y reconfigurada con relación a la producción de dispositivos geocomunicativos, es el paso dado de los *mass media* al territorio digital.

Es en medio de este proceso que surge la película *Rodrigo D. No Futuro (1991)*, dirigida por Víctor Gaviria, y con ella empezamos a entender el lenguaje audiovisual en Medellín como dispositivo. De esta manera, se generan subjetividades emergentes, reconfiguraciones discursivas y otredades. Surge la posibilidad de narrar desde otra perspectiva, con otros protagonistas, desde realidades y miradas construidas a partir de la mirada de ese otro. *Rodrigo D. No Futuro (1991)* se muestra como ruptura en el modo institucional de representación de ciudad que promueven películas emblemáticas como

*Bajo el cielo antioqueño* y que sirvió para tejer unos imaginarios particulares de ciudad. Esta última instituía imaginarios sobre la “raza”, el papel de la mujer en la sociedad o la importancia de la religión católica, que fueron elementos posteriormente problematizados.

De vuelta al contexto en el que se empieza a hablar de colectivos audiovisuales y de realización de cine alternativo o al margen en Medellín, este se produce a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, bajo dos condiciones: la primera, la creación de canales institucionales regionales, además del establecimiento de escuelas audiovisuales en un par de universidades de la ciudad, a lo que se agrega la Ley 814 o Ley de Cine. La segunda, a partir del abaratamiento de equipos y *software* para la realización audiovisual, producto de la transformación digital.

*Casa Solaris* y el evento *14 Cañonazos audiovisuales* se integran, precisamente, a dicho contexto muchos años después de que iniciaran estas experiencias comunitarias. El evento tuvo dos volúmenes, que se dieron en los años 2016 y 2017. El volumen 1 fue, además, toda una fiesta, que puede ser interpretada hoy con un lema: “Cine entre amigos”. Los productos audiovisuales del 2016 fueron: *Lunesta*, *Refugio*, *El andén del juglar*, *Vitreo*, *El cielo es de las madres*, *Tres y Cinco*, *Hocico de cerdo*, *La hora de los venados*, *Warmapura*, *Historia de un Río*, *Fotosíntesis*, *La calle Stereo*, *Los Soldaditos*, *Leidi* y *N.N.* A continuación, se hace referencia a los últimos tres productos, representativos del acontecimiento narrativo en torno a la violencia y los modos de narración y producción de ciudad, a modo de ilustración audiovisual de sus narrativas y estéticas.

*Los Soldaditos*, dirigido por Cristian Torres y producido por Nómada, K-minantes y Foco, retrata a un niño en su etapa de descubrimiento y generación de identidad, que se ve cooptada por el padre que busca dirigir su vida, cortándole el cabello, sus emociones y conducta: el niño debe convertirse en un típico hombre “macho”, ser vengativo, no dar, ni recibir muestras de cariño. Todo ello concluye en la elección posterior del niño: convertirse en un soldado.

En el corto se retrata la relación entre ciudad y violencia, pero no desde las representaciones del “traqueto” o el “narco”, figuras representativas de la industria del audiovisual en Medellín. Por otra parte, se

muestra otra violencia más específica: la realizada por un padre a su hijo; la violencia de la escuela y de la religión como dispositivos de disciplinamiento.

El segundo corto, *Leidi*, ganador de un premio Cannes en el 2014, cuestiona el tipo de representación institucional que se tiene de la familia y de la niñez. Dirigido por Simón Mesa, narra cómo unos adolescentes sin oportunidades se ven abocados a la responsabilidad de ser padres. La mirada de Leidi es perdida, no piensa en sí misma e inclusive no piensa directamente en el niño: ella está orientada a encontrar al padre, a mantenerlo a su lado. La idea de familia planeada en las márgenes de la ciudad se difumina y durante el corto es reiterativo encontrar varios adolescentes padres, madres o en embarazo. La pieza se dirige a construir la mirada de Leidi, de su soledad, de su falta de acompañamiento y sobre todo de su corta perspectiva de la situación en la que está viviendo.

El tercer corto, *N.N.*, que dura dos minutos, es dirigido por Juan Mesa y producido por Imagination. Es la pieza más simple, pero una de las más ricas y es precisamente en esa característica que radica su significativa fuerza. Esta se construye en un plano y los sonidos no van más allá de las voces y los gestos de las personas que aparecen en ella. La interpretación de los personajes refuerza la narrativa y su significado. La imaginación se construye en torno a la categoría de violencia, sin la presencia directa de ella, pero que se mira desde una pareja y su hijo en el mismo plano, que piensan su familia en torno a la figura del cementerio, como un referente a través de las lápidas, para elegir el nombre a otro hijo que está por nacer. Es, quizás, una de las reflexiones más contundentes sobre lo que nos queda del No Futuro, que no es poco. El corto se plantea como un chiste cruel, en el cual un no nacido puede tener el nombre de un muerto. El cementerio se muestra como lugar de la ciudad que se vuelve parte de la cotidianidad.

## Consideraciones finales

La pregunta inicial de la que surge el artículo es: ¿cómo abordar el cine comunitario desde una relación crítica con la modernidad, a partir de las nuevas experiencias de creación audiovisual al margen en Medellín? Para ello, a partir de textos canónicos en el nacimiento del

cine comunitario latinoamericano, se establecieron sus rasgos principales. También, se hizo un estudio del cine comunitario en Medellín, que tiene la especificidad de producirse en colectivos audiovisuales y organizaciones comunitarias. Dicho estudio se confrontó con la experiencia relativamente reciente de *Casa Solaris* y el evento *Los 14 cañonazos audiovisuales Vol. 1*.

Para responder a dicha pregunta, se debe entrelazar la reflexión entre los cortos estudiados del evento y los análisis establecidos en el presente texto. En primer lugar, la especificidad del cine comunitario en la ciudad de Medellín se configura en los años noventa e inicios del 2000, en un contexto marcado por la violencia, especialmente por el narcotráfico y la confrontación política de los grupos alzados en armas. Allí, se propició una estética tecnopolítica, que puede denominarse “narcoestética”, la cual se estableció como *modo de representación institucional*, marcada por la producción de imaginarios de ciudad.

Los tres cortos estudiados representaron la acontecimiento de formas otras de narrar y producir los imaginarios de ciudad, es decir, hubo un viraje en las maneras del lenguaje audiovisual en su relación con la producción espacial. De esta manera, los colectivos audiovisuales de la ciudad, en ciertos casos, advinieron como procesos de alteridad en la manera de representar y producir discursivamente la ciudad y los imaginarios, lo cual se relaciona con la crítica a la idea de cultura que establece dicotomías, para propiciar una producción cinematográfica “entre amigos”, en la que se generan otras acciones discursivas.

Finalmente, es necesario aclarar que los estudios sobre el cine comunitario en la ciudad de Medellín son muy pocos, dispersos y que la presente reflexión pretende contribuir a un entendimiento general de los procesos de alteridad emergentes en la ciudad, en torno a la producción audiovisual y lo comunitario, sin pretensiones de exhaustividad.

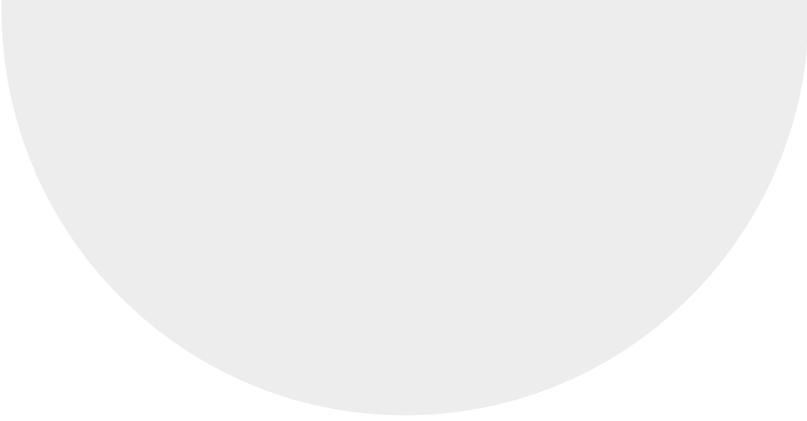
## Notas

1. Entre dichos estudios sobresalen Colectivos de comunicación y apropiación de medios (Acosta y Garcés, 2013) y Sondeo etnográfico para la construcción de un nuevo modelo de comunicaciones con la población en extrema pobreza (Centro Nacional de Consultoría - Alcaldía de Medellín, 2009).
2. Focine fue la compañía para el fomento cinematográfico, activa entre 1978 y 1993, la cual se encargó de promover la industria fílmica en Colombia.
3. Por ejemplo, la serie documental *Muchachos a lo bien*.
4. Por ejemplo, la Corporación *Platohedro*.
5. Laval y Dardot identifican bajo lo común el principio político fundamental de convergencia de movimientos sociales en contra del neoliberalismo y sus lógicas de acumulación, privatización y ceramientos (Marín, 2018).

## Referencias bibliográficas

1. ACOSTA, G. y Garcés, A. (2013). *Colectivos de comunicación y apropiación de medios*. Universidad de Medellín.
2. AGAMBEN, G. (2015). *¿Qué es un dispositivo?* Anagrama.
3. BARBERO, J. (2010). *De los medios a las mediaciones, comunicación, cultura y hegemonía*. Anthropos.
4. CENTRO NACIONAL de Consultoría - Alcaldía de Medellín (2009). *Sondeo etnográfico para la construcción de un nuevo modelo de comunicaciones con la población en extrema pobreza*. Centro Nacional de Consultoría/Alcaldía de Medellín.
5. CERRUTI, P. (2012). La “ontología histórica” de Michel Foucault. Apuntes de método para el análisis crítico socio-cultural. *Sociedade e Cultura*, 15(2), 393-403.
6. GARCÍA, J. (2010). Por un cine imperfecto. *Revista Universitaria do Audiovisual*. [http://imagenesdelsur.cicbata.org/sites/default/files/Por%20un%20cine%20imperfecto\\_JG\\_Espinosa.pdf](http://imagenesdelsur.cicbata.org/sites/default/files/Por%20un%20cine%20imperfecto_JG_Espinosa.pdf)
7. GETINO, O. y Solanas, F. (1969). *Hacia un tercer cine: Apuntes y experiencias para el desarrollo de un cine de liberación en el tercer mundo*. <https://cinedocumentalyetnologia.files.wordpress.com/2013/09/hacia-un-tercer-cine.pdf>
8. GÓMEZ, S. (2016). Madera Salvaje: en contra del régimen, todo; a favor del régimen, nada. *Cuadernos de Cine Colombiano*, 25, 176-185.
9. GUMUCIO, A. (2014). *El cine comunitario en América Latina y el Caribe*. Fundación Friedrich Ebert.
10. MARÍN MORENO, L. M. (2018). Christian Laval y Pierre Dardot, Común. Ensayo sobre la revolución en el siglo XXI, Barcelona, Gedisa, 2015, 672 pp. *Perfiles Latinoamericanos*, 26(51), 409-417.
11. MBEMBE, A. (2016). *Crítica de la razón negra*. Ned.
12. PÉREZ, J. (2019). *Medellín, urbanismo y sociedad*. Turner Noema.
13. QUINCHÍA, S. M., Agudelo, L. C. y Arteaga, A. (2018). *Urbanismo en Medellín, siglo XXI. Aportes a la discusión*. Universidad Nacional de Colombia.
14. SANJINEZ, J. y Grupo Ukamau (1979). *Teoría y práctica de un cine junto al pueblo*. Siglo XXI.





# Reseñas

---

*Resumos*

---

*Reviews*

# Procesos de producción de conocimiento en prácticas de comunicación de la ciencia promovidas por grupos de investigación colombianos en el campo de las nanociencias y nanotecnologías (proyecto finalizado)

DOI: 10.30578/nomadas.n55a16

*Processos de produção de conhecimento em práticas de comunicação da ciência promovidas por grupos de pesquisa colombianos no campo das nanociências e nanotecnologias.*

*Knowledge Production Processes in Science Communication Practices Promoted by Colombian Research Groups in the Nanoscience and Nanotechnology field*

Constanza Pérez-Martelo

Doctora en Ingeniería de la Universidad de los Andes y doctora en Sociología de la Universidad de Grenoble (Francia). Profesora Asociada de la Universidad Central (Bogotá, Colombia). Correo: cperezm@ucentral.edu.co

INVESTIGADORA PRINCIPAL: Constanza Pérez-Martelo

COINVESTIGADORES/AS: Jorge Enrique Mejía Quiroga  
Yaddy Paola Niño Sandoval  
Jerónimo García Riaño

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN: Nelson Andrés Martínez Marín

AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN: Jesús Abel Afanador  
Valentina Garzón  
Gabriel Ramírez

ENTIDADES FINANCIADORAS: Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología (Banco de la República) y Universidad Central (Clúster de Investigación en Ciencias y Tecnologías Convergentes)

AÑOS: 2017-2018

*We have a habit in writing articles published in scientific journals to make the work as finished as possible, to cover all the tracks, to not worry about the blind alleys or to describe how you had the wrong idea first, and so on. So there isn't any place to publish, in a dignified manner, what you actually did in order to get to do the work, although, there has been in these days, some interest in this kind of thing.*

Richard Feynman, 1965

En esta reseña aceptaré la invitación que nos hizo Richard Feynman en su conferencia de 1965 cuando recibió el Premio Nobel de Física. Describiré algunas de las rutas que recorrimos en el proyecto de investigación y no solo los resultados. Con ese propósito, adoptaré la perspectiva que nos han enseñado los estudios sociales de la ciencia (Latour, 2001): “abrir la caja negra” del proceso investigativo. A partir del enfoque de la sociología de la traducción (Callon, 1995), describiré algunos trayectos del proyecto de investigación.

La pregunta que orientó la investigación fue: “¿Cómo son los procesos de producción de conocimiento en las prácticas de comunicación de la ciencia de grupos de investigación en el campo de las nanociencias y las nanotecnologías (NCT)?”. En esta indagación se articularon varios actores. La problematización partió de la iniciativa de Esteban Quesada<sup>1</sup>, coordinador de Investigaciones de la Universidad Central en ese momento, de crear conexiones entre investigadores de diferentes unidades académicas (Comunicación Social y Periodismo, e Ingeniería). Esteban identificó que los investigadores teníamos preguntas que podrían articularse en torno a la comunicación de la ciencia. Así, este proyecto nació lejos de la común “resistencia a la institucionalización de la investigación inter y transdisciplinaria en el corazón del mundo académico” (Vessuri, 2014). Los miembros del equipo generamos sesiones de trabajo sobre las preguntas de interés. Nos enrolamos con un ámbito de diálogo común, constituido por las prácticas de comunicación de la ciencia, en términos de sus dinámicas de producción de conocimiento y de la relación con otras prácticas de los grupos de investigación. Encontramos la posibilidad de aportar partiendo de trabajos previos: comunicación de la ciencia, prácticas de grupos de investigación, análisis

de redes sociales y estudios sobre nanotecnologías. En esa fase también nos preguntamos por las posibilidades de financiación (Callon, 2006). Necesitábamos enrolar a una fuente de financiación que facilitara dos condiciones: 1) temáticas no restringidas o que incluyeran los tópicos que estábamos definiendo, 2) que no tuviera como requisito que todos los miembros del equipo fueran integrantes formales de grupos de investigación reconocidos por el actual Minciencias<sup>2</sup>. Con esas condiciones, identificamos como posible financiador a la Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología (FPIT)<sup>3</sup>. Tomar como caso de estudio grupos de investigación en nanociencias y nanotecnologías nos daba, además, la posibilidad de articularnos con el proyecto estratégico “Clúster de investigación en ciencias y tecnologías convergentes” de nuestra institución, el cual soportó unos recursos de contrapartida para presentar la propuesta ante la FPIT<sup>4</sup>. Una vez lograda la financiación, se inició el proyecto y se generaron nuevas articulaciones.

La ruta metodológica contó con un diseño de estudio de caso. En la identificación de los grupos a estudiar cruzamos tres fuentes de información: 1) la plataforma ScienTI<sup>5</sup>, mediante búsquedas avanzadas por área de conocimiento, proyectos y productos, con el término “nano”; 2) la página web de la red Nanocolombia<sup>6</sup>, revisando los grupos participantes en las actividades; 3) la página web de la red Nanody<sup>7</sup>. Los criterios para seleccionar los grupos fueron: que estuvieran activos en el área de las NCT y que se contara con heterogeneidad en las categorías de la clasificación de grupos (Colciencias, 2016)<sup>8</sup>, en las instituciones de afiliación y respecto tanto de la antigüedad en la creación como de la ubicación geográfica. De los grupos que cumplieron con estos criterios, seis aceptaron participar en el estudio, cinco de ellos vinculados a universidades y uno al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Cuatro están ubicados en Medellín y dos en Bogotá.

El trabajo de campo se realizó entre mayo del 2017 y mayo del 2018. Desarrollamos 15 entrevistas semiestructuradas con integrantes de los grupos, funcionarios de las instituciones y participantes de los ejercicios de divulgación. También hicimos observación en eventos de divulgación de los grupos, así como revisión documental. El enfoque de análisis fue el de artesanía intelectual, articulando permanentemente la pregunta de investigación con los resultados del trabajo de

campo y la literatura. Utilizamos también herramientas de Análisis de Redes Sociales (ARS) para estudiar las redes generadas. El proyecto involucró, además, un ejercicio reflexivo sobre prácticas de comunicación de la ciencia durante su desarrollo, mediante la realización de un trabajo de opción de grado de estudiantes de pregrado de Comunicación Social y Periodismo, conectando procesos de investigación y formación.

Son varios los hallazgos del proyecto (Pérez-Martelo *et al.*, 2020). Encontramos que las prácticas comunicativas de los grupos estudiados en su mayoría muestran un incipiente trabajo de divulgación de sus proyectos de investigación e iniciativas de baja continuidad. Así mismo, las prácticas de divulgación hacen énfasis en el ámbito escolar, en el trabajo con estudiantes y profesores de colegios, con el propósito de promover el interés y aprecio por la ciencia y las carreras científicas. Se impulsan espacios de experimentación para una mejor comprensión de los fenómenos en la nanoescala.

Otro hallazgo se relaciona con los modelos predominantes en las prácticas de divulgación. En los grupos estudiados identificamos un énfasis en el modelo de déficit (García y Foladori, 2015), que concibe a los interlocutores como actores pasivos, con relaciones asimétricas entre públicos y expertos. Sin embargo, las relaciones con actores heterogéneos fuera del contexto académico y de vínculos de largo plazo propician enfoques más interactivos. En ese sentido, observamos que un enfoque de interacción o diálogo requiere vínculos continuados que fomenten el aprendizaje en todos los actores participantes. El modelo de déficit se asocia con actividades menos permanentes, con una perspectiva de alfabetización.

Otro punto aportado por la investigación es la identificación del rol de espacios interinstitucionales de interacción en la generación de diálogo entre conocimientos académicos y no académicos. Un ejemplo de ello es la contribución de ámbitos como la RedNanoColombia para movilizar preguntas en torno de las implicaciones sociales de las nanotecnologías. También procesos de aprendizaje mutuo a partir de la interacción entre científicos y comunicadores o periodistas en procesos de divulgación.

De otra parte, tal como se ha observado en otros escenarios (Invernizzi y Cavichiolo, 2009), en los casos estudiados los discursos que se movilizan en las prácticas comunicativas son en su mayoría “nano-optimistas”. Ello tiene implicaciones en la generación de una perspectiva acrítica de estas áreas de ciencia y tecnología. Se requiere un ejercicio reflexivo respecto de tales prácticas para promover ámbitos de comunicación con discursos más simétricos entre los beneficios, los riesgos y los retos de estos desarrollos.

Otro hallazgo se relaciona con la relación entre las prácticas de comunicación y otras prácticas. Los casos estudiados evidencian que los sistemas de evaluación de la investigación y de estímulo a la carrera científica generan tensiones entre las prácticas de publicación en medios especializados dirigidos a pares y las de comunicación que se establecen con actores no científicos, por cuanto estas últimas tienen un peso marginal en los esquemas de valoración. Sin embargo, cuando las prácticas de comunicación con actores no científicos son incorporadas por los grupos, se generan capacidades de relacionamiento con interlocutores heterogéneos que amplían su ámbito de acción. En esa dirección, un punto identificado en los análisis realizados es que el desestímulo de los sistemas de evaluación a las actividades de divulgación con actores no científicos tiene mayor influencia en investigadores que están en sus primeras etapas de la carrera y desean avanzar presentando resultados mejor valorados por el sistema. Este eje de indagación nutrió las preguntas de un proyecto de investigación posterior.

Finalmente, en cuanto a los aportes metodológicos, se integran perspectivas de comunicación de la ciencia con el análisis de redes sociales. Este eje de articulación ha ampliado el enfoque que desde la comunicación se da a las audiencias y a la diferenciación entre público experto y lego, hacia una aproximación relacional estudiando el rol de cada actor en una situación específica. Como resultado de ello, se han identificado redes en las cuales la entrada de indagación son los grupos de investigación en NCT, pero cuyas prácticas comunicativas son dinamizadas a partir de la conexión con otros actores (museos de ciencia, redes, colegios, entre otros).

## Notas

1. Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a Esteban Quesada por orquestar estos puentes de trabajo colaborativo. También manifestamos nuestra inmensa gratitud a las personas que nos compartieron sus experiencias durante las entrevistas realizadas en el trabajo de campo.
2. Colciencias, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, se transformó en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) en 2019. Dos de los cuatros investigadores no cumplían con ese requisito, lo cual nos inhabilitaba para presentarnos en varias convocatorias, incluyendo la de nuestra institución.
3. El convenio suscrito fue el 201636 - Proyecto 3819. Agradecemos a la Fundación para la Promoción de la Investigación y la

Tecnología (FPIT) y a la Universidad Central por la financiación del proyecto.

4. Código del proyecto en la Universidad Central 20306009008.
5. Véase: <https://www.minciencias.gov.co/scienti>
6. Véase: <http://rednanocolombia.org/>
7. Véase: <http://www.nanodyf.org/>
8. Se tomaron las clasificaciones según los resultados publicados por Colciencias para la convocatoria 737 de 2016. Según tal convocatoria, los grupos se clasificaban como A1, A, B, C y D, siendo A1 la categoría más alta (Colciencias, 2016). Posteriormente se suprimió la categoría D.

## Referencias bibliográficas

1. CALLON, M. (1995). Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieu. En J. M. Iranzo Amatriain, J. R. Blanco Merlo, M. T. González de la Fe, C. Torres Albero y A. Cotillo Pereira (eds.), *Sociología de la ciencia y la tecnología* (pp. 259-282). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
2. CALLON, M. (2006). Luchas y negociaciones para definir qué es y qué no es problemático. La socio-lógica de la traducción. *Redes*, 12(23), 103-128.
3. COLCIENCIAS (2016). Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores. [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor\\_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf)
4. INVERNIZZI, N. y Cavichiolo, C. (2009). Nanotecnología en los medios: ¿Qué información llega al público? *Redes*, 15(29), 139-175.
5. FEYNMAN, R. (1965). *The Development of the Space-time View of Quantum Electrodynamics*. [Nobel Lecture] California Institute of Technology, Pasadena, 11 de diciembre. [https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/other/Feynmans\\_Nobel\\_Lecture.pdf](https://www.feynmanlectures.caltech.edu/info/other/Feynmans_Nobel_Lecture.pdf)
6. GARCÍA, M. y Foladori, G. (2015). Estrategias de divulgación de nanotecnologías en Estados Unidos, España y México: Construcción social de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. *Momento: revista de Física*, 49(E), 25-37.
7. LATOUR, B. (2001). *La esperanza de Pandora: Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Gedisa.
8. PÉREZ-MARTELO, C., Mejía Quiroga, J. y Niño Sandoval, Y. P. (2020). Prácticas de divulgación de las nanotecnologías en Colombia: Una aproximación desde los enfoques y experiencias de los grupos de investigación. En E. Záyago Lau, G. Foladori y N. Invernizzi (eds.), *Relevancia social de las nanotecnologías en América Latina*. Miguel Ángel Porrúa.
9. VESSURI, H. (2014). Los límites del conocimiento disciplinario. Nuevas formas de producción del conocimiento científico. En P. Kreimer, H. Vessuri, L. Velho y A. Arellano (eds.), *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad* (pp. 31-43). Siglo XXI/Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

# Senderos bifurcados, subjetividades convergentes: trayectorias y experiencias científicas de investigadores sociales en Argentina, Colombia y México (reseña de libro)

DOI: 10.30578/nomadas.n55a17

*Trilhas bifurcadas, subjetividades convergentes: trajetórias e experiências científicas de pesquisadores sociais na Argentina, a Colômbia e o México.*

*Bifurcated Paths, Converging Subjectivities: Trajectories and Scientific Experiences of Social Researchers in Argentina, Colombia, and Mexico*

Ana María Úsuga Ciro

Estudiante de doctorado en Filosofía de la Ciencia en la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Maestra en Filosofía de la Ciencia de la misma universidad; socióloga de la Universidad de Antioquia.  
Correo: anamausci@gmail.com

AUTOR: César Guzmán Tovar

EDITORIAL: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuies)

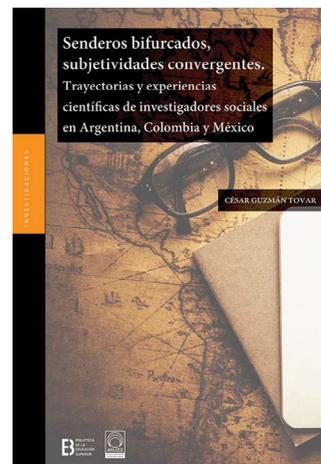
CIUDAD: Ciudad de México

AÑO: 2020

NÚMERO DE PÁGINAS: 322

César Guzmán Tovar, autor de este libro, es Doctor en Investigación en Ciencias Sociales con mención en Sociología por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso), México. Realizó una estancia posdoctoral como investigador en el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el proyecto “Ciencias sociales e investigación aplicada en México: tensiones entre la generación y la aplicación de conocimientos”. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México en el nivel candidato, y miembro del grupo de trabajo “Ciencia y sociedad” del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (Clacso).

El libro que aquí se reseña se centra en el estudio de las *trayectorias* y las *experiencias científicas* de investigadores residentes en Colombia, Argentina y México,



que ejercen su actividad investigativa en universidades públicas o privadas de las ciudades capitales de esos países. Su marco teórico va del constructivismo y el relativismo epistemológico a enfoques de la sociología –como el de campos de Bourdieu– y de la sociología de la ciencia –como la estructura social de la ciencia de Merton–; además, transita los estudios sociales de la ciencia y la tecnología para situar su investigación en el contexto de las discusiones sobre políticas, evaluación y legitimidad de la producción científica.

Metodológicamente, el autor expone las razones y los sesgos que lo llevaron a elegir sus casos (países), los criterios para la selección de sus unidades de análisis (investigadores), las técnicas de recogida de información, la forma de sistematización, el ejercicio de análisis y de escritura. El análisis, específicamente, incluye un entrelazamiento de aspectos de tres tipos: a) micro: subjetivos, a partir de las biografías relatadas por los investigadores; b) meso: institucionales, que incluye tanto lugares de trabajo de los investigadores como entes reguladores de cada país; c) macro: aspectos políticos, económicos y sociales de los países (casos), pero también del contexto latinoamericano. No sobra resaltar que, por el interés del libro, hace especial énfasis en el aspecto micro.

La obra está dividida en tres intervalos, como los llama el autor. El primero: “Otear y problematizar”, contiene el Exordio, que puede leerse como los porqués del autor para realizar esta investigación, y la Introducción general. En esta última, el autor se extiende en presentar su argumento sobre la importancia del individuo, su trayectoria y su experiencia como epicentro de investigación sobre la consolidación de las ciencias sociales y la producción de conocimiento científico. Su idea principal, parafraseada, es que la subjetividad habita y construye la producción de conocimiento en las ciencias sociales.

Presenta a los investigadores –con sus percepciones, emociones y deseos– como la suma que conforma una colectividad, un área, una ciencia y sus resultados; afirma que los individuos, como sujetos de la ciencia, han sido desatendidos en la regulación, la evaluación y la investigación sobre producción científica. Argumenta que comprender a los sujetos científicos (su subjetividad) como elemento primordial en la producción de conocimientos es comprender la construcción

social de la ciencia. Recordemos en este punto que uno de sus referentes teóricos de partida es el constructivismo, lo que lo lleva a entender la ciencia en dos sentidos: como la suma de los individuos que la producen y, por tanto, como una construcción social. Sin embargo, esta posición constructivista, a primera vista radical, sobre las ciencias sociales se verá matizada al avanzar en sus análisis en los capítulos subsiguientes, sobre todo en el capítulo tres.

El segundo intervalo: “Auscultar y comprender”, está compuesto por los capítulos I y II. En ellos presenta sus conceptos centrales: a) *trayectoria*, que se centra en rastrear los recorridos académicos, los itinerarios investigativos y las motivaciones de los investigadores para llegar a ocupar los puestos que ocupan en la actualidad; b) *experiencia científica*, entendida como las vivencias íntimas –no trascendentes– de la vida cotidiana de los investigadores, situada en un espacio y un tiempo, que compone lo emocional, lo cognitivo y el enlace de cada investigador con lo social; c) las *mediaciones sociales*, conformadas por dispositivos que pueden ser instituciones o hitos históricos, y que fueron narrados o nombrados por los investigadores y de una u otra forma influyeron en su biografía; d) *territorios vivenciales*, definidos como espacios físicos portadores de memoria. Todos estos conceptos se fundamentan en el compromiso constructivista y el relativista del autor, al sostener que la ciencia se construye y en esa construcción cada una de las trayectorias científicas suma. Sin embargo, desde este intervalo empieza a dirigirse hacia un análisis de ida y regreso; es decir, un análisis en el que las condiciones que escapan a la elección del investigador aportan y configuran formas de la organización en la ciencia y sus áreas, además de influir en las trayectorias individuales.

Ese entrelazamiento que el autor asume entre aspectos micro, meso y macro le permite generar lo que yo he denominado un *constructivismo compatible* entre posiciones diversas/adversas, a saber: el constructivismo que encuentra el epicentro de la producción de conocimiento y la construcción de trayectorias científicas en el fenómeno mismo de la experiencia individual (Dubet, 2011); y el que propone una construcción de los cambios históricos sobre los investigadores, que consecuentemente va a generar unas ciertas trayectorias científicas (Martuccelli, 2013). Para finalizar el intervalo, presenta las nociones de *aceleración* y *rituales de interacción*

como consecuencia y estrategias (respectivamente), que les permite a los investigadores mantener sus identidades, intereses y formas de resistencia en un sistema de producción cada vez más cerrado y homogeneizador.

El último intervalo: “Ensamblar y re-problematizar”, está compuesto por los capítulos III y IV. En el capítulo III construye al *sujeto científico* basado en sus conceptos de *trayectoria* y *experiencia científica* y en los niveles contexto-creencia-sujeto. Tres aspectos son importantes en esta construcción: a) la comparación que elabora entre los casos –Colombia, Argentina y México– en perspectiva macro, con base en la presentación contextual avanzada en el segundo intervalo; b) la clasificación de las trayectorias de investigadores en *senior* y *junior*, con base en la experiencia investigativa y no generacional de los participantes; c) la propuesta de las llamadas *simbiosis explicativas de las subjetividades científicas*, que están compuestas por las variaciones institucionales y las *mediaciones sociales*, como referentes inexorables en la producción subjetiva. Estos tres aspectos ponen de relieve la intención del autor de defender lo que llamé líneas arriba *constructivismo compatible*. En ese sentido, en el capítulo final recurre a una nueva tesis sintética sobre las subjetividades, diciendo que nos encontramos

... ante una interesante paradoja, pues, aunque el *ethos* de las ciencias sociales tiende a homogeneizarse, la *practice* de los sujetos se mantiene caracterizada por su multiplicidad. La idea que esto plantea –y que se desarrollará en el capítulo final de esta investigación– es que el actual modo de producción de conocimientos genera los sujetos requeridos para desarrollar el modelo científico y no al contrario. Esos sujetos tienen y desarrollan ciertas particularidades y características que los diferencian de los investigadores sociales de épocas anteriores; de manera que las subjetividades científicas se van transfigurando históricamente. (p. 248)

Al plantear esta vuelta de tuerca al argumento constructivista, genera, a mí parecer, dos movimientos: uno referente a las *trayectorias* y la forma en que estas inci-

den en la configuración de las ciencias sociales: ahora el área no sería solo la suma de las individualidades de sus científicos. Si esto es así, los aspectos subjetivos abren espacio a la relevancia de las instituciones y condiciones sociohistóricas en la consolidación de la ciencia y, en especial, de las ciencias sociales. Este segundo aspecto se relaciona más fuertemente con el concepto de *experiencia* que, como se evidencia en el libro, es íntima, pero también colectiva. Para apoyar esta apreciación, cito lo que el autor continúa diciendo “comprender a los individuos como una producción de los contextos y no al contrario. Para decirlo en breve: las subjetividades científicas son una fabricación de los medios sociales en las cuales se establecen” (p. 252).

Para concluir, presenta un conjunto de reflexiones críticas alrededor de tres temas: a) la importancia de pensar en un programa de investigación de la actividad científica en “clave de individuo”, b) la posibilidad del estudio de la *practice* y del *ethos* científico desde una perspectiva fenomenológica y c) la factible reconciliación y colaboración entre la teoría social y los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Sobre los dos primeros temas puede plantearse una pregunta: ¿metodológicamente, cómo podría establecerse un programa investigativo en *clave de individuo (fenomenológico)* sobre la incidencia de las *trayectorias* y la *experiencia* en la consolidación de las ciencias, que, a su vez, aborde aspectos como la regulación, la evaluación y la legitimación de la producción de conocimiento científico sin atomizar devastadoramente la ciencia como institución y obtener resultados de alguna manera generalizables?

Para finalizar quisiera resaltar la loable labor del autor al desarrollar una investigación que conjuga relatos biográficos, aspectos institucionales y condiciones sociohistóricas, trabajo que no resulta fácil y ha sido parte de una acalorada discusión en diversas disciplinas, como la filosofía de la ciencia y la epistemología. Integrar historia y biografías a trabajos que tienen una abierta pretensión teórica se convierte en todo un reto.

## Referencias bibliográficas

1. BOURDIEU, P. (2003). *El oficio de científico*. Anagrama.
2. BOURDIEU, P. (2008a). *Homo academicus* [1984]. Siglo XXI.
3. BOURDIEU, P. (2008b). *Los usos sociales de la ciencia* [1997]. Nueva Visión.
4. DUBET, F. (2011). *La experiencia sociológica*. Gedisa.
5. MARTUCCELLI, D. (2013). La individuación, estrategia central en el estudio del individuo. En C. A., Charry, y N. Rojas (eds.), *La era de los individuos. Actores, política y teoría en la sociedad actual* (pp. 195-226). LOM.
6. MERTON, R. K. (2002). *Teoría y estructura sociales* [1949]. Fondo de Cultura Económica.
7. OROZCO, L. A. y Chavarro, D. A. (2010). Robert K. Merton (1910-2003). *Revista de Estudios Sociales*, 37, 121-142.



**Conozca [aquí](#) los requisitos para participar en *Nómadas***

