

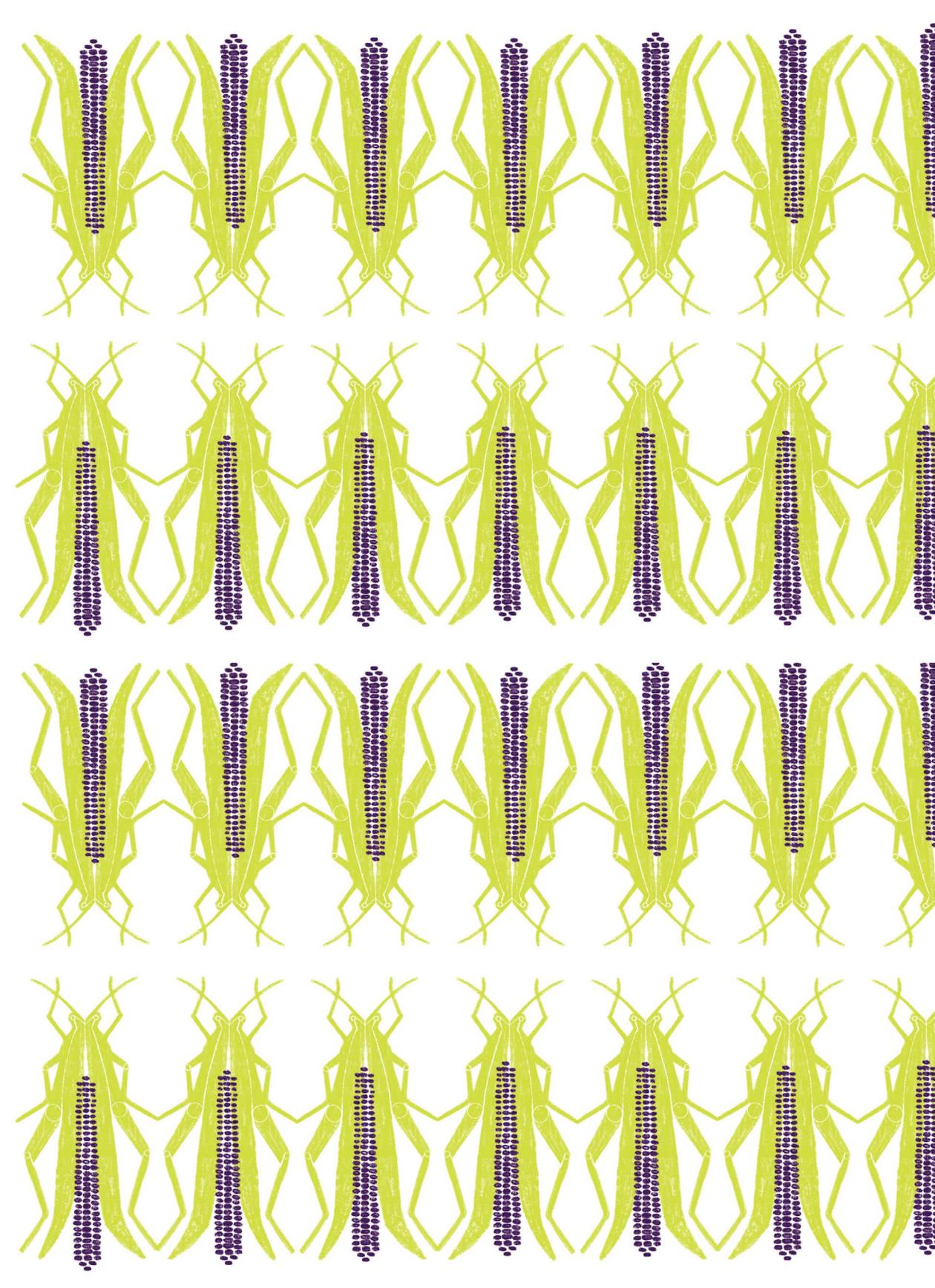
# BOLLETÍN CONACYT

2021

3



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



BOLETÍN  
CONACYT

**3**

2021

María Elena Álvarez-Buylla Roces  
Directora general del Consejo  
Nacional de Ciencia y Tecnología

**Comité Editorial**

**Aideé Orozco Hernández**

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico,  
Vinculación e Innovación

**Andrés Eduardo Triana Moreno**

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

**José Alejandro Díaz Méndez**

Unidad de Articulación Sectorial y Regional

**Raymundo Espinoza Hernández**

Unidad de Asuntos Jurídicos

**Juan Francisco Mora Anaya**

Unidad de Administración y Finanzas

**Alejandro Espinosa Calderón**

Secretaría Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial  
de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente  
Modificados

**María del Carmen García Meneses**

Coordinación de Repositorios, Investigación  
y Prospectiva

**Horacio Tonatiuh Chavira Cruz**

Coordinación de Comunicación

**Diseño**

Equipo Conacyt

**Ilustraciones:**

Armando Fonseca

*Boletín Conacyt*, año 3, número 3, 2022,  
es una publicación anual editada por el Consejo  
Nacional de Ciencia y Tecnología. Av. Insurgentes  
Sur 1582, col. Crédito Constructor, alcaldía Benito  
Juárez, Ciudad de México, c. p. 03940.  
Teléfono: 55 5322 7700. [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)  
Editor responsable: Consejo Nacional de Ciencia  
y Tecnología. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo  
04-2021-062922352400-106, ISSN en trámite,  
ambos otorgados por el Instituto Nacional de  
Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido en  
trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de  
Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría  
de Gobernación.



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

# PRESENTACIÓN

# LA CIENCIA ES TU DERECHO

**MARÍA ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA ROCES**

Directora general del Consejo Nacional  
de Ciencia y Tecnología

A partir del cambio de régimen que México emprendió desde diciembre de 2018, la política de humanidades, ciencia, tecnología e innovación (HCTI) cobró una relevancia inédita en la conversación pública nacional.

En este contexto, en 2019 se concretó una histórica reforma de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en favor del sector HCTI, al incorporar en la fracción V del artículo 3.º la garantía de las y los mexicanos a gozar de los beneficios de la ciencia, testimonio fehaciente del compromiso irrestricto del Estado para apoyar la investigación científica, humanística y tecnológica, al promover el acceso abierto y la difusión de nuestra cultura.

La inclusión de este principio en nuestro texto fundacional resulta de la mayor trascendencia, debido evidentemente a su resonancia en la esfera colectiva y de estar enmarcado en un esfuerzo integral para devolver a las instituciones del Estado su sentido primigenio: la búsqueda del bienestar social. De esta forma, los derechos plasmados en la Constitución son el relato de conquistas históricas y el reflejo de los valores a los que la sociedad otorga mayor importancia. En este sentido, la Cuarta Transformación asume una postura de vanguardia internacional.

Se trata de un cambio de paradigma que requiere de una profunda renovación conceptual, epistémica y cultural en la política y las prácticas de las HCTI. Se trata, también, de la recuperación de un proyecto nacional auténticamente social, de revalorización de la vida pública y de lo colectivo, así como de los principios democráticos de justicia, igualdad y libertad.

En este contexto, es importante recordar que las disposiciones jurídicas que rigen y dan forma al desempeño de nuestro sector fueron emitidas en un entorno geopolítico, económico, tecno-científico, sanitario y ambiental radicalmente distinto al actual, con principios y objetivos que han perdido vigencia y no necesariamente se encuentran alineados con la pluralidad y las exigencias éticas y epistemológicas, ni con el compromiso que la sociedad requiere de los científicos y tecnólogos frente a los nuevos desafíos que enfrenta la humanidad.

Una transformación de esta envergadura supone, necesariamente, una reconfiguración profunda del entramado jurídico, institucional y social que conforma el sistema nacional de HCTI.

Por lo anterior, el tercer número del *Boletín Conacyt* surge de la voluntad de ofrecer contenidos científicos rigurosos y también de la consideración de que la ciencia no es –como se había insistido en caracterizarla durante varias décadas– una actividad insular y elitista, sino que se encuentra en permanente y prolífica interacción con distintos saberes y áreas del conocimiento, así como con la sociedad en su conjunto.

Por ello, este notable esfuerzo de difusión, que hoy ponemos a disposición del público, recoge esta visión enriquecida por el pluralismo que debe guiar el quehacer científico.

En sus páginas, la lectora o el lector encontrará una gran diversidad de artículos y entrevistas, así como interesantes reflexiones sobre la vigencia y la actualización de conceptos que durante décadas permanecieron incólumes, tales como las nociones de progreso y el avance científico, vistos a la luz de acontecimientos que han sacudido los cimientos de la humanidad y han desnudado las carencias generadas por un sistema productivista que hoy se encuentra en franca decadencia.

También podrán hallarse ejemplos de la relación que tiene la ciencia con la creación artística, como es el caso de la obra *Mazorcas*, del renombrado escultor y ceramista mexicano Javier del Cueto. Notable instalación que encarna con maestría técnica la importancia que tiene la diversidad de esta planta sagrada para la riqueza de México, además de invitar a una reflexión sobre la relevancia de su defensa y preservación.

Sin duda alguna, este boletín está anclado también en la connotación ambivalente que tiene el conocimiento científico. Este conocimiento es, por una parte, un medio idóneo para promover la realización de otros derechos humanos y buscar soluciones que permitan satisfacer las necesidades comunes a toda la población. Por otra, se le relaciona con tecnologías que, utilizadas bajo objetivos distorsionados, tienen la capacidad de lastimar la integridad, la dignidad y las libertades de las y los individuos. Así pues, el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico son un faro para enfrentar los retos de la fragilidad humana, pero, al mismo tiempo, pueden ser empleados al servicio de intereses económicos que privilegian los réditos sobre los beneficios colectivos, que encarnan riesgos asociados a la salud y a la destrucción ambiental o a la eternización de desigualdades económicas y sociales.

De ahí la importancia de las discusiones plurales y diversas que se plantean desde espacios como este tercer número del *Boletín Conacyt*, que son el reflejo de la necesidad de que la creación y el conocimiento que se generan en los campos de las

HCTI sean un elemento al alcance de todos, abierto a la participación y la perspectiva que conforman el mosaico de nuestro gran país, además de plantear la necesidad de contar con un desarrollo científico orientado por principios humanísticos y concebido como un derecho humano habilitante.

En suma, se trata de una visión poliédrica que, por supuesto también desde la esfera jurídica, reconoce la importancia de la pluriculturalidad de México, su compleja y fascinante diversidad, sin discriminación y en oposición a la percepción y concepción elitista que asume a la ciencia como un concepto unívoco y a sus frutos como tesoros al alcance sólo de unos cuantos, no como el derecho de todas y todos a gozar de sus avances.

---

**CIENCIA PARA MÉXICO**

**9 Proyecto para el desarrollo y fabricación del ventilador mecánico Ehécatl 4T**

JOSÉ C. PINEDA CASTILLO,  
MARÍA ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA ROCES

**15 Firma de convenio: el Conacyt y la Procuraduría Agraria**

LUIS HERNÁNDEZ PALACIOS MIRÓN

---

**ENTREVISTA**

**21 Biomatemáticas y difusión de la ciencia en México:**

ENTREVISTA A PEDRO MIRAMONTES VIDAL

---

**ANÁLISIS Y DEBATE**

**29 El Derecho Humano a la Ciencia:  
contenido, principios y garantías**

RAYMUNDO ESPINOZA HERNÁNDEZ, KEYLA GÓMEZ RUIZ

**70 Ciencia, política y sociedad.  
Buscando una salida a la «modernidad reflexiva»**

VERONIKA SIEGLIN SUETTERLIN

---

**HISTORIA MÍNIMA**

**78 SANTIAGO MOYAO**

---

**SABERES COMPARTIDOS**

**81 Richard C. Lewontin (1929-2021):  
Un paseo crítico sobre las implicaciones  
genéticas, sociales, económicas y éticas  
de los estudios de genética evolutiva**

DANIEL PIÑERO DALMAU, ABRIL VÁZQUEZ DE LOS REYES

**90 La triple hélice de Richard Lewontin**

LEV JARDÓN BARBOLLA, ALAIDE ARCE GONZÁLEZ,  
ANAYANSI SIERRALTA GUTIÉRREZ

---

**CIENCIA Y ARTE**

**107 Mazorcas: Javier del Cueto y cien mil granos de maíz**

# CIENCIA PARA MÉXICO

# PROYECTO PARA EL DESARROLLO Y FABRICACIÓN DEL VENTILADOR MECÁNICO EHÉCATL 4T

**JOSÉ C. PINEDA CASTILLO**

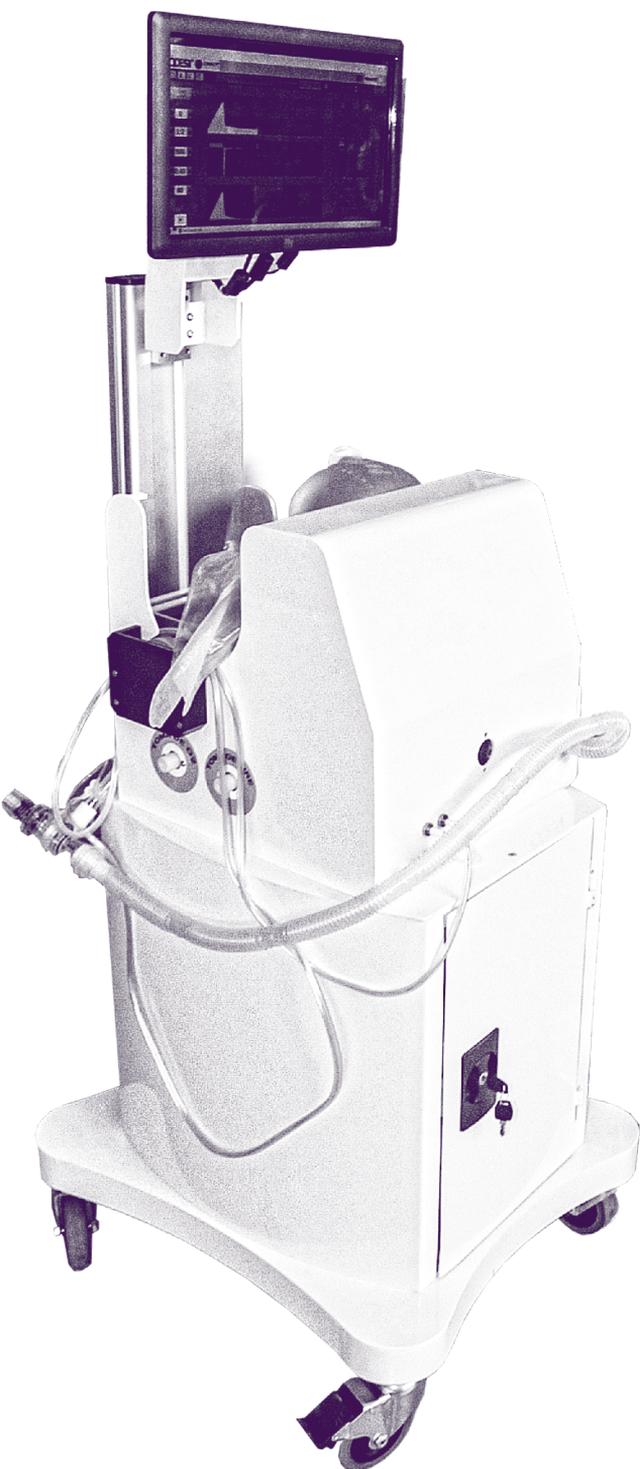
Director general del Centro de Ingeniería  
y Desarrollo Industrial

**MARÍA ELENA ÁLVAREZ-BUYLLA ROCES**

Directora general del Conacyt



El sistema de control de un ventilador convencional neumático es muy complejo. Ahora bien, es de aún mayor dificultad en el caso de un ventilador mecánico como el Ehécatl 4T (vE4T), que transforma los movimientos del mecanismo de contracción de la bolsa de compresión ambú en regímenes y modos de ventilación mecánica, incluyendo los modos de ventilación básicos que tienen los ventiladores más sofisticados en las unidades de cuidados intensivos de los hospitales COVID-19.



A pesar de la gran complejidad, no hay nada mejor ni más apropiado para un desarrollo tecnológico que servir al reinicio de la historia del desarrollo tecnológico en México.

Antes de iniciar nuestro proyecto —ya que las técnicas e ideas cambian con rapidez—, volvimos la mirada, como muchos otros en el mundo, hacia instituciones como el MIT, el cual abrió un sitio web con algunos cálculos bien fundamentados de un ventilador con base en una bolsa ambú. Con las ideas del MIT vislumbramos que podíamos concebir nuestra propia versión de un ventilador mecánico, pues no fue difícil constatar que el MIT no nos ofrecía una solución, sino sólo una fuente de inspiración. Junto con ello, comprobamos que, salvo algunos pocos componentes comerciales, el núcleo básico de la ventilación mecánica podría ser diseñado y fabricado en México, pues podríamos contar también con algunos ingenieros y especialistas de la ventilación mecánica con vasta experiencia clínica.

Era evidente que teníamos que tomar rápidamente una decisión, aunque en ese momento nos enfrentábamos a otra disyuntiva: o dábamos un paso definitivo hacia el desarrollo científico y tecnológico-democrático o el país seguiría estancado, entendiendo que el estancamiento no sólo es inmovilidad, sino acumulación de problemas. Afortunadamente, la nueva administración del Conacyt y del gobierno federal ya se

encontraban trabajando en una tarea gigantesca, prolongada y colectiva: la de enderezar el país, lo que será obra de toda una generación, no de un solo hombre o mujer ni de un grupo. Escogimos el camino de la colaboración entre centros de investigación, instituciones del gobierno federal y estatal, universidades y la industria privada. De esta forma, nuestro proyecto comenzó a cobrar vida autónoma.

Al ir resolviendo gradualmente la problemática inherente al desarrollo tecnológico, a la ingeniería e industrialización de este ventilador, descubrimos y elaboramos una serie de propiedades inéditas de su principio tecnológico, que van de la innovación incremental a la disruptiva. Éstas derivan de lo que hemos llamado la *propiedad de adaptación de compliancia* –cuya validez ya demostramos en varios artículos publicados– y fundamentamos dicha demostración con los resultados de las pruebas preclínicas y clínicas, que hasta el momento se han realizado. Además de un análisis *in silico*, es decir, con cálculos científicos exhaustivos que, en cierto modo, refuerzan la experimentación del modelo matemático que ha sido desplegado detalladamente en las publicaciones antes mencionadas.

Ahora bien, el principio tecnológico en el que se basa el VE4T con bolsa ambú tiene, como todo elemento técnico, sus límites físicos: volumen, flujo, presión vía aérea, presión positiva al final de la expiración (PEEP) y frecuencia respiratoria. Sin embargo, de acuerdo con el análisis

de las evidencias clínicas en el mundo y en México, todo razonamiento válido nos conduce a confirmar que los rangos de operación, de utilización y las funciones del VE4T son justamente los que debe tener un ventilador para atender los casos de síndrome de dificultad respiratoria aguda del adulto (SDRA) causado por el COVID-19, presentes en la pandemia en México y en el mundo. Es bueno precisar que, por medio de las evidencias experimentales y los datos de los fabricantes, la duración de la bolsa ambú no desechable –que es la que se usa en el VE4T– es superior a seis meses. Algunos fabricantes manifiestan que pueden durar hasta un año.

Las características generales del VE4T han sido certificadas por los organismos normativos técnicos y de salud. Éste se diseñó con los estándares internacionales de las buenas prácticas de la ingeniería, con un enfoque de sistemas dinámicos en ingeniería biomédica, confiabilidad y seguridad. El VE4T cumple con un excelente diseño:

- 1) Automatización de los siete modos de ventilación (pero no limitado a siete).
- 2) Excelente sincronía paciente-ventilador.
- 3) Óptima determinación del valor del flujo volumétrico con ajuste barométrico automático.
- 4) Alarmas y controles electrónicos de alta tecnología.

Sin embargo, todos estos son sólo parte de las características generales que

confirman la posición competitiva y confiable del VE4T en la práctica clínica hospitalaria, comparado con cualquier otro ventilador de alta gama.

## PROPIEDADES DIFERENCIADORAS Y BENEFICIOS

Adicionalmente presentaremos, en forma resumida, las características (o propiedades) técnicas particulares del ventilador VE4T, pues tiene propiedades que lo diferencian favorablemente de los ventiladores convencionales.

El VE4T es un sistema dinámico compuesto en esencia por dos compliancias conectadas en forma antagónica. Además, crea una conexión pasiva elástica adaptable de la rigidez conjunta pulmón-ventilador, donde la rigidez adaptable corresponde a la inversa de la compliancia elástica conjunta del sistema pulmón-ventilador. Esta importante propiedad que posee el acoplamiento entre el VE4T y el pulmón humano del paciente la establece el sistema de control que desarrollamos para ese propósito, al conducir las dos fuentes de compliancia del VE4T. La primera es la compresibilidad del aire y la segunda es el aumento de la presión por la contracción de la ambú mediante el mecanismo de contracción. La presión y el flujo son funciones del ángulo de contracción y de la velocidad angular de contracción. Esta propiedad natural del VE4T de adaptación de la compliancia conjunta pulmón-ventilador representa,

por sí sola, una versión única y extraordinaria de la ventilación mecánica, pues es una ventilación natural protectora del pulmón con un beneficio clínico real del paciente. Fundamentamos las demostraciones de esta propiedad sobre el modelo matemático dinámico que desarrollamos para representar el VE4T, confrontado con pruebas experimentales.

Junto con la propiedad de adaptación de compliancia, está la propiedad de adaptación de la carga de la vía aérea del paciente. Ambas propiedades sólo se pudieron descubrir a partir del análisis del modelo dinámico desarrollado para ese propósito. Así se observa una dinámica no lineal, polinomial, que evoluciona como un conjunto de puntos de equilibrio *instantáneos* durante el tiempo de inhalación; la exhalación es pasiva. Esta evolución se produce sobre un plano lineal similar al plano de la compliancia adaptable, salvo por un coeficiente constante. Descubrimos que éste es un endomorfismo o transformación lineal que aplica a un conjunto de trayectorias de energía y a un conjunto invariante de trayectorias angulares de las palas de contracción de la ambú. Estas propiedades abren también la posibilidad de calcular analíticamente la energía mecánica entregada como energía neumática al pulmón, la fuerza o el par del sistema de contracción, haciendo muy eficiente el análisis *in silico*. También simplifican la implementación de los algoritmos de control, garantizan la estabilidad del



sistema, aumentan la calidad protectora de la ventilación mecánica del VE4T y se traducen en nuevas posibilidades en cuanto a regímenes de ventilación: controlada por la potencia o controlada por la compliancia y nuevas combinaciones respecto a modos de ventilación.

A partir de las dos propiedades clave antes mencionadas surgen varias otras que describiremos someramente en los siguientes párrafos.

Se ha demostrado en diversas publicaciones que en la ventilación natural o espontánea la presión y el volumen se incrementan monótonamente durante la inhalación. La energía mecánica y el calor entran continuamente durante esta fase respiratoria. Por tanto, la monotonía funcional demostrada de la presión y del volumen generados por el

VE4T complementa la ventilación natural protectora del pulmón que se mencionó antes.

También se ha demostrado, en diversas publicaciones de muchos autores, que la característica de flujo que mejor se adapta a la característica no lineal del parénquima pulmonar (árbol bronquial, acino y tejido pulmonar), para una mejor difusión en el transporte de oxígeno (convección-difusión-perfusión), es el flujo polinomial, reemplazando al modelo logarítmico o sigmoidal. Además, se ha probado que el flujo polinomial es el mejor para restablecer los pulmones con SDRA; por naturaleza, el flujo de VE4T es polinomial.

Por otro lado, se sabe que los flujos dentro del árbol de los pequeños bronquios son regulados activamente en forma



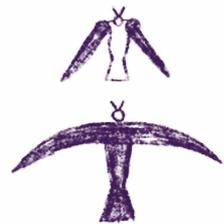
natural, por ejemplo, por los músculos lisos para compensar cualquier perturbación de presión, debida a la geometría u otra. La ventilación mecánica *per se* no puede activar dicha regulación natural, sin embargo, las propiedades del VE4T de adaptación de compliancia, la estabilidad derivada de los puntos de equilibrio instantáneos y los flujos polinomiales producen un flujo con restricciones similares a las de la regulación natural, lo que se demuestra por la excelente oxigenación, mínimo daño inducido y ningún sobrepaso de presión ni volumen derivados de los algoritmos de control.

Todas estas propiedades de la física ventilatoria del VE4T le confieren una calidad de ventilación excelente, que ha dado como resultado un mayor porcentaje de extubación exitosa en los hospitales COVID-19 donde se ha usado. Esto es alrededor de 53% versus 30% de la ventilación convencional.

## CONCLUSIÓN

Además de las posibilidades de desarrollo de un nuevo concepto de ventilación mecánica, hay un campo importante de estudio científico y tecnológico dentro de nuestro enfoque de análisis. Por ejemplo, la solución que hemos estudiado del modelo dinámico del VE4T evoluciona sobre una variedad afín que resulta del análisis cualitativo de un sistema dinámico polinomial sin solución analítica.

Por motivos de espacio no podemos detenernos más en el tema, así que nos limitaremos a invitar a la lectora y/o lector interesados a que consulten el texto cuya referencia daremos enseguida, en el que tratamos ampliamente lo que hemos resumido en este artículo. También presentamos 135 referencias, seleccionadas entre las más de 1 500 referencias consultadas.



Pineda Castillo, J. C. y Álvarez-Buylla Rocas, M. E. (2023). *Ventilador Ehécatl 4T para cuidados intensivos en las unidades hospitalarias para COVID-19: teoría y resultados* [En proceso de publicación]. México. ♦

# FIRMA DE CONVENIO: CONACYT Y LA PROCURADURÍA AGRARIA

INTERVENCIÓN DE LUIS  
HERNÁNDEZ PALACIOS MIRÓN,  
PROCURADOR AGRARIO

Ciudad de México, a 11 de noviembre de 2021.

La Procuraduría Agraria asiste con gran compromiso e interés a la suscripción de este convenio de colaboración entre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y nuestra institución.

Coincidimos con las palabras de la titular del Conacyt de que en el actual gobierno se coloca al interés general en el centro del actuar del Estado en ciencia y tecnología.

Ello implica establecer y coordinar la política de innovación en la materia: colocar a la ciencia de frontera como pilar de nuestra soberanía y orientar propuestas colaborativas para generar procesos equitativos en el aprovechamiento de los avances científicos y tecnológicos.

Estos objetivos adquieren una gran relevancia para enfrentar hoy una triple crisis que enfrenta el mundo y nuestro país, y que se confirma especialmente en los 32 900 núcleos agrarios de México que representan el 51 % de la superficie nacional.

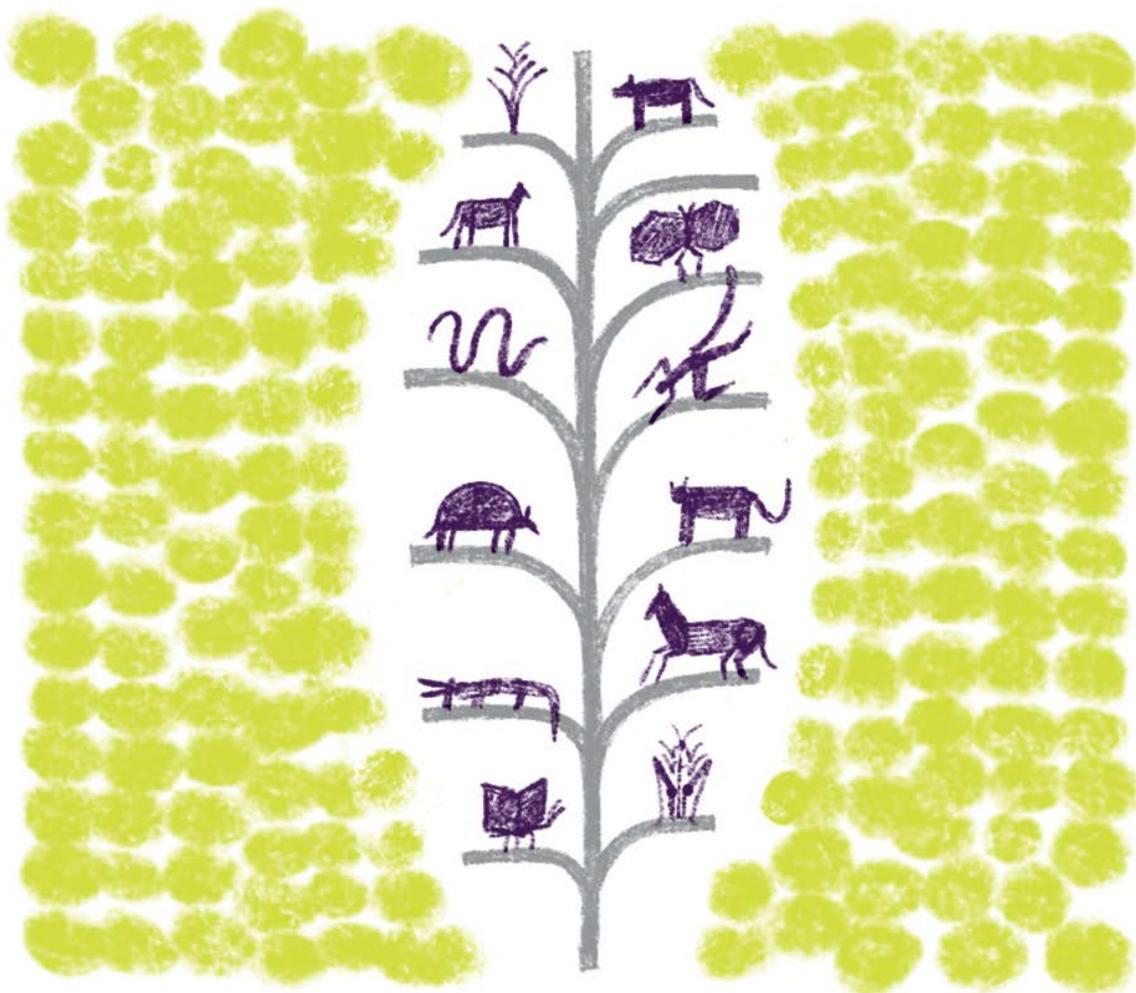
Esta triple crisis es: en el ámbito ambiental (en cuyo centro se coloca el cambio climático), de salud (que tiene como expresión principal la pandemia del SARS-CoV2) y también alimentaria, resultado de prácticas inadecuadas de producción y consumo.

Las y los especialistas coinciden en señalar que estas tres crisis están profundamente entrelazadas: un modelo productivo y de consumo agresivo con la naturaleza por la imposición de prácticas abusivas, devastadoras, fundadas en la aplicación de métodos de producción industriales altamente contaminantes y destructoras del ambiente, unido a la imposición de pautas de consumo de ultraprocesados en detrimento y abandono de productos naturales que posibilitan la conservación y fortalecimiento de la salud.

Estas malas prácticas han modificado nuestro entorno y nuestra vida, requerimos enfrentarlas con alternativas útiles, como refiere la doctora Álvarez-Buylla Roces, sobre todo a los que producen alimentos que en muchas ocasiones son también los que menos tienen, como en el caso de nuestro país.

Durante el período neoliberal los núcleos agrarios de México no solamente fueron invisibilizados, sino que al convertir a la tierra en mercancía se les despojó de su profunda relación con los bienes ambientales: la selva, el bosque, el agua, la biodiversidad, y con el conocimiento tradicional, en cuya riqueza descansan alternativas que permitirán incorporar nuevas prácticas en la recuperación de los cultivos orgánicos.

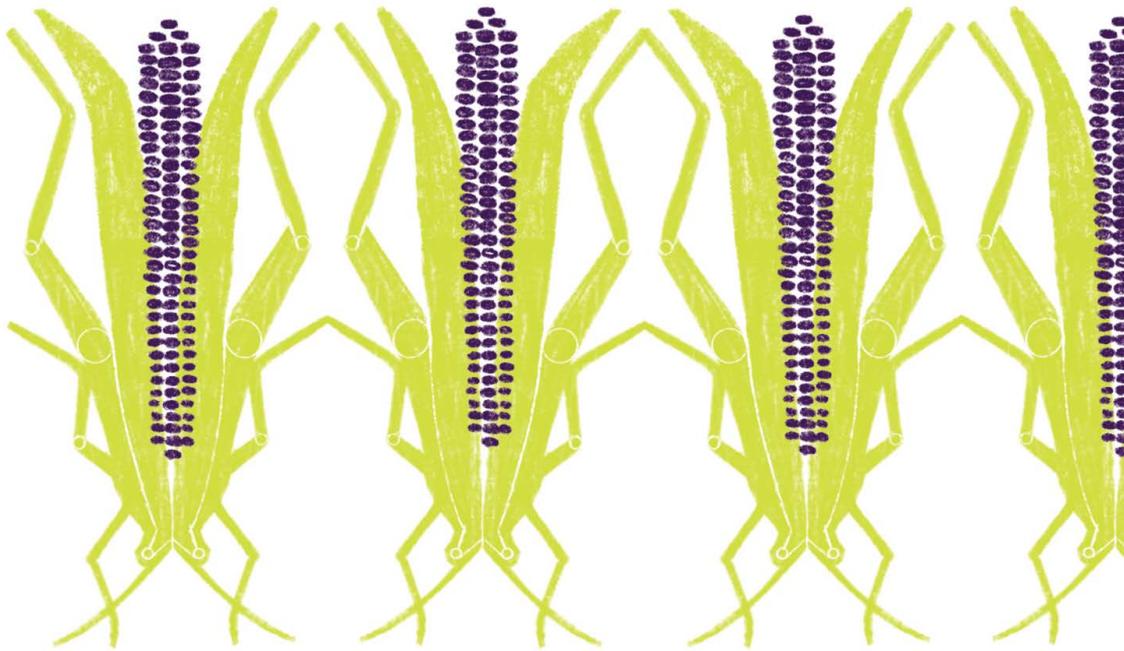
En una visión global dentro de la Cuarta Transformación, como lo ha precisado el señor presidente de la república, Andrés Manuel López Obrador, tenemos que establecer más lazos entre los avances científicos y tecnológicos con profundo contenido social y ambiental, y las prácticas cotidianas



de los núcleos agrarios en sus formas de producir y consumir, para lograr modificaciones en beneficio de la población agrícola, la naturaleza, el país y, sin decir mucho, el mundo entero.

Será siempre debatible la famosa mal llamada neutralidad de la ciencia, pero lo que no es debatible es la honestidad de los científicos y de quienes ocupan lugares en la administración pública para impulsar el desarrollo tecnológico.

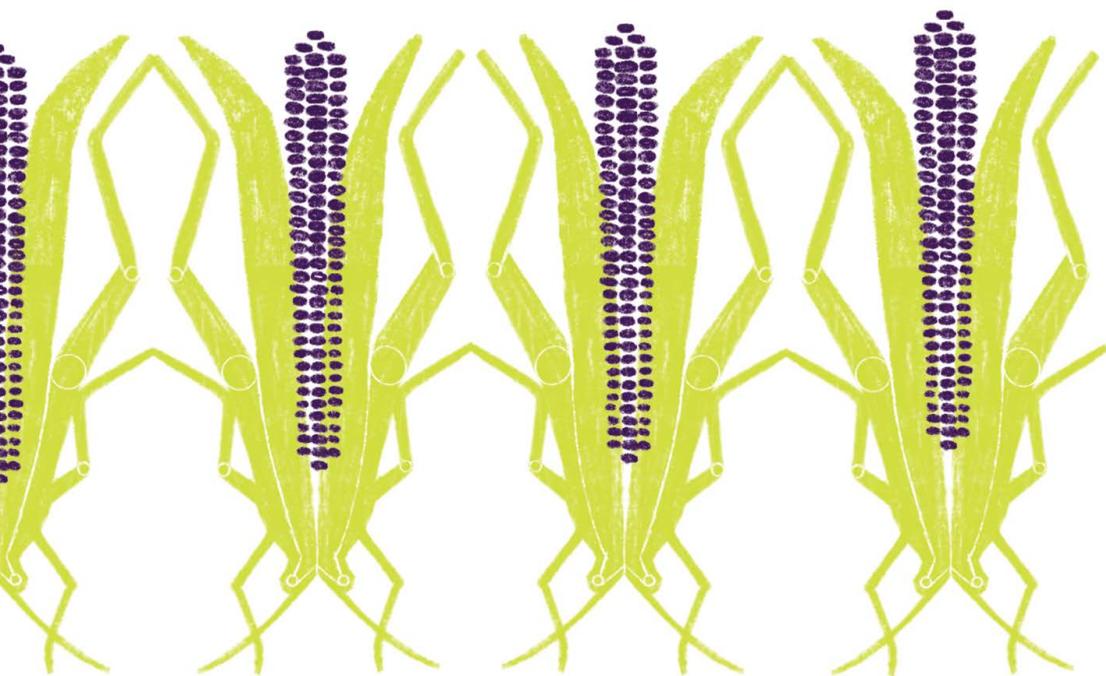
Es nuestro deber combatir estas malas prácticas perpetradas en México, afortunadamente de forma reducida, por una mal llamada «comunidad científica». Va nuestro reconocimiento a la doctora María Elena Álvarez-Buylla Roces, nuestro apoyo y nuestra solidaridad.



Tenemos que crear puntos de comunicación entre la comunidad científica y los núcleos agrarios, que permitan no solamente la dispersión de nuevos conocimientos para mejores prácticas sociales, sino también, como muy bien lo ha puntualizado la directora de Conacyt, la recuperación del conocimiento tradicional para ponerlo al servicio de la sociedad en su conjunto.

La larga noche del neoliberalismo reclama hoy puntos luminosos de orientación que permitan los cambios que el país requiere.

El convenio que suscribimos dará oportunidad a que estas perspectivas puedan tener condiciones de materializarse a través de diversas iniciativas, estrategias y acciones que requieren voluntad y compromiso, que sabemos que existen en el seno del Conacyt y que ofrecemos por parte de la Procuraduría Agraria, lo que permeará a la comunidad científica y a una parte de la ávida disposición de los núcleos agrarios para su utilización y aprovechamiento.



Al lado de los procesos de ordenamiento territorial participativo, a los que ha hecho alusión la directora del Conacyt, otra iniciativa de colaboración muy importante, ya en marcha, es la realización conjunta de una encuesta dirigida a conocer la utilización del glifosato en los núcleos agrarios para establecer las condiciones de su sustitución gradual, como lo establece el Decreto presidencial al respecto publicado el 31 de diciembre de 2020, en el *Diario Oficial de la Federación*.

Después de una aplicación exitosa de la prueba de esta encuesta, nos preparamos para su aplicación nacional una vez que ésta ha sido revisada, modificada y presentada por la CIBIOGEM, Conacyt y la Procuraduría Agraria.

Se aplicará un muestreo en 2000 núcleos agrarios, de un universo conformado por 32 900 ejidos y comunidades, a 5 015 369 sujetos agrarios, divididos en siete regiones, y participarán más de 700 visitantes agrarios.

Estamos seguros de que a esta acción seguirán otras que de manera intensa y sostenida permitan dar un sentido preciso a los objetivos del convenio que suscribimos.

Muchas gracias, doctora María Elena Álvarez-Buylla Roces; muchas gracias a los y las compañeras y compañeros del Conacyt y la CIBIOGEM, y muchas gracias a la comunidad científica. ♦

# ENTREVISTA

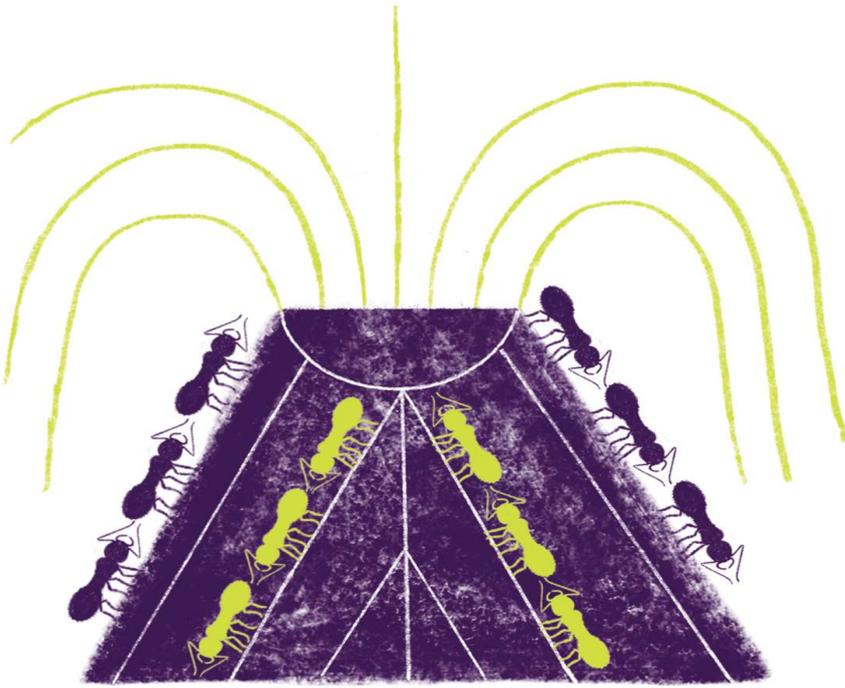
# BIOMATEMÁTICAS Y DIFUSIÓN DE LA CIENCIA EN MÉXICO: ENTREVISTA A PEDRO MIRAMONTES VIDAL

Pedro Miramontes Vidal es profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), director de la revista *Ciencias* y uno de los principales investigadores actuales en biomatemáticas y bioinformática. Sus principales áreas de interés son los sistemas complejos, la evolución, la biología molecular computacional y las redes de neuronas.

Esta entrevista tiene como propósito explorar el desarrollo histórico de los enfoques de sistemas complejos en biología, así como analizar la importancia de la difusión científica en México.

**Pregunta:** *¿Cuáles son las raíces de la tradición de enfoques de sistemas complejos en biología?*

**PEDRO MIRAMONTES:** Comienza con Aristóteles porque se le atribuye la frase: «el todo es más que la suma de las partes». Ésta es la frase guía de la teoría de los sistemas complejos. Pero si nos adentramos en el campo de la ciencia, podemos culpar a



René Descartes, quien propuso que los organismos y los sistemas pueden descomponerse en partes para estudiarse. Ahora se le llama a eso, incorrectamente, «filosofía reduccionista». Pero lo que nos quedó a deber Descartes es el camino de regreso, es decir, una vez que se estudian las características de las partes, ¿cómo se ensambla ese conocimiento para poder decir algo del todo?

Esto no lo pudo hacer él y pasó mucho tiempo para que se tratara de investigar de manera científica. Después viene toda una lista de científicas y científicos, pero quiero mencionar a dos que han dejado una huella profunda en el campo de la biología y de la filosofía de la biología: Richard Lewontin y Richard Levins.

Levins señaló que es incorrecto utilizar el concepto *biología reduccionista*, pues ha adquirido un carácter peyorativo. Se usa el término «reduccionista» cuando uno quiere insultar a alguien o decir que no va por el camino correcto. Lewontin hace la diferencia entre «reduccionismo» y «reduccionista» y propone el término *biología reductiva* sin la carga peyorativa. La biología reduccionista propone que romper el todo en sus partes para ir las estudiando es el único camino. Como contraparte, la biología reductiva rompe el todo en sus partes para ir las estudiando; de esa

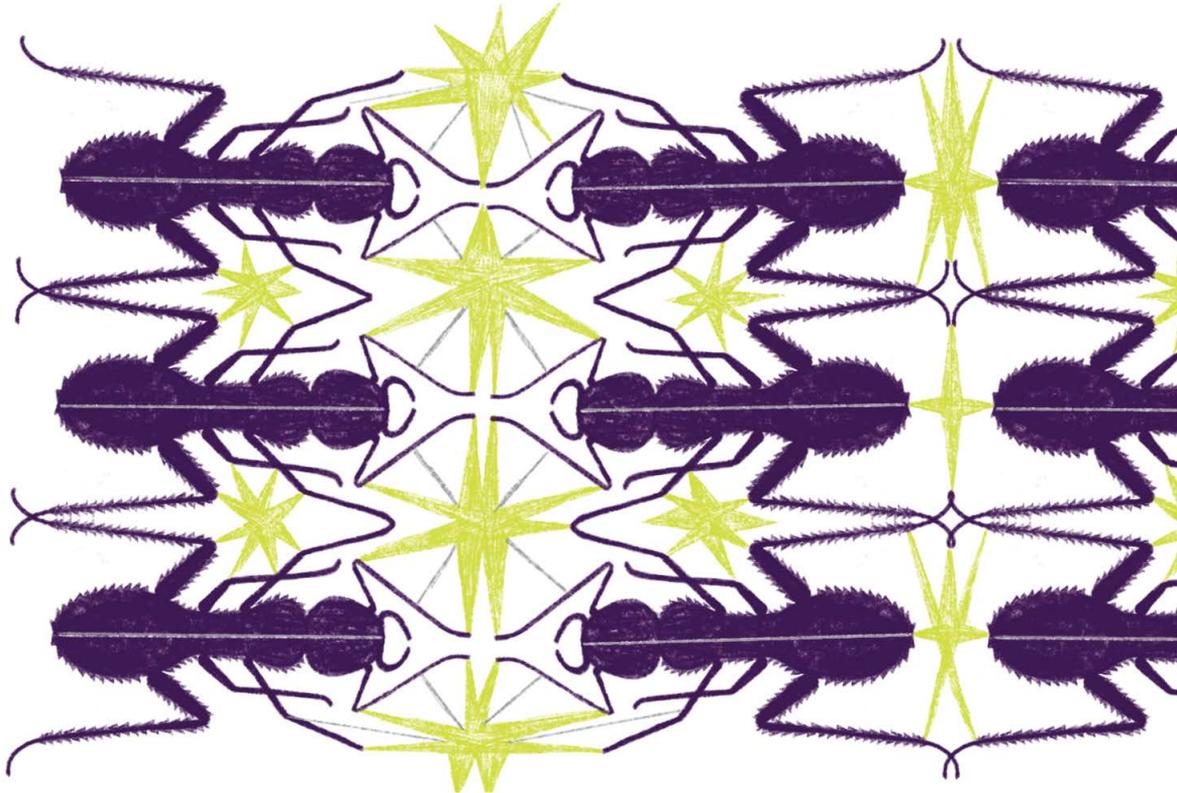
manera nos ha proporcionado la genética, la biología molecular, la bioquímica, y no cierra el paso para intentar el camino de regreso. A este camino de regreso se le llama *biología integrativa*, la cual forma parte de la teoría de los sistemas complejos.

Después de Lewontin ha habido una serie de investigadores en el mismo camino, pero quiero hacer mención de una persona que dentro del ámbito de la biología no se conoce mucho y que sus aportes representan un gran avance en la biología de sistemas: Paulien Hogeweg, una bióloga holandesa que acuñó el término *bioinformática*. Ella pensaba que la bioinformática iba a ser cualquier campo de la biología que utilizara la herramienta computacional, pero después se vio que esa definición es muy corta. Hoy podemos entender que la bioinformática abarca a todo lo que llaman las ómicas: la genómica, la transcriptómica, la metabolómica. Quizás Hogeweg no lo propuso en esa extensión, pero su trabajo abrió las puertas a un desarrollo impresionante de la informática y bioinformática. Así se ve más o menos el panorama actual, en el que se han roto muchos paradigmas que parecían estar muy sólidos en la biología, por ejemplo, el del mapa genotipo-fenotipo. Hoy en día, con las herramientas computacionales, el avance de las ciencias de la computación, de la inteligencia artificial y de las redes de neuronas artificiales, estamos viendo un desarrollo impresionante de la biología integrativa y de la biología de sistemas. Por supuesto, no sin riesgos.

**Pregunta:** *¿Cuál es tu trayectoria como forjador de la escuela de biomatemáticas que existe en México?*

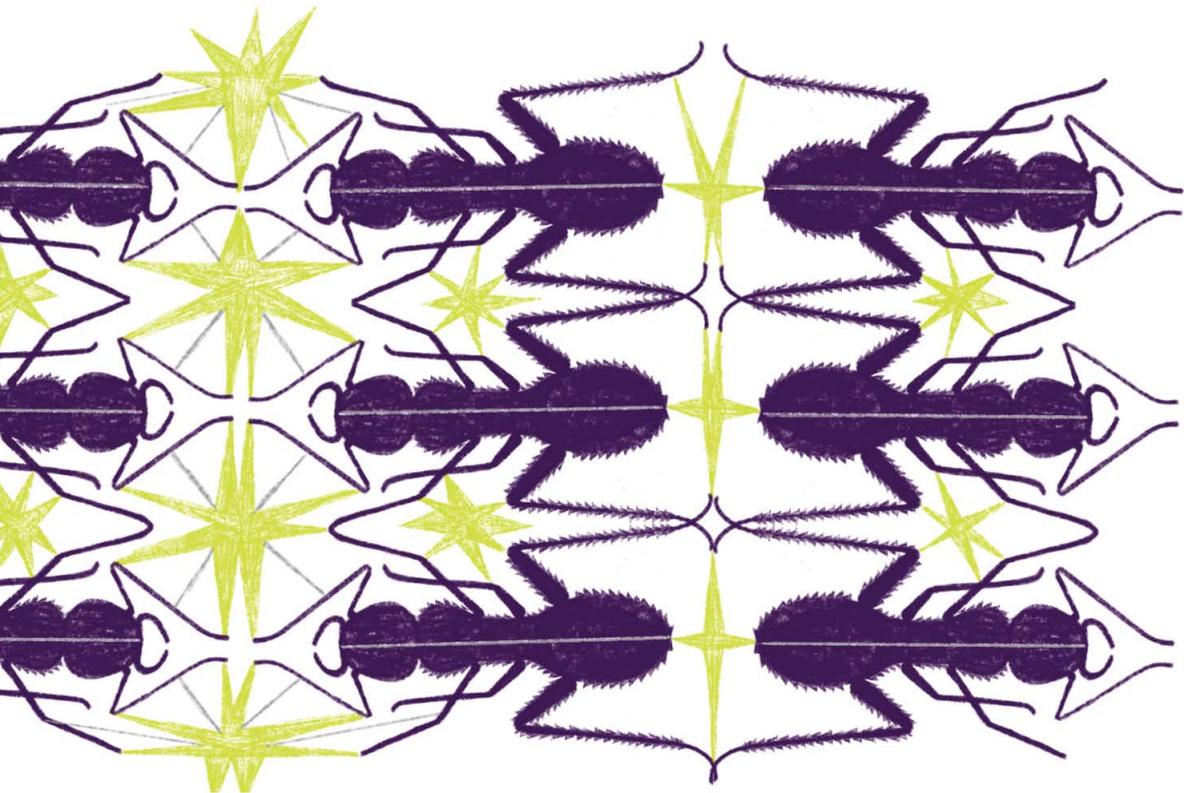
**PM:** Hago la aclaración: yo no soy el forjador, esto ha sido una labor colectiva que tiene antecedentes. Me gustaría mencionar algunos de los nombres de quienes sentaron las bases en los años 1960 y a principios de los 1970: José Negrete, Francisco Alonso de Florida, Antonmaria Minzoni y, desde luego, Germinal Cocho. También Rafael Pérez Pascual y Guillermo Gómez.

Hay una historia que me gustaría contar. Cuando José Luis Gutiérrez, Faustino Sánchez Garduño, Alberto Aldama, Francisco Uribe y yo éramos recién egresados de la licenciatura de la



Facultad de Ciencias de la UNAM, la Facultad firmó un convenio de colaboración con la Unidad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California. Nos fuimos para allá y esa experiencia nos marcó para toda la vida. Cuando regresamos a la Ciudad de México, en 1981, decidimos unirnos a otro grupo que estaba haciendo una labor semejante. Allí estaban Guillermo Gómez, Lourdes Esteva, Manuel Falconi y Javier Pulido. Decidimos fundar el grupo de biomatemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNAM y comenzamos a trabajar de manera formal, ya como grupo integrado y no como esfuerzos individuales de personas aisladas.

Para entonces empezamos a tener estudiantes y, ahora, el mérito recae sobre ellos y ellas. Hoy en día, la *biología teórica* –aunque no lo es completamente, el término no incluye correctamente todo lo que quiero mencionar– está muy difundida en diversos centros y universidades. Hablando en términos actuales, se ha propagado al modo de una pandemia, pues en todo México hay gente muy bien preparada y activa en este campo.



*Pregunta: ¿Cuáles son las principales aportaciones que rescataste del trabajo de Germinal Cocho?*

**PM:** Es un tema especial. Germinal es una de las mentes más privilegiadas que hemos tenido en México. Él estudió para ser médico cirujano y se graduó por la UNAM. Después, estudió la licenciatura y el doctorado en Física. Germinal obtuvo de la carrera de Medicina un pensamiento humanista, por lo que fue propulsor de una actividad académica y científica sin divorcio con la sociedad. El pensamiento de Germinal era integrativo: «nos debemos a la sociedad porque es la que financia nuestra labor y nosotros tenemos que retribuirle con el conocimiento que hemos adquirido». Él decía una frase que le gustaba mucho: «la ciencia no tiene sentido si no se fundamenta en la razón, pero también en la emoción». Es decir, la ciencia tiene que ser estricta en cuanto a sus métodos racionales, pero también tiene que dar lugar a la emoción; la emoción como generadora de ideas. La razón y la emoción no son ajenas, tienen que convivir en nosotros, como individuos, como colectivo y también en la labor científica.

Germinal también fue pionero de la teoría de los sistemas complejos a nivel mundial y eso poca gente lo reconoce, pues estamos inmersos en una cultura anglocentrista, 80-90% de los trabajos científicos están en inglés. Poca gente reconoce el trabajo de alguien que viene del tercer mundo. Germinal tenía perfectamente claro que era necesario fundar la biología integrativa y la biología de los sistemas complejos. A eso dedicó su vida y ha dejado escuela. Las personas que te he mencionado y yo nos reconocemos herederos intelectuales de Germinal Cocho.

**Pregunta:** *¿Actualmente, quiénes son las principales personas que trabajan este tema?*

**PM:** Carlos Espinosa, Daniel Olmos, Carlos Roberto Álvarez, María Elena Álvarez-Buylla Rocas. Hay muchos otros, sobre todo más jóvenes: Mariana Benítez, Eugenio Azpeitia, Enrique Hernández Lemus o Erica Ávila. Dado que el tema ya se esparció por todo México, la cantidad de personas entre 35 y 45 años que trabajan en esto es enorme: Antonio Neme, Jorge Velasco, Yuri Posas Cortés, Marcos Capistrán y muchas y muchos más.

**Pregunta:** *A partir de la iniciativa de la transformación de la Constitución para poner el derecho humano a la ciencia como un derecho más, ¿cómo consideras que debe ser la educación en México?*

**PM:** Yo creo que la ciencia y la educación científica en México tienen que estar alejadas del paradigma neoliberal, que no forma a la gente, sino que entrena a los egresados de las universidades para el mercado de trabajo que reproduce el sistema. Germinal decía eso, justamente, que debe haber una gran diferencia entre entrenar y formar. Sin embargo, las universidades públicas han sido invadidas también por este pensamiento neoliberal. No debemos olvidar que los científicos deben ser depositarios de la cultura, de nuestras raíces y del pensamiento humanista. El 90 % de los nombres que mencioné trabaja comprometido con esta idea de formar científicos críticos que no nieguen sus raíces ni el estilo de pensamiento científico-humanista, es decir, que integren la razón y la emoción.

**Pregunta:** *¿Cuál es la visión de publicaciones como Ciencias, revista que diriges?*

**PM:** La tónica de la revista es cubrir también los aspectos sociales de la ciencia, pues la ciencia no es un ente aislado; la interacción entre la ciencia y la sociedad es muy rica. Yo nada más estoy echándole un ojo a los artículos que se reciben, opinando cuáles se deben aceptar y cuáles no reúnen los requisitos. Lo único que hago es estar poniendo el dedo sobre el renglón para que la revista no se aparte de sus orígenes, para que siga siendo un puente entre la ciencia y la sociedad. Le quiero dar su crédito al editor, César Carrillo.

**Pregunta:** *¿Cuáles son los obstáculos a los que se enfrenta, desde tu perspectiva, la difusión o comunicación de la ciencia en México, y cuál es el aspecto más complicado?*

**PM:** El primero es la visión, tan extendida como falsa, de que el egresado de ciencias, para ser exitoso, tiene que dedicarse a la investigación. Si no, se dedicará a dar «clasecitas» y de la divulgación ni siquiera se habla. Este país requiere urgentemente de divulgadores científicos, lo estamos viendo ahora con la pandemia, pues su ausencia es escandalosa. Son muy poquitos y se pierden en una «marejada» de charlatanes periodistas que no tienen la menor idea de ciencias, pero que se sienten con la autoridad de hablar de cualquier cosa. Por otra parte, está el problema de la incomprensión de las autoridades locales en relación con las actividades de difusión. Peor todavía, algunas quieren tener injerencia en la labor de divulgación. Otro problema son los fondos, apenas en una dirección reciente nos cubrieron un año. Es una labor heroica la de la gente que hace muchos esfuerzos de divulgación. Localmente, hay una gran incomprensión por parte de las autoridades y me imagino que esta situación puede extrapolarse a muchos otros lugares. ♦

# ANÁLISIS Y DEBATE

# EL DERECHO HUMANO A LA CIENCIA: CONTENIDO, PRINCIPIOS Y GARANTÍAS

## RAYMUNDO ESPINOZA HERNÁNDEZ

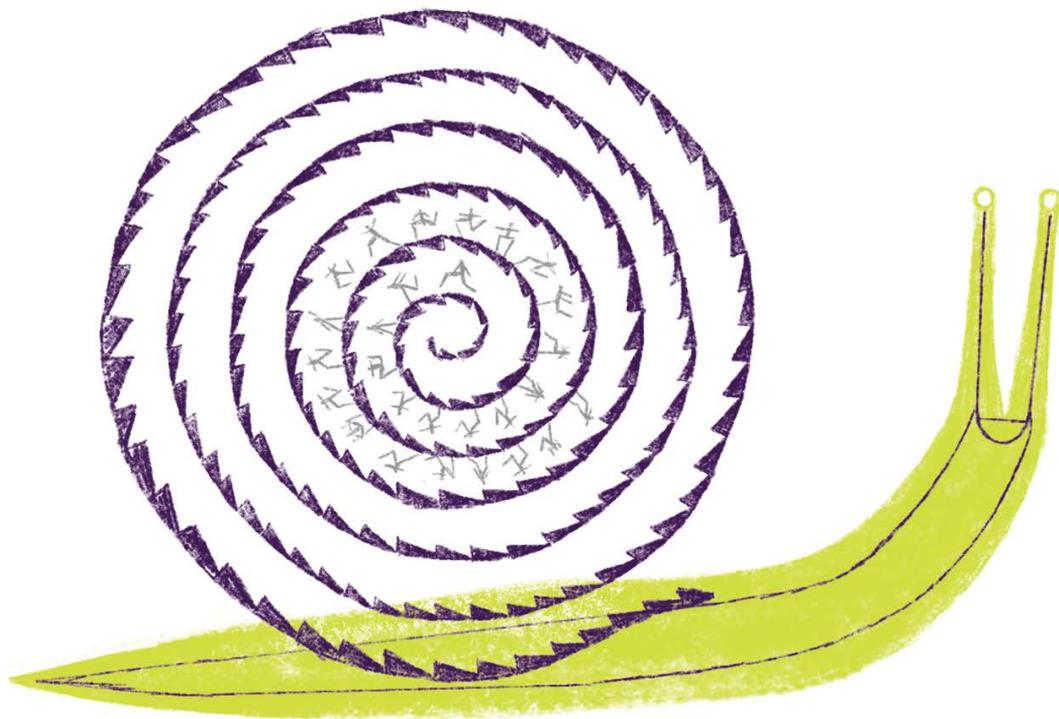
Licenciado, especialista y maestro en Derecho Constitucional por la Universidad Nacional Autónoma de México; politólogo por la Universidad Autónoma Metropolitana y especialista en Derecho de Amparo por la Universidad Panamericana. Actualmente se desempeña como titular de la Unidad de Asuntos Jurídicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

## KEYLA GÓMEZ RUIZ

Licenciada en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México

## INTRODUCCIÓN

El derecho a participar en el progreso científico y disfrutar de los beneficios que resulten del mismo ha sido contemplado por numerosos tratados y documentos de carácter internacional, así como por diversas constituciones estatales y leyes alrededor del mundo. Este derecho fue reconocido formalmente como *derecho a la ciencia*, en 2012, por la relatora especial de las



Naciones Unidas sobre los derechos culturales Farida Shaheed, quien realizó un desarrollo conceptual del mismo. No obstante, fue hasta 2020 cuando el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas (CDESC) determinó con mayor precisión los elementos y estándares que conforman el derecho humano a la ciencia.

A continuación daremos cuenta del marco jurídico y el desarrollo normativo de este derecho fundamental mediante la revisión de múltiples fuentes generadas por organismos regionales y las Naciones Unidas, así como a través del estudio comparado de las referencias contempladas en ordenamientos extranjeros. De igual manera, presentaremos un análisis de la reforma de 2019 a la fracción v del artículo 3° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de las previsiones conducentes del Anteproyecto de Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI), elaborado por el Conacyt en 2020.

## **CAPÍTULO 1**

### **ECONOMÍA POLÍTICA E HISTORIA**

La posibilidad de disfrutar de los beneficios del progreso científico y tecnológico y de sus aplicaciones se formula en términos jurídicos, en lenguaje de derechos humanos, precisamente por la necesidad de volver efectiva dicha posibilidad dadas las restricciones que padece el grueso de la población para acceder a tales beneficios. Las ciencias y las tecnologías, incluidas las innovaciones, así como las humanidades, se convierten en objetos de regulación debido a su significado para el desarrollo de la humanidad, lo mismo que sus beneficios y aplicaciones se contemplan como bienes jurídicamente tutelados precisamente por su carácter limitado. La relevancia de tales bienes y su escasez es lo que proyecta a los sistemas de ciencia y tecnología hacia el ámbito de lo público y universal, a través de su consideración como derechos humanos a favor de la población, de responsabilidades para quienes ejercen la libertad de investigación y de deberes concretos a cargo de los Estados.

Actualmente, el derecho humano a la ciencia se contempla en los instrumentos internacionales asociados con el derecho a la cultura, por lo que se ubica dentro de los derechos económicos, sociales y culturales. Lo anterior explica su desatención, ya que ha corrido la suerte general de los derechos colectivos, desplazados por los derechos civiles y políticos. Del mismo modo, al interior de los derechos colectivos, han prevalecido los derechos económicos y sociales frente a los derechos culturales, y, en ese orden, el derecho a la ciencia aparece al final CDESC, 2010; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], (2009, 2019, 2020a y 2020b).

La explicación de este desinterés doctrinal debe buscarse en las condiciones materiales que subyacen al proceso político de reconocimiento jurídico y desarrollo normativo del derecho humano a la ciencia. Asimismo, su estado actual debe ubicarse en la coyuntura histórica por la que atraviesa

la humanidad, un contexto complejo de crisis múltiple: económica, ambiental y sanitaria, pues la configuración del derecho a la ciencia y su relevancia van de la mano con el desarrollo del capitalismo. Las normas jurídicas que lo contemplan y regulan responden a las vicisitudes del devenir de la economía moderna. La producción de riqueza en la sociedad contemporánea se encuentra organizada científicamente, por lo que el proceso de trabajo ha asumido al conocimiento científico como elemento central. Pero, además, los desarrollos tecnocientíficos se encuentran en el núcleo de la extracción de la plusvalía, pues ciertamente la acumulación de capital se ha servido intensamente del conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas. De hecho, es precisamente la disputa entre capitales lo que ha promovido la innovación y ha impulsado el desarrollo pormenorizado de la propiedad intelectual.

La competencia económica obliga incesantemente a la racionalización de los procesos productivos, así como a la continua búsqueda de opciones técnicas que faciliten la acumulación eficiente de capital. Las prerrogativas «procientíficas y tecnológicas» de los capitales privados sin regulación fueron la regla del pujante capitalismo industrial decimonónico. No obstante, los Estados más desarrollados ya asumían, desde entonces, una política en materia de ciencia y tecnología, misma que contemplaba incluso la planeación, administración y control de la producción intelectual, además de presentar marcados rasgos nacionalistas y énfasis militar. Más aún, los Estados modernos introyectaron la ciencia y la tecnología para convertirse en máquinas coloniales de dominio y explotación de clase, incluso impulsaron la formación de burócratas expertos que gobernarán las democracias burguesas a la manera de tecnocracias oligárquicas, con aparatos de inteligencia de por medio. Ya en el siglo xx, la contención del socialismo y las guerras imperiales, con la crisis capitalista como sustrato, motivaron este asalto al conocimiento y, con base en él, la construcción de políticas públicas (DeGrasse Tyson y Lang, 2019; Melman, 1975; Wallerstein, 2006).

Después de la década de 1950, más y más Estados fueron capturados por el absolutismo del interés privado. Se consolidaron, en consecuencia, dinámicas estructurales de desviación de poder, en las que la política científica y tecnológica se diseñó e implementó sistemáticamente en favor de una forma de apropiación privada de la riqueza colectiva, pero también del conocimiento y sus aplicaciones, desentendida de las necesidades sociales y los intereses públicos de las mayorías (Barreda Marín, 2008, pp. 17-38).

De aquí que resulte fundamental no pasar por alto que el reconocimiento y la evolución del derecho a la ciencia en instrumentos internacionales, constituciones y ordenamientos legales expresan el compromiso de los Estados con la promoción, respeto y protección del derecho en sí mismo, pero también y fundamentalmente con el desarrollo integral de sus pueblos, como se desprende de la Carta de la Organización de los Estados Americanos (1951).

Si bien en la posguerra los Estados se limitaron a reconocer el carácter universal y colectivo del derecho a la ciencia, así como su función social, en sintonía con la naturaleza universal, colectiva y social del conocimiento y el progreso científico y tecnológico, también es cierto que, en respuesta, so pretexto de los exabruptos autoritarios y las manipulaciones políticas o sesgos ideológicos de la investigación pública, fue necesario que los Estados proclamaran formalmente la libertad de investigación, para después comprometerse a apoyar las actividades científicas y tecnológicas en concreto, no sólo absteniéndose de intervenir en ellas o permitiéndolas pasivamente, sino promoviéndolas de manera activa e incluso respaldándolas con recursos públicos. Sin embargo, más allá de una primera impresión positiva, este gesto liberal encubre la toma empresarial de la esfera pública y la incorporación de lo privado como sustancia de la política, es decir, la articulación y puesta de las capacidades colectivas al servicio de capitales privados fuera de control, mezquinos e irracionales (CDESC, 10 de agosto de 2017; Delgado, 2010). La evidencia fáctica y las protestas sociales frente a la amplia e intensa subordinación de la investigación científica

al proceso de producción capitalista, la privatización de sus beneficios en perjuicio del interés público y las libertades fundamentales, así como la irresponsabilidad por los efectos nocivos para la sociedad, la salud y el ambiente de los desarrollos tecnológicos, frecuentemente destructivos y de alto riesgo para la humanidad, obligaron a que los Estados regularan la libertad de investigación y previeran limitaciones a su ejercicio, así como las obligaciones para las autoridades y los particulares, con el propósito de erradicar abusos y garantizar la racionalidad de las actividades contempladas en el ámbito de protección de estas normas relativas al derecho humano a la ciencia.

Al día de hoy, el derecho humano a la ciencia se nos presenta como un derecho social que convive con la libertad de investigación, en tanto derecho individual; a la vez, como un derecho fundamental que coexiste con la mercantilización del conocimiento y los servicios tecnocientíficos, bajo la forma jurídica de derecho patrimonial (Ferrajoli, 2019; Mancisidor, 2017, pp. 211-221; Schabas, 2007).

## **CAPÍTULO 2**

### **EL DERECHO A LA CIENCIA EN EL DERECHO INTERNACIONAL**

#### **A. RECONOCIMIENTO Y DESARROLLO**

A pesar de tan complejos antecedentes, la construcción conceptual de este derecho fundamental aún está pendiente (Vázquez y Serrano, 2013). Los juristas no se han interesado por conocer, analizar o explicar el derecho a la ciencia ni por defenderlo. De ahí que sean todavía escasos los aportes en la literatura especializada, así como los desarrollos interpretativos y argumentales en sede judicial. Por ello, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la eficacia de las normas que contemplan el derecho humano a la ciencia es su escaso desarrollo doctrinal por parte de personas expertas y órganos internacionales vinculados a los ordenamientos que lo reconocen, así como la ausencia de litigios ante tribunales nacionales e internacionales motivados por la violación a dicho derecho. Hoy en día, «poseemos poco más que el mero texto de

los tratados para identificar el alcance de las obligaciones estatales respecto de su garantía» (UNESCO, 2020a, p. 5).

Actualmente, como lo ha reconocido la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el desarrollo conceptual del derecho a la ciencia resulta de especial relevancia debido a que los avances científicos y tecnológicos poseen un rol determinante en los ámbitos político, ético, social y ambiental a niveles nacional y mundial (UNESCO, 2015 y 14 de agosto de 2019). Justo ahora, ante el colapso ambiental que significa el cambio climático, las aberraciones que provoca la desigualdad social y los riesgos sanitarios derivados de la pandemia, el conocimiento y la técnica adquieren un valor global altamente significativo para la salvación del planeta y la civilización.

La importancia del desarrollo conceptual y normativo del derecho a la ciencia radica en su naturaleza como «derecho habilitador» de otros derechos o «derecho instrumental», destinado a crear las condiciones necesarias para el ejercicio de otros derechos y libertades fundamentales, como los relacionados con la salud, el medio ambiente, el desarrollo, la educación y la alimentación, pero también con el trabajo, la información, la participación política y el acceso a la justicia, entre otros (UNESCO, 2020a, p. 6). En este sentido, el derecho a la ciencia podría jugar un papel determinante en la consolidación de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible, pues, como se reconoce en la Declaración Sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico, existe un vínculo fundamental entre la ciencia y sus aplicaciones y el desarrollo (ONU, s.a.; UNESCO, 1 de julio de 1999, párr. 33).

De hecho, las sociedades modernas, para ser democráticas y, por lo tanto, congruentes con la justicia social y ambiental, no pueden renunciar o desatender el derecho humano a la ciencia, pues la posibilidad jurídica de que todas las personas gocen de los beneficios del progreso científico y tecnológico implica la generación de condiciones óptimas de vida para la población, así como el desarrollo de una ciudadanía mejor informada y con mayores recursos técnicos para participar en la toma de decisiones sobre asuntos públicos. La dignidad, la

igualdad y la libertad que pueden alcanzarse en el horizonte histórico de la modernidad capitalista requieren de la socialización de los avances científicos y tecnológicos.

Además, la ciencia también puede contribuir al combate y erradicación de los sesgos autoritarios que aún persisten en la esfera pública de diversos países bajo figuras como la desviación de poder y la captura privada de los aparatos estatales, o en prácticas concretas de corrupción, ejercicio arbitrario del poder, manipulación de la ley con fines políticos o económicos y uso ilegítimo de la fuerza pública, por ejemplo.

De aquí que resulte indispensable que la construcción del derecho a la ciencia atienda diversas demandas que se relacionan con él, como la igualdad de género, el acceso a él sin discriminación o la libertad académica, entre otras. Asimismo, se deben tener en consideración los principios generales que rigen a los derechos humanos, como el principio de transparencia, rendición de cuentas y participación (Aparicio Wilhelmi y Pisarello Prados, 2008, p 139-162; Solozábal Echevarría, 1991, pp. 87-110; UNESCO, 2020a, p. 12; Vázquez y Serrano, 2011, pp. 135-165).

Por otro lado, suele insistirse en que el derecho a la ciencia es valioso en sí mismo por ser un derecho cultural cuyo bien jurídicamente protegido enriquece a las personas en tanto que personas. En estos términos, el derecho a la ciencia sería un derecho a contemplar la perfección de las ideas, un derecho al goce estético-intelectual del orden universal, abstracto y separado de otros derechos y de la función social de la ciencia; indiferente a ideologías, prácticas y aspiraciones. Incluso, se ha dicho que no es necesario vincularlo con su valor instrumental en el ejercicio de otros derechos o de objetivos globales para tenerlo en alta estima (UNESCO, 2020a).

Por supuesto, el derecho a la ciencia por sí mismo contribuye a la humanización de las personas y su ejercicio puede ser un indicador emancipatorio y de liberación social. En este sentido se trata de un derecho estimable por sí mismo, pero, como todo derecho, cobra relevancia únicamente en la órbita de afirmación de la vida humana. En el contexto de la modernidad capitalista, el derecho a la ciencia como prerrogativa para el goce

estético-intelectual de las ideas se reduce a una pretensión individualista conservadora y hasta reaccionaria, pero también opera como núcleo duro de intereses particulares egoístas que buscan resguardarse por encima de la acción pública y las necesidades sociales. El quehacer científico y sus resultados intelectuales pueden generar placer estético y resultar satisfactorios en diversos sentidos, además de constituir elementos culturales que enriquecen el acervo espiritual de la humanidad. No hay duda de ello. Pero, a riesgo de perder su especificidad y banalizarse, no es éste el objeto de tutela de las normas relativas al derecho a la ciencia en tanto derecho colectivo.

Lo anterior hace patente, además, la necesidad de desarrollar una «teoría del derecho a la ciencia» reconocida por el derecho internacional en materia de derechos humanos y por los ordenamientos internos de múltiples Estados, con el objetivo de determinar su contenido, su alcance y las mejores garantías para su cumplimiento (UNESCO, 2020a).

## **B. CONTENIDO NORMATIVO Y CONCEPTUAL**

De acuerdo con la UNESCO:

la palabra «ciencia» designa el proceso en virtud del cual la humanidad, actuando individualmente o en pequeños o grandes grupos, hace un esfuerzo organizado, mediante el estudio objetivo de los fenómenos observados y su validación a través del intercambio de conclusiones y datos y el examen entre pares, para descubrir y dominar la cadena de causalidades, relaciones o interacciones; reúne subsistemas de conocimiento de forma coordinada por medio de la reflexión sistemática y la conceptualización; y con ello se da a sí misma la posibilidad de utilizar, para su propio progreso, la comprensión de los procesos y de los fenómenos que ocurren en la naturaleza y en la sociedad [...]. La expresión «las ciencias» designa un complejo de conocimientos, hechos e hipótesis en el que el elemento teórico puede ser validado a corto o largo plazo y, en esa medida, incluye las ciencias que se ocupan de hechos y fenómenos sociales (UNESCO, 13 de noviembre de 2017 y 2019).

En este sentido, *ciencia* incluye tanto los procesos que cuentan con una metodología como los resultados, reflejados en conocimiento y aplicaciones, que deriven de dicho proceso (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 5). En ciertos contextos, también se usa para hacer referencia a las instituciones y políticas relacionadas con la actividad científica en sentido amplio: el «sistema de ciencia» o la «política de ciencia». Recientemente, en el ámbito jurídico y apelando al lenguaje de derechos humanos, la expresión «derecho a la ciencia» ha cobrado popularidad: diversos documentos normativos y oficiales, así como artículos de análisis y divulgación, dan cuenta de ello.

Por supuesto, en sentido estricto la ciencia no es un derecho, aunque el conocimiento y la posibilidad de realizar las actividades incluidas en el quehacer científico sean bienes susceptibles de ser tutelados jurídicamente o de ser incluidos en el ámbito de protección de una norma o de un sistema normativo. Precisamente, a partir del reconocimiento de ciertos bienes como valiosos para la sociedad es que se construye una normativa institucional para protegerlos, gestionar y asegurar su acceso y distribución entre la población. En este sentido, el derecho a la ciencia se encuentra contemplado en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos y en el 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, que establecen el derecho de toda persona a: *i*) participar en el progreso científico; *ii*) gozar de los beneficios que resulten del mismo, y *iii*) disfrutar de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas de que sea autora (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948, art. 27, y 1976, art. 15). También ha sido reconocido por instrumentos regionales de derechos humanos, como la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre, en su artículo 13, y el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales –también conocido como Protocolo de San Salvador–, dentro de su artículo 14 (IX Conferencia Internacional Americana, 1948; Convención Americana sobre Derechos Humanos, 1988).



De acuerdo con los instrumentos internacionales mencionados, así como con los artículos 47 y 51 de la Carta de la Organización de los Estados Americanos, y el 26 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, el derecho a la ciencia se traduce en las obligaciones de los Estados: de *i)* asegurar el ejercicio de este derecho; *ii)* garantizar la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia; *iii)* respetar la libertad para la investigación científica y la actividad creadora; *iv)* dar importancia primordial, dentro de sus planes de desarrollo, al estímulo de la ciencia y la tecnología orientadas hacia el mejoramiento integral de la persona humana y como fundamento de la democracia, la justicia social y el progreso; *v)* fomentar la ciencia y la tecnología mediante actividades de enseñanza, investigación y desarrollo tecnológico y programas de difusión y divulgación; *vi)* estimular las actividades en el campo de la tecnología con el propósito de adecuarla a las necesidades de su desarrollo integral, y *vii)* adoptar providencias, tanto a nivel interno como mediante la cooperación internacional, para lograr progresivamente la plena efectividad

de los derechos que se derivan de las normas sobre educación, ciencia y cultura, en la medida de los recursos disponibles, por vía legislativa u otros medios apropiados (OEA, 1951, arts. 47 y 51; Convención Americana sobre Derechos Humanos, 1969, art. 26).

Adicionalmente, se han publicado relevantes documentos sobre el derecho a la ciencia, como la *Declaración de Venecia sobre el Derecho a Gozar de los Beneficios del Progreso Científico y sus Aplicaciones*; la *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos*; la *Recomendación sobre la ciencia y los investigadores científicos*; el *Informe de la relatora especial sobre los derechos culturales*, Farida Shaheed, de 2012, relativo al derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones; las Observaciones generales, núm. 17 de 2005 y núm. 25 de 2020 del CDESC, relativas al derecho de toda persona a beneficiarse de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de su autoría, y a la ciencia y los derechos económicos, sociales y culturales, respectivamente (CDESC, 12 de enero de 2006 y 30 de abril de 2020; UNESCO, 19 de octubre de 2005, 2009 y 13 de noviembre de 2017).

Es importante mencionar que las y los redactores de la Declaración Universal de Derechos Humanos y las y los delegados de la Asamblea de las Naciones Unidas que intervinieron en su adopción consideraron que el derecho a participar en la ciencia, así como en la cultura, era esencial para el pleno desarrollo de la personalidad, y era a la vez una manera de resumir los derechos sociales, económicos y culturales (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948; Mann *et al.*, 2018).

Por su parte, si bien el derecho a la ciencia no ha sido desarrollado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos ni por la Corte Interamericana de Derechos Humanos, la Comisión sí ha reconocido la necesidad práctica de definir este derecho (Consejo de Derechos Humanos-Naciones Unidas, [CDH-ONU] 14 de mayo de 2012).

En 2012 la relatora especial de las Naciones Unidas señaló que el contenido normativo del derecho a la ciencia comprende:

i) el acceso de toda persona a los beneficios de la ciencia, sin discriminación; ii) las oportunidades para todas y todos de contribuir a la actividad científica y la libertad de investigación científica; iii) la participación de las personas y comunidades en la adopción de decisiones, y iv) un entorno favorable para la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia y la tecnología (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párr. 25). A continuación, se analizarán cada una de las prerrogativas que conforman el derecho a la ciencia.

### **1. Acceso y disfrute de los beneficios**

El CDESC-ONU clarificó que el término *beneficios* posee una definición ambivalente, ya que se refiere a los resultados materiales de las aplicaciones de la investigación científica, así como a los conocimientos y a la información que resultan de la actividad científica. De igual manera, las aplicaciones pueden ser entendidas como el uso de la ciencia en relación con las necesidades de la población (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párrs. 7-9).

Así pues, la relatora especial de las Naciones Unidas manifestó que el derecho a la ciencia connota un derecho de acceso, mismo que resulta fundamental para su realización. En este sentido, el conocimiento, la información y los progresos científicos deberán ser accesibles a todas las personas, sin discriminación alguna motivada por el color, el sexo, el género, el idioma, la religión, la opinión política o de cualquier tipo, la nacionalidad, el origen social, la posición económica o alguna otra condición social. Además, deberán ser accesibles de forma general y no sólo en cuanto a los resultados o aplicaciones particulares de la ciencia (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párrs. 26 y 27; CDH-ONU, 2 de julio de 2018).

La obligación de no discriminación requiere de la eliminación de obstáculos *de iure* y *de facto*, para lo cual deben tomarse medidas positivas dirigidas a sectores vulnerables de la población –como las personas que viven en situación de pobreza, con discapacidad, adultos mayores, las mujeres, las niñas y niños, las personas pertenecientes a comunidades originarias

o afrodescendientes, entre otras— con el propósito de asegurar el pleno ejercicio del derecho a la ciencia (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párr. 31; UNESCO, 9 de marzo de 2018).

## **2. Libertad de investigación y participación**

La relatora especial de las Naciones Unidas señaló que la libertad de investigación científica debe ser entendida como la obligación del Estado de asegurar que la actividad científica se mantenga libre de interferencias políticas o de cualquier otro tipo y, a la vez, incluya el máximo nivel de garantías éticas de las profesiones científicas (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párr. 39). Asimismo, esta libertad contempla el derecho a comunicar y publicar los resultados de las investigaciones sin censura y sin consideración de fronteras, así como el derecho de las y los científicos a formar parte de asociaciones profesionales y colaborar con otras personas (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015, párr. 40).

De igual manera, la libertad científica implica el respeto a la autonomía de las instituciones de educación superior y el derecho de las y los profesores y estudiantes a expresar opiniones sobre la institución o el sistema al que pertenecen, sin discriminación ni temor a la represión (CDH-ONU, 4 de agosto de 2015; CDESC, 8 de diciembre de 1999, párrs. 38-40). También incluye el derecho de todas las personas a participar en la actividad científica, sin discriminación, procurando la eliminación de obstáculos que entorpezcan su contribución y de la restricción de las oportunidades a determinados sectores de la sociedad para ingresar a las profesiones científicas (CDH-ONU, 14 de mayo de 2012, párr. 42).

Por su parte, el Comité manifestó que la libertad de investigación comprende:

la protección de [las y] los investigadores contra la influencia indebida en su juicio independiente; la posibilidad de que [las y] los investigadores establezcan instituciones autónomas de investigación y definan los fines y los objetivos de la investigación y los métodos que se hayan de adoptar; la libertad de [las y] los

investigadores de cuestionar libre y abiertamente el valor ético de ciertos proyectos y el derecho de retirarse de esos proyectos si su conciencia así se los dicta; la libertad de [las y] los investigadores de colaborar con [otras y] otros investigadores, tanto en el plano nacional como en el internacional; y el intercambio de datos y análisis científicos con los encargados de formular políticas y con el público siempre que sea posible (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 13).

No obstante, la libertad de investigación no es absoluta, pues está sujeta a determinadas limitaciones (Gómez Sánchez, 2018, p. 316).

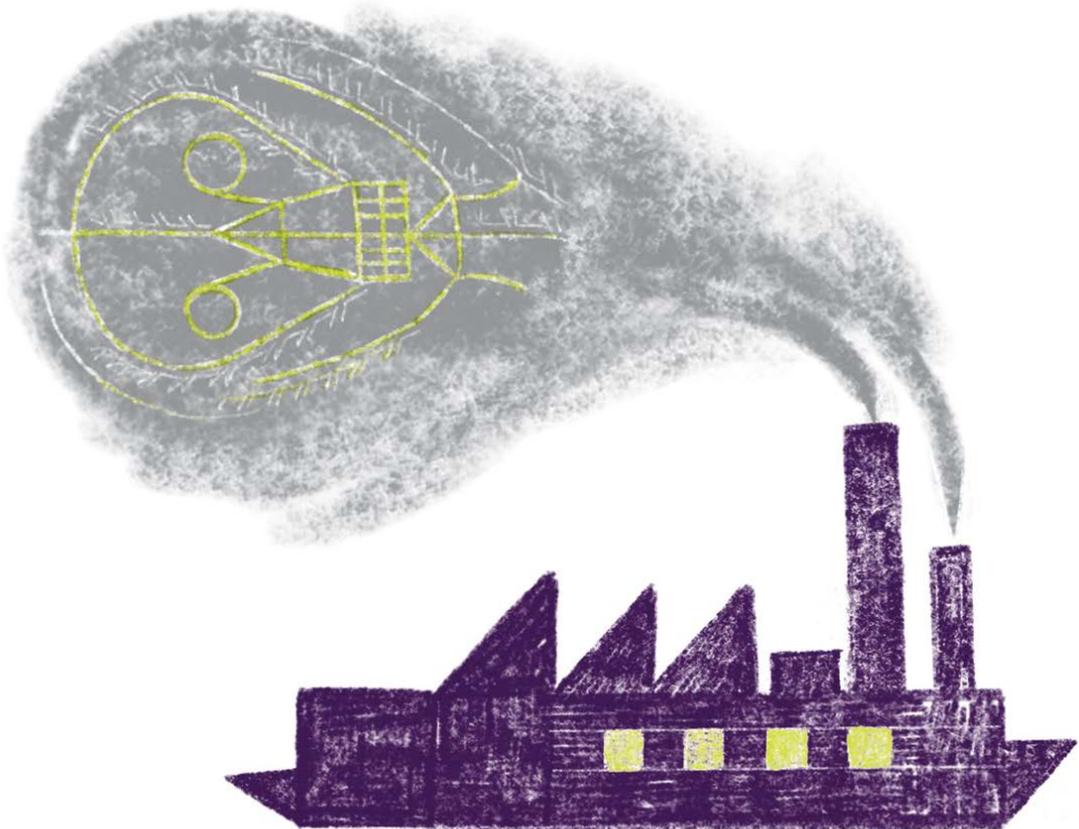
Por otro lado, de conformidad con la Declaración Universal de Derechos Humanos y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, el derecho a la ciencia también comprende la participación de todas las personas en el progreso científico. En este sentido, «la actividad científica no sólo concierne a las y los profesionales de la ciencia, sino que también incluye la «ciencia ciudadana» (actividad científica de las y los ciudadanos «de a pie») y la difusión de los conocimientos científicos» (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 10; Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948 y 1976).

### **3. Toma de decisiones**

Resulta relevante la participación de personas, comunidades y pueblos en la adopción de decisiones relacionadas con la ciencia debido a la necesidad de proteger a todas las personas de:

las consecuencias negativas de los ensayos científicos o las aplicaciones de la ciencia [...] y de asegurar que se hagan investigaciones científicas sobre asuntos importantes, incluidos los que son importantes para los más vulnerables. Las grandes decisiones sobre financiación y prioridades de investigación, política de ciencia, campos de investigación emergentes y nuevas tecnologías deben tomarse mediante un proceso participativo (CDH-ONU, 14 de mayo de 2012, párr. 43).

Adicionalmente, la participación incluye el derecho a la información y la contribución al control de los riesgos relacionados con procesos científicos y sus aplicaciones. En este sentido, el principio precautorio toma relevancia, pues supone que «en ausencia de una certeza científica total, cuando una medida o política pueda conducir a un daño inaceptable para el público o el medio ambiente, se adoptarán medidas para evitar o reducir ese daño» (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 56). Cabe precisar que existirá daño inaceptable cuando éste sea: *a)* una amenaza contra la salud o la vida humanas; *b)* grave y efectivamente irreversible; *c)* injusto para las generaciones presentes o futuras, o *d)* impuesto sin tener debidamente en cuenta los



derechos humanos de las personas afectadas (Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología Unesco, 2005). Como puede observarse, el principio precautorio se emplea preferentemente en el uso y las aplicaciones de los resultados científicos y no en el progreso científico en sí, pues se presume que el objetivo intrínseco de este último es el beneficio de la humanidad (CDESC, 30 de abril de 2020).

#### **4. Entorno favorable**

Diversos instrumentos internacionales reconocen la obligación del Estado de adoptar las medidas necesarias para generar un entorno favorable para la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia. En este sentido, la conservación se entiende como la protección de los conocimientos, productos e instrumentos de carácter científico; el desarrollo consiste en el compromiso de desarrollar la ciencia y la tecnología en beneficio humano a través de la adopción de programas para apoyar y fortalecer la investigación; y, por su parte, la difusión se refiere a la propagación del conocimiento científico y sus aplicaciones dentro de la comunidad científica, así como en la sociedad en general (CDH-ONU, 14 de mayo de 2012).

### **C. ELEMENTOS JURÍDICOS**

De acuerdo con lo señalado por el CDESC, el derecho a la ciencia se compone principalmente por los siguientes elementos: *i*) disponibilidad; *ii*) accesibilidad; *iii*) calidad, y *iv*) aceptabilidad (30 de abril de 2020, párrs. 17-19).

El primer elemento se relaciona con la obligación del Estado de adoptar medidas destinadas a la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia. En este sentido, la disponibilidad se refiere a la amplia protección y difusión de los conocimientos científicos y sus aplicaciones.

Por otro lado, la *accesibilidad* significa que todas las personas deben tener acceso al progreso científico y sus aplicaciones, con igualdad y sin discriminación alguna. Adicionalmente, este elemento contempla la oportunidad de todas las personas

de participar en el progreso científico, por lo que el Estado deberá eliminar los obstáculos discriminatorios que impidan dicha participación.

El tercer elemento se refiere a que la ciencia disponible en el momento deberá ser avanzada, aceptada, verificable, estar actualizada y regulada. Además, la ciencia deberá pasar por procesos de certificación para cumplir con el elemento de calidad.

Finalmente, la *aceptabilidad* significa la aceptación de la ciencia y sus aplicaciones en los diferentes contextos culturales y sociales, ajustándose a determinadas limitaciones de integridad, calidad y respeto a la dignidad humana. Esto se logra mediante esfuerzos que aseguren que el contenido de la ciencia se explique y difunda ampliamente.

#### **D. LIMITACIONES NORMATIVAS**

Primero, es importante mencionar que ningún derecho humano es absoluto, su ejercicio puede implicar ciertas limitaciones determinadas por los derechos fundamentales de terceras personas o por bienes y valores de su mismo rango (Bacigalupo Saggese, 1993, p. 305; Cianciardo, 2001, pp. 55-56; Gómez Sánchez, 2018, p. 316; Prieto Sanchís, 2000, pp. 429-430). Por ello, los derechos deben armonizarse o, en su caso, interpretarse al momento de su aplicación. La noción de límites a los derechos humanos puede entenderse como «toda acción jurídica que entrañe o haga posible una restricción de las facultades que, en cuanto derechos subjetivos, constituyen el contenido de los citados derechos» (Aguiar de Luque, 1993, p. 10). No obstante, ninguna limitación puede invadir la esfera esencial de un derecho (Aguiar de Luque, 1993, p. 63).

En la ejecución de las limitantes de los derechos humanos, el principio de proporcionalidad toma relevancia, pues se integra por tres exigencias principales: *i*) la idoneidad o adecuación; *ii*) la necesidad de la limitación para conseguir el fin que con su aplicación se persigue, y *iii*) la exigencia de proporcionalidad entre el derecho humano limitado y el derecho

de terceros o el bien y el valor que se pretende proteger (Bagigalupo Saggese, 1993, p. 300; López Sánchez, 2017, pp. 229-263; Vázquez, 2016, pp. 79-106).

En este sentido, el derecho de toda persona a participar en el progreso científico, gozar de los beneficios que resulten del mismo y disfrutar de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan, por razón de las producciones científicas de que sea autora, puede sujetarse a diversas limitaciones reconocidas por las normas internacionales e internas en razón de que la ciencia y sus aplicaciones pueden afectar el ejercicio de otros derechos.

El artículo 4 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales establece que los derechos reconocidos en tal instrumento se podrán someter a limitaciones cuando éstas se encuentren determinadas por ley, sean compatibles con la naturaleza de esos derechos y tengan como objetivo promover el bienestar general en una sociedad democrática.

Adicionalmente, toda limitación debe ser proporcional, es decir, cuando exista la posibilidad de imponer diversas limitaciones deberán tomarse en cuenta las menos restrictivas. Además, deben considerarse las limitaciones contempladas por normas internacionales de derechos humanos que estén intrínsecamente relacionados con el derecho a la ciencia (CDESC, 21 de diciembre de 2009, párr. 19; CDH-ONU, 14 de mayo de 2012, párr. 49). De igual manera, el Comité señaló que «las limitaciones deben respetar las obligaciones básicas mínimas del derecho y deben ser proporcionales al objetivo perseguido» (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 21).

Las limitaciones a las aplicaciones y a los procesos de investigación se establecen para garantizar la seguridad y la calidad de los productos usados por las personas, a fin de proteger su dignidad, su integridad y su consentimiento. A pesar de esto, es importante señalar que toda limitación impuesta a los procesos de investigación debe cumplir con determinada carga de justificación para no infringir la libertad de investigación (CDESC, 30 de abril de 2020, párr. 22).

Finalmente, la Declaración sobre la Utilización del Progreso Científico y Tecnológico en Interés de la Paz y en Beneficio de la Humanidad establece que los Estados deberán garantizar que los resultados del progreso científico y tecnológico se usen para hacer efectivos los derechos y libertades de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas (ONU, 1945 y 1975): «Observando que los progresos científicos y tecnológicos pueden dar lugar a problemas sociales y amenazar los derechos humanos y las libertades fundamentales de la persona, se insta a los Estados a proteger a todos los estratos de la población» (CDH-ONU, 14 de mayo de 2012, párr. 50).

## E. TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Además de la UNESCO, existen otros organismos internacionales y regionales, la mayoría perteneciente a las Naciones Unidas, que han dado seguimiento a los asuntos en materia de ciencia, así como a temas vinculados con el desarrollo tecnológico y la innovación.

El Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC) dedica parte de sus recursos a la elaboración de trabajos internacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación. Por recomendación de su órgano subsidiario, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CCTD), cada año emite una resolución titulada «Ciencia, tecnología e innovación», en la que reconoce el estado actual de la ciencia, tecnología e innovación y establece una serie de medidas específicas destinadas a promover e impulsar el desarrollo en la materia. En 2020, el ECOSOC recomendó, entre otras cosas, «vincular estrechamente la ciencia, la tecnología, la innovación y las estrategias de desarrollo sostenible dando prioridad a la creación de capacidad en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones y de ciencia, tecnología e innovación en los planes de desarrollo nacionales» (ECOSOC, p. 6).

Y el CCTD es el organismo representante de las Naciones Unidas en materia de ciencia, tecnología e innovación que:

sirve de foro para la planificación estratégica, el intercambio de experiencias adquiridas y mejores prácticas, proporciona previsiones de las tendencias más importantes de la ciencia, la tecnología y la innovación en sectores clave de la economía, el medio ambiente y la sociedad, y llama la atención sobre las tecnologías nuevas y emergentes [...] (Ecosoc, 2020, p. 1; CCDT, 2020).

Asimismo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) aporta al estudio de la tecnología e innovación con la publicación de importantes informes en la materia. En 2018, enfocó su estudio en tecnologías de vanguardia como el *big data*, inteligencia artificial, impresiones en 3D, biotecnología, nanotecnología, energías renovables, drones y satélites, así como la influencia de todas éstas en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y su impacto en la sociedad (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015; UNCTAD, 2018).

En cuanto a los organismos regionales, la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología, contribuye a la creación de políticas e iniciativas que promueven la ciencia, la tecnología y la innovación, así como su implementación por parte de los estados miembros.

Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) lleva a cabo análisis en la materia mediante la celebración de la Conferencia de Ciencia, Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Cepal. Su objetivo es discutir las estrategias de desarrollo de los países que conforman la región, la revolución digital y la innovación, y con ello identificar las áreas comunes que requieren atención para elaborar una agenda de trabajo regional.

En este sentido, puede observarse que la tecnología y la innovación son estudiadas y analizadas por diversos organismos dedicados a asuntos económicos o comerciales debido al papel significativo que desempeña en el sector. Además, existe una importante relación entre la producción de nuevas

tecnologías y la innovación con el ejercicio y disfrute de algunos derechos humanos y libertades, de ahí la relevancia del reconocimiento del derecho humano a la ciencia.

### **CAPÍTULO 3**

#### **EL DERECHO A LA CIENCIA EN EL MUNDO**

Como ya se ha manifestado, el derecho humano a la ciencia, a pesar de tener un claro reconocimiento en diversos ordenamientos internacionales y de pertenecer al grupo de los derechos culturales, ha sido desatendido por numerosos países que tienen la obligación de protegerlo y fomentarlo. Así como los Estados reconocen y respetan otros derechos humanos, es necesario que también adopten medidas dirigidas a garantizar el derecho humano a la ciencia, que resulta importante para la comunidad científica y la sociedad en general, pues «agrega una dimensión legal y moral a una variedad de cuestiones fundamentales, incluida la libertad científica, la financiación y la política, así como el acceso a datos, materiales y conocimientos» (Mann *et al.*, 2018, p. 10820).

Ahora bien, al realizar un análisis comparativo entre países como Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Alemania, España, Francia y Estados Unidos de América, se puede observar que la mayoría no reconoce el derecho humano a la ciencia dentro de su legislación interna y pocos establecen obligaciones en torno a la materia.

Los países latinoamericanos siguen trabajando para impulsar la protección y el fomento del derecho humano a la ciencia. Por su parte, Bolivia prevé en su Constitución política el rol de la ciencia y la tecnología en el desarrollo y la transformación de la estructura productiva y, por primera vez, reconoce la relevancia social del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la investigación. Además, dentro de su Plan Nacional de Ciencia contempla conceptos fundamentales como ciencia y tecnología inclusivas, soberanía científica y tecnológica, formación de talentos para la ciencia y la tecnología, entre otros.

Asimismo, Ecuador destaca en su legislación interna que las personas tienen el derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones de la ciencia y de los saberes ancestrales. En este sentido, Brasil establece en su Constitución la obligación del Estado de promover y alentar el desarrollo científico, la investigación, la formación y la innovación científica y tecnológica. De igual manera, Argentina contempla la obligación del Congreso de proveer lo conducente a la investigación y al desarrollo científico y tecnológico, su difusión y aprovechamiento. Si bien estos estados no reconocen de forma expresa el derecho humano a la ciencia, sí se ajustan a las obligaciones adquiridas en virtud de los distintos ordenamientos internacionales en materia de derechos humanos.

Por otro lado, Alemania no cuenta con una definición concreta del derecho humano a la ciencia en su Constitución, sin embargo, en ella señala la libertad de la ciencia y su enseñanza. En este sentido, España reconoce y protege el derecho a la producción científica y técnica, y especifica que este derecho no estará sujeto a ningún tipo de censura. Similar a otros países, Francia no cuenta con una definición del derecho a la ciencia, sin embargo, su Ley sobre Educación Superior e Investigación reconoce que el Estado deberá reunir esfuerzos para elaborar e implementar una política nacional de investigación y desarrollo tecnológico cuyo objeto sea incrementar el conocimiento, compartir la cultura científica, técnica e industrial y promover los resultados de la investigación en beneficio de la sociedad.

Finalmente, Estados Unidos de América tampoco contempla de forma expresa el derecho humano a la ciencia, pero su Constitución sí reconoce la facultad del Congreso para fomentar el progreso de la ciencia, garantizando a las y los autores e inventores el derecho exclusivo sobre sus trabajos por un tiempo limitado.

Como se puede observar, si bien las constituciones no suelen referirse al derecho humano a la ciencia, sí hacen referencias a ciertos contenidos del mismo; no obstante, pese a su relevancia y cada vez mayor notoriedad, su desarrollo

normativo es escaso. Parece justificado sostener que el limitado desarrollo normativo del derecho humano a la ciencia se debe, entre otras causas, a la dificultad para establecer las implicaciones, prerrogativas y límites de tal derecho (Mann *et al.*, 2018, p. 10820). Sin embargo, hay una clara intención de las autoridades estatales por ajustarse a las obligaciones establecidas por el derecho internacional en la materia y lograr el reconocimiento de este derecho en las legislaciones internas.

## **CAPÍTULO 4**

### **EL DERECHO A LA CIENCIA EN MÉXICO**

El cambio de gobierno en México ha supuesto transformaciones importantes en las instituciones y prácticas de la Administración Pública Federal. El sector de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI) no ha sido ajeno a esta renovación de la vida pública. La reforma constitucional de los artículos 3, 31 y 73 obliga al Poder Legislativo a emitir, junto con las leyes secundarias en materia de educación, una Ley General que establezca las bases generales de coordinación para las actividades de HCTI. En el marco de una interpretación teleológica y sistemática del mandato constitucional con perspectiva de derechos humanos, la Ley General deberá regular la actuación del sector público en relación con el derecho humano a disfrutar de los beneficios del progreso científico y tecnológico y de sus aplicaciones, así como la transferencia de tecnología y el desarrollo, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que fomentan el desarrollo nacional. Con ello se actualiza la posibilidad de construir un orden jurídico e institucional que responda satisfactoriamente a las necesidades de la sociedad mexicana y atienda los estándares internacionales ya mencionados.

El reconocimiento constitucional del derecho de toda persona «a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica» debe entenderse como una reivindicación posneoliberal dentro de la mejor tradición del

«constitucionalismo social mexicano», que engrosa el catálogo de derechos fundamentales relacionados con la educación, la alimentación, la salud, el medio ambiente, la vivienda, el trabajo o la seguridad social.

La naturaleza colectiva del derecho a la ciencia supone obligaciones de hacer a cargo del Estado, entre ellas, fundamentalmente, la de asegurar para todas las personas el acceso a los beneficios del desarrollo científico, lo cual implica, en general, promover y apoyar la investigación científica y garantizar el acceso abierto a la información derivada de ella, particularmente en áreas prioritarias para el desarrollo del país o relevantes para la atención de los grandes problemas nacionales.

En cambio, la libertad de investigación, si bien está íntimamente relacionada con el derecho a la ciencia, es un derecho civil, incluido entre los derechos individuales según los cánones internacionales, que el Estado debe respetar dentro de los marcos normativos de permisión que establezca para la adecuada regulación de su ejercicio por parte de los investigadores profesionales y, en general, de cualquier ciudadano que realice actividades de investigación por su cuenta, evitando injerencias injustificadas en la esfera jurídica de terceros o afectaciones al interés público.

Más aún, mientras en el ámbito público la libertad de investigación se ejerce con recursos y fines públicos en instituciones de gobierno y bajo la forma jurídica de un derecho fundamental, en el ámbito privado, la libertad de investigación se inscribe en regímenes laborales sujetos a dinámicas mercantiles que delimitan su ejercicio y sus objetivos al ámbito de los intereses particulares bajo la forma jurídica de derechos patrimoniales.

La libertad de investigación está ligada, además, con el derecho a la educación, la autonomía de las universidades e instituciones de educación superior y la libertad de cátedra, contempladas en la fracción VII del artículo 3° de la Constitución mexicana, así como con la libertad de profesión y la libertad de expresión, garantizadas en los artículos 5° y 6° constitucionales, respectivamente.

En este sentido, por ejemplo, el Estado mexicano, al garantizar la libertad de investigación, promueve y respeta: *i*) la libertad de toda persona a realizar actividades de investigación en condiciones que permitan la objetividad de sus resultados y la independencia de juicio técnico; *ii*) la libertad de las personas que realizan actividades de investigación para reunirse y colaborar entre sí, asociarse, intercambiar, difundir y divulgar datos, información y análisis relacionados con sus investigaciones, así como para manifestar sus opiniones respecto de la institución en la que trabajan y los proyectos en los que participan; *iii*) la libertad de cátedra y expresión, así como la discusión libre e informada de las ideas, y *iv*) la autonomía de las universidades e instituciones públicas de educación superior, autónomas por ley.

Al respecto, es relevante mencionar que la autonomía universitaria es una garantía institucional que maximiza derechos individuales, pero, en sí misma, no se configura como un derecho humano de una persona jurídico-colectiva (Jurisprudencia, 1a. ccxcv/2016, p. 361).

Por otro lado, la Constitución mexicana también alude al conocimiento, la ciencia y la tecnología en los artículos 2 y 3 fracciones II y V, 6, 28 y 73 fracciones XXV y XXIX-F, en asuntos relacionados con: *i*) los conocimientos colectivos de pueblos y comunidades indígenas y equiparables; *ii*) la educación y la lucha contra la ignorancia, los fanatismos y los prejuicios; *iii*) los apoyos públicos para HCTI y el acceso abierto a la información que derive de ellas; *iv*) el acceso a las tecnologías de la información y comunicación; *v*) la propiedad intelectual; *vi*) la transferencia de tecnología y la generación, difusión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos indispensables para el desarrollo nacional, y *vii*) las bases generales de coordinación de los distintos órdenes de gobierno en materia de ciencias, tecnologías e innovación, así como de participación de los sectores social y privado.

Por su parte, las leyes vigentes de ciencia y tecnología datan de 2002 y han sido modificadas en diferentes ocasiones, básicamente con el propósito de introducir la vinculación con

el sector privado y la innovación como ejes fundamentales de las actividades de HCTI, así como de garantizar la gobernabilidad del sistema científico mexicano a través de diversos mecanismos asociativos e instancias corporativas (Corral Guillé, 2019, pp. 23-27; Burgos, 2019, pp. 17-22; Gandarilla Salgado, 2019; Ribeiro, 2019b). Cabe mencionar que la legislación actual no contempla ni se refiere al derecho humano a la ciencia (Conacyt, 2021).

Los diagnósticos críticos y la necesidad de transitar de una ciencia sometida al mercado y de una política neoliberal en el sector a una ciencia al servicio de México y a una política de Estado posneoliberal pasaron casi desapercibidos para las administraciones anteriores (Mantilla *et al.*, 2018). No obstante, la reforma constitucional de mayo de 2019 abrió un horizonte legislativo distinto que hace necesaria la renovación integral del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) (Álvarez-Buylla, 2019; Hersch, 2019; Witker Velásquez, 2019a).

Precisamente, con miras a desarrollar y garantizar el derecho a la ciencia, es posible identificar ciertos retos jurídicos e institucionales para el Estado mexicano en materia de HCTI. En este sentido, la rectoría del Estado sobre la investigación científica y el desarrollo tecnológico, además de la definición de una agenda pública integral que articule esfuerzos y actividades estratégicas hacia la defensa del interés público nacional, serán factores determinantes para el fortalecimiento de la industria mexicana, el bienestar social y la protección del medio ambiente, pues resulta ineludible consolidar el quehacer científico como un valor de uso y una fuerza productiva a favor de la humanidad. Justo a ello apunta el reconocimiento jurídico del derecho humano a la ciencia como piedra angular de la nueva legislación (Ackerman, 2019; Murcia, 2019; Ribeiro, 2019a; Witker Velásquez, 2019b).

Adicionalmente, a raíz del desarrollo jurisprudencial nacional, es posible dotar de contenido y alcance al derecho humano a la ciencia tomando en cuenta las normas de derechos humanos contempladas en los tratados internacionales y en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así

como sus límites, para lo cual será necesario identificar su núcleo o contenido esencial, es decir, «aquella parte del contenido del derecho que es absolutamente necesaria para que los intereses jurídicamente protegidos que le dan vida resulten real, concreta y efectivamente protegidos» (Jurisprudencia, 2012, p. 533, 2014, p. 202, 2015, p. 240; Tesis aislada, septiembre de 2016, p. 220 y 2017, p. 842).

Asimismo, es indispensable reconocer que la configuración normativa del derecho humano a la ciencia supone esencialmente la confluencia de los centros de producción de conocimientos y aplicaciones tecnológicas, las organizaciones de los sectores social y privado de la economía –particularmente las empresas de base científica y tecnológica–, así como de las autoridades responsables del diseño e implementación de la política de HCTI, pero fundamentalmente de la sociedad y sus múltiples actores colectivos, beneficiarios universales del conocimiento y la innovación, así como propulsores reales del desarrollo y la generación de riqueza en tanto agentes de la transformación cultural y del aprovechamiento sustentable de los bienes naturales.

Avanzando en este camino, en diciembre de 2020, el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación aprobó el Anteproyecto de Ley General en Materia de HCTI elaborado por el Conacyt con el propósito de construir la iniciativa de ley que deberá presentar el Ejecutivo federal ante las cámaras del Congreso.<sup>1</sup>

En su artículo 1, el Anteproyecto hace patente que el ejercicio del derecho humano a la ciencia es necesario para el avance del conocimiento universal, así como para fortalecer la soberanía nacional, lograr el desarrollo integral del país y alcanzar el bienestar social. En consecuencia, el artículo 2 del Anteproyecto contempla, como objeto de la Ley, establecer y regular las bases normativas que permitan al Estado garantizar el ejercicio efectivo del derecho humano a la ciencia, incluido el derecho de toda

1 La plataforma de consulta del Conacyt contiene un conjunto de documentos generados durante el proceso de elaboración del Anteproyecto de Iniciativa de Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. <https://consulta.conacyt.mx/>

persona a gozar de los beneficios del desarrollo de las humanidades, las ciencias, las tecnologías y la innovación, conforme a los principios y condiciones previstas en la Constitución y en los tratados internacionales válidos en México.

El capítulo II del título primero del Anteproyecto, que se titula «Del ejercicio del derecho humano a la ciencia», enriquece y precisa el ámbito de protección del derecho humano a la ciencia, su contenido, sus principios y sus garantías. Al respecto, el artículo 5 establece el derecho de toda persona a participar en el progreso científico y tecnológico de la humanidad, así como a gozar de sus beneficios públicos, además del deber del Estado de adoptar medidas tendientes a promover la calidad técnica, la disposición social y el acceso universal al conocimiento científico, así como la adecuación cultural y la seguridad humana y ambiental de sus aplicaciones técnicas y tecnológicas. De igual manera, se contemplan como principios rectores del ejercicio del derecho humano a la ciencia: el rigor epistemológico, la igualdad y no discriminación, la inclusión, la pluralidad y la equidad epistémicas, la interculturalidad, el diálogo de saberes, la producción horizontal del conocimiento, el trabajo colaborativo, la solidaridad, el beneficio social y la precaución. Y es que ningún derecho humano es absoluto, pues su configuración normativa supone condiciones de posibilidad y límites de diversa índole, así como restricciones

excepcionales. En el ejercicio de la libertad de investigación, por ejemplo, independientemente del origen del financiamiento, existen principios éticos y criterios jurídicos ineludibles para cualquier investigador o desarrollador de tecnología (Sánchez Barroso, 2019).

En el artículo 6 se establece la obligación estatal de garantizar la libertad de investigación, además de otras libertades asociadas, incluidas la libertad de cátedra y la autonomía universitaria, así como un entorno favorable para la promoción, el desarrollo y la comunicación de las humanidades, las ciencias, las tecnologías y la innovación.

El artículo 7 obliga al Estado a fomentar que las actividades de investigación apoyadas con recursos públicos aseguren la credibilidad, la autenticidad, la confianza y la integridad de sus resultados, sin perjuicio de la regulación y las limitaciones definidas por la normativa aplicable. En este sentido, el ejercicio óptimo de la libertad de investigación se garantiza con la aplicación del principio precautorio, así como con el establecimiento de límites motivados en la seguridad, la salud, la responsabilidad ética, social y ambiental, los derechos humanos o cualquier otra causa de interés público que así lo justifique. Se entiende que las actividades de investigación privadas deben cumplir con las disposiciones técnicas y legales que les correspondan.

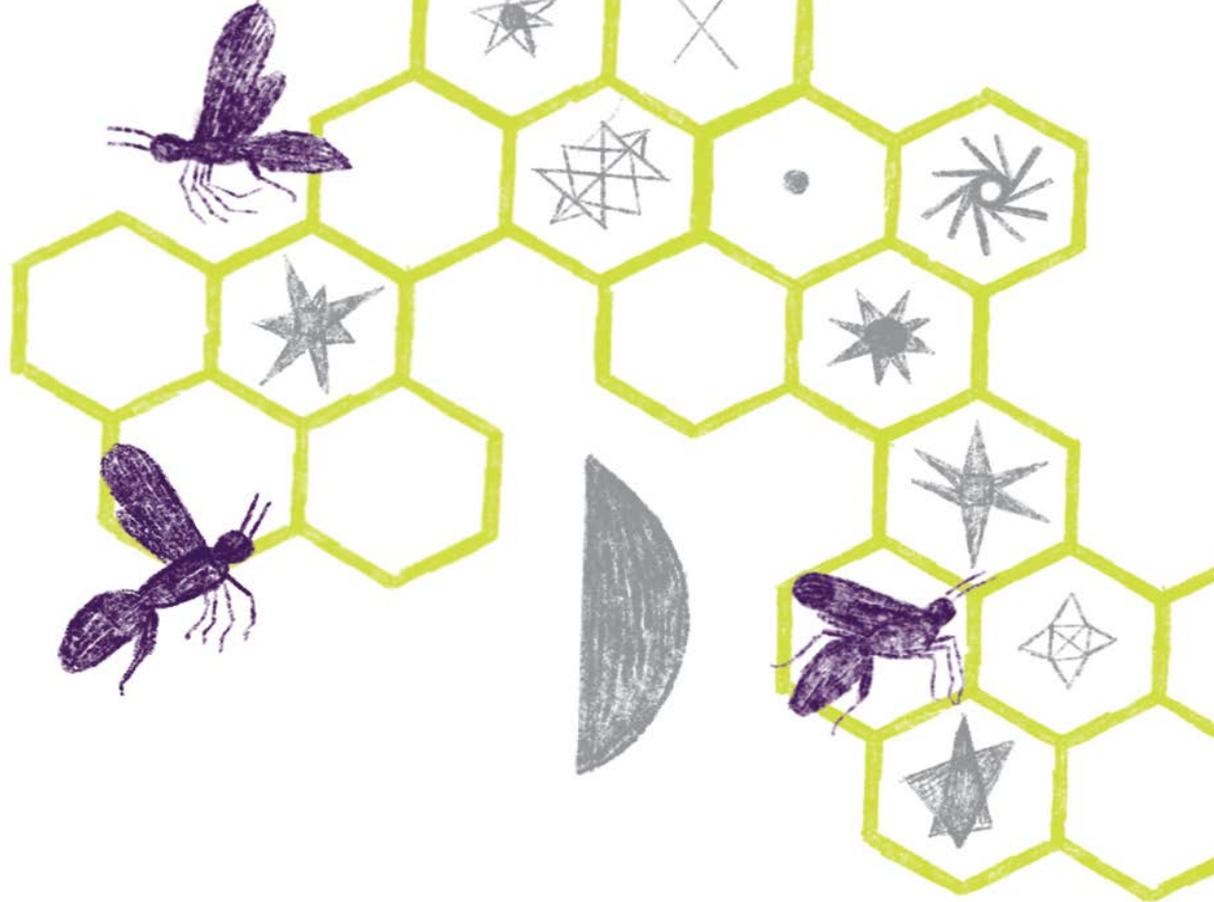
Asimismo, merced al artículo 8, es obligación del Estado fomentar, realizar y

apoyar el avance del conocimiento universal, el desarrollo de las humanidades y las ciencias, así como la investigación de frontera, incluida la ciencia básica, en todas las áreas y campos del saber. En consecuencia, el Estado debe fomentar, realizar y apoyar la investigación humanística y científica, el desarrollo tecnológico y la innovación orientados a incidir o atender asuntos estratégicos o prioritarios para el desarrollo nacional, para así volver realidad la naturaleza interdependiente y habilitadora del derecho humano a la ciencia.

De acuerdo con los artículos 9 y 11 del Anteproyecto, para garantizar la promoción, desarrollo y comunicación de las actividades en la materia, la política de Estado se desglosa en el marco constitucional y normativo, los ejes programáticos y de articulación, la agenda de prioridades públicas, los instrumentos de planeación estratégica y participativa, el gasto nacional y demás instrumentos de financiamiento, el Sistema Nacional de HCTI y el régimen de coordinación y distribución de competencias, el aparato estatal en sus distintos órdenes de gobierno y los mecanismos e instrumentos públicos de fomento y apoyo. Cada uno de estos elementos se desarrollan a lo largo del articulado del Anteproyecto.

Finalmente, el Anteproyecto prevé la construcción de la referida Agenda de HCTI, la cual comprende tanto la investigación de frontera y la ciencia básica en todas las áreas y campos del saber para el avance del conocimiento universal como la investigación e incidencia en asuntos estratégicos o prioritarios, reconociendo y garantizando la libertad de investigación y el interés público nacional, así como el ejercicio ponderado y armónico de otros derechos. Además, la agenda facilitará la articulación de capacidades y recursos para el logro de los fines institucionales en el sector.

Muy pronto México contará con su primera Ley General en materia de HCTI, un ordenamiento ampliamente consultado y enriquecido con las aportaciones de la comunidad, que colocará a nuestro país a la vanguardia mundial en materia de derechos humanos ([consulta.conacyt.mx](http://consulta.conacyt.mx)).



## CONCLUSIONES

Las ciencias, las tecnologías y la innovación, así como las humanidades, se han convertido en objetos de regulación debido a su carácter indispensable para lograr el desarrollo de la humanidad. En este sentido, el derecho humano a la ciencia, contemplado en diversos instrumentos internacionales, fue reconocido como tal en 2012 y recientemente ha iniciado su desarrollo conceptual.

El derecho a la ciencia es entendido como el derecho de toda persona a participar en el progreso científico, gozar de los beneficios que resulten del mismo y disfrutar de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas de que sea autora.

Además, su contenido normativo incluye el acceso de toda persona a los beneficios de la ciencia, sin discriminación; las oportunidades para todas y todos de contribuir a la actividad científica y la libertad de investigación científica; la participación de las personas y comunidades en la adopción de decisiones, así como un entorno favorable para la conservación, desarrollo y difusión de la ciencia y la tecnología.

Este derecho puede estar sujeto a limitaciones, estrictamente proporcionales, reconocidas por las normas internacionales e internas, en virtud de que la ciencia y sus aplicaciones pueden afectar el ejercicio de otros derechos humanos.

Ahora bien, la ciencia y la tecnología están llamadas a tener un papel activo y de gran relevancia en el ejercicio efectivo de múltiples derechos individuales y colectivos, así como la implementación exitosa de políticas públicas para el desarrollo. Al Estado mexicano le corresponderá garantizar el acceso universal a los beneficios del progreso científico y tecnológico.

En congruencia, será fundamental que los cambios en la orientación, formas y contenidos de la política pública de HCTI se consoliden con la expedición de la Ley General que mandata la reforma de mayo de 2019, así como con la reestructuración interna del Conacyt y de los organismos locales competentes en la materia. La eficacia del derecho a

la ciencia está condicionada por el éxito de este proceso de renovación jurídico-institucional en el Sistema Nacional de HCTI y de su armonización normativa con los estándares internacionales en la materia.

El reconocimiento jurídico del derecho de toda persona a gozar de los beneficios del progreso científico y tecnológico debe apuntalar a la ciencia como valor de uso y fuerza productiva al servicio de la humanidad, y no sólo como fuente de tecnología de vanguardia generadora de plusvalía extraordinaria. Se trata de un tema tan importante en el presente y para las generaciones futuras que no puede dejarse exclusivamente en manos de políticos, científicos y abogados.

Consecuentemente, resultará necesario que el Conacyt, en su carácter de organismo responsable de la política nacional en la materia y coordinador sectorial, reitere su compromiso con la democratización del Sistema Nacional y se mantenga atento a que el procedimiento legislativo que se desate robustezca la participación y consulta a los diferentes sectores de la sociedad y la comunidad científica y tecnológica del país. Asimismo, en el proceso parlamentario será indispensable que prevalezcan los argumentos y se haga valer el interés público nacional por encima de intereses privados, de grupos y hasta personales, por lo que el análisis propositivo, el diálogo y el debate constructivo deberán ser la regla.

## REFERENCIAS

### A. Instrumentos internacionales

**IX Conferencia Internacional Americana.** (1948). *Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre*. <http://www.oas.org/es/cidh/mandato/Basicos/declaracion.asp>

**Asamblea General de las Naciones Unidas.** (10 de diciembre de 1948). *Declaración Universal de Derechos Humanos*. [https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR\\_Translations/spn.pdf](https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/spn.pdf)

\_\_\_\_\_. (3 de enero de 1976). *Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. <https://www.ohchr.org/sp/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx>

**Convención Americana sobre Derechos Humanos.** (7 al 22 de noviembre de 1969). *Convención Americana sobre Derechos Humanos «Pacto de San José»*. [https://www.oas.org/dil/esp/tratados\\_b-32\\_convencion\\_americana\\_sobre\\_derechos\\_humanos.htm](https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm)

\_\_\_\_\_. (17 de noviembre de 1988). *Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales «Protocolo de San Salvador»*. <https://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/a-52.html>

**Organización de las Naciones Unidas (ONU).** (26 de julio de 1945). *Carta de las Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/about-us/un-charter#:~:text=La%20Carta%20se%20firm%C3%B3%20el,de%20octubre%20del%20mismo%20a%C3%B1o.&text=Como%20tal%2C%20es%20un%20instrumento,Estados%20Miembros%20de%20la%20ONU>.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia, y la Cultura (UNESCO).** (19 de octubre de 2005). *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos*. [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=31058&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

**Organización de los Estados Americanos (OEA).** (13 de diciembre 1951). *Carta de la Organización de los Estados Americanos*. <http://hrllibrary.umn.edu/instree/Soascharter.html>

## B. Documentos internacionales

**Asamblea General de las Naciones Unidas.** (15 de diciembre de 2015). *Resolución sobre la globalización e interdependencia: ciencia y tecnología para el desarrollo*. 70.º periodo de sesiones, A/70/474/Add.2. [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/70/474/Add.2&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/474/Add.2&Lang=S)

**Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Naciones Unidas (CCTD).** (12 de junio de 2020). *Informe sobre el 23 periodo de sesiones*. E/2020/31-E/CN.16/2020/4. <https://undocs.org/es/E/2020/31>

**Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología UNESCO(25 de marzo de 2005).** *Informe del Grupo de Expertos sobre el principio precautorio*. [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Principio\\_precautorio\\_UNESCO\\_Grupo\\_expertos\\_Marzo\\_2005\\_13695.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Principio_precautorio_UNESCO_Grupo_expertos_Marzo_2005_13695.pdf)

**Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC-ONU).** (8 de diciembre de 1999). *Aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. 21.º periodo de sesiones, E/C.12/1999/10. <https://undocs.org/es/E/C.12/1999/10>

\_\_\_\_\_ (12 de enero de 2006). *Observación general relativa al derecho de toda persona a beneficiarse de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autor(a)*. Núm. 17, 35º periodo de sesiones, E/C.12/GC/17. [https://tbinternet.ohchr.org/\\_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fGC%2f17&Lang=es](https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fGC%2f17&Lang=es)

\_\_\_\_\_ (21 de diciembre de 2009). *Observación general núm. 21. Derecho de toda persona a participar en la vida cultural (artículo 15, párrafo 1a)*, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. 43º periodo de sesiones, E/C.12/GC/21. <https://undocs.org/es/E/C.12/GC/21>

\_\_\_\_\_ (17 de mayo de 2010). *Observación general relativa al derecho de toda persona a participar en la vida cultural*. Núm. 21, 43º periodo de sesiones, E/C.12/GC/21REV.1. [https://tbinternet.ohchr.org/\\_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fGC%2f21%2fREV.1&Lang=es](https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fGC%2f21%2fREV.1&Lang=es)

\_\_\_\_\_ (10 de agosto de 2017). *Observación general relativa a las obligaciones de los Estados en virtud del Pacto Internacional de De-*

rechos Económicos, Sociales y Culturales en el contexto de las actividades empresariales. Núm. 24, 61º periodo de sesiones, E/C.12/cc/24. [https://tbinternet.ohchr.org/\\_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fc-c%2f24&Lang=es](https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fc-c%2f24&Lang=es)

\_\_\_\_\_ (30 de abril de 2020). *Observación general relativa a la ciencia y los derechos económicos, sociales y culturales*. Núm. 25, 67º periodo de sesiones, E/C.12/cc/25. [https://tbinternet.ohchr.org/\\_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fc%2f25&Lang=es](https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2fc%2f25&Lang=es)

**Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)**. (2018). *Reporte sobre tecnología e innovación*. [https://unctad.org/system/files/official-document/tir2018\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/tir2018_en.pdf)

**Consejo de Derechos Humanos-Naciones Unidas (CDH-ONU)**. (14 de mayo de 2012). *Informe de la Relatora Especial sobre los derechos culturales, Farida Shaheed. Derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones*. 20º periodo de sesiones, A/HRC/20/26. <https://undocs.org/es/A/HRC/20/26>

\_\_\_\_\_ (4 de agosto de 2015). *Informe de la relatora especial sobre los derechos culturales, Farida Shaheed. Derechos culturales*. 70º periodo de sesiones, A/70/279. <https://undocs.org/pdf?symbol=es/A/70/279>

\_\_\_\_\_ (2 de julio de 2018). *Resolución sobre la promoción, protección y disfrute de los derechos humanos en Internet*. 38º periodo de sesiones, A/HRC/38/L.10. [https://ap.ohchr.org/documents/S/HRC/d\\_res\\_dec/A\\_HRC\\_38\\_L10.pdf](https://ap.ohchr.org/documents/S/HRC/d_res_dec/A_HRC_38_L10.pdf)

**Consejo Económico y Social-Naciones Unidas (ECOSOC-ONU)**. (17 de julio de 2020). *Resolución aprobada por el Consejo Económico y Social el 17 de julio de 2020—Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo*. Periodo de sesiones de 2020, E/RES/2020. [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=E/RES/2020/13&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=E/RES/2020/13&Lang=S)

**Organización de las Naciones Unidas (ONU)**. (s.a.). *Influencia de las tecnologías digitales*. <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

\_\_\_\_\_ (10 de noviembre de 1975). *Declaración sobre la utilización del progreso científico y tecnológico en interés de la paz y en*

*beneficio de la humanidad*. <https://www.ohchr.org/sp/profesionalinterest/pages/scientificandtechnologicalprogress.aspx>

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)**. (1 de julio de 1999). *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*. Párr. 33. [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm)

\_\_\_\_\_ (16-17 de julio de 2009). *Declaración de Venecia sobre el derecho a gozar de los beneficios el progreso científico y sus aplicaciones*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185558>

\_\_\_\_\_ (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia: Hacia 2030-Resumen ejecutivo*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa)

\_\_\_\_\_ (13 de noviembre de 2017). *Recomendación sobre la ciencia y los investigadores científicos*. [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=49455&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=49455&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

\_\_\_\_\_ (9 de marzo de 2018). *Declaración de la Relatora Especial sobre los derechos culturales, Karima Bennouna, Simposio «Mujer en la cultura de la ciencia»*. <https://www.ohchr.org/sp/Issues/CulturalRights/Pages/benefitfromscientificprogress.aspx>

### **C. Jurisprudencia nacional**

**Jurisprudencia 1a./J. 2/2012**. (febrero de 2012). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro v, t. i, p. 533. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/160267>

**Jurisprudencia P./J. 20/2014**. (abril de 2014). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 5, t. i, 202. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2006224>

**Jurisprudencia 1a./J. 29/2015**. (abril de 2015). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 17, t. i, p. 240. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2008935>

**Jurisprudencia 1a. ccxcv/2016**. (diciembre de 2016). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 37, t. i, p. 361. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2013196>

**Jurisprudencia 1a. ccxciv/2016**. (diciembre de 2016). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 37, t. i, p. 361. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2013197>

**Tesis aislada, 1a./cxxxiii/2017.** (septiembre de 2017). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 46, t. i, p. 220. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2015134>

**Tesis aislada 2a./xcii/2016.** (Septiembre 2016). *Gaceta del Semanario Judicial de la Federación*, décima época, libro 34, tomo i, p. 842. <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2012529>

#### **D. Otras fuentes**

**Ackerman, J.** (24 de febrero de 2019). «Huachicoleo» científico. *Proceso*. <https://www.proceso.com.mx/opinion/2019/2/24/huachicoleo-cientifico-220726.html>

**Aguiar de Luque, L.** (1993). Los límites de los derechos fundamentales. *Revista del Centro de Estudios Constitucionales*, 14, enero-abril, pp. 9-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1051173>

**Álvarez-Buylla, M. E.** (2 de noviembre de 2019). Hacia la primera ley general de ciencia, tecnología e innovación de México. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/11/02/opinion/013a2pol>

**Aparicio Wilhelmi, M., y Pisarello Prados, G.** (2008). Los derechos humanos y sus garantías: nociones básicas. En Armengol, J., y Sánchez, V. (coords.), *Los derechos humanos en el siglo XXI: continuidad y cambios* (pp. 139-162). Huygens. <https://www.fundacionhenrydunant.org/images/stories/biblioteca/derechos-economicos-sociales-culturales/Los%20derechos%20humanos%20y%20sus%20garantias%20nociones%20basicas.pdf>

**Bacigalupo Saggese, M.** (1993). La aplicación de la doctrina de los «límites inmanentes» a los derechos fundamentales sometidos a reserva de limitación legal: (a propósito de la Sentencia del Tribunal Administrativo Federal alemán de 18 de octubre de 1990). *Revista Española de Derecho Constitucional*, 13(38), 297-315. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=79490>

**Barreda Marín, A.** (2008). La lógica que está rigiendo el uso que el capital le da a la innovación científica y tecnológica. *Las nuevas tecnologías y el asalto a los bienes comunes* (pp. 17-38). Grupo ETC/ Fundación Heinrich Böll. <http://biologia.ucr.ac.cr/profesores/Garcia%20Jaime/OTRAS%20AMENAZAS/ASALTO%20A%20LOS%20BIENES%20COMUNES-NUEVAS%20TECNOLOGIAS-MEMORIA%20TALLER%20SET%202008.pdf>

- Burgos, M.** (2019). Neoliberalismo y derecho. El caso de la Ley de Ciencia y Tecnología. *Memoria: Revista de Crítica Militante*, 271(3), 17-22. [http://revistamemoria.mx/?page\\_id=2623](http://revistamemoria.mx/?page_id=2623)
- Cianciardo, J.** (2001). Los límites de los derechos fundamentales. *Dikaion: Revista de Actualidad Jurídica*, 10, 53-73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2116136>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).** Anteproyecto de Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. <https://consulta.conacyt.mx/>
- \_\_\_\_\_ (5 de mayo de 2021). Señalan la relevancia del derecho humano a la ciencia en el Anteproyecto de Ley General de HCTI. Conacyt. <https://www.conacyt.gob.mx/Comunicados-209.html>
- Corral Guillé, G.** (2019). La ciencia en el México neoliberal. Mercantilización, codificación y precarización del conocimiento. *Memoria: Revista de Crítica Militante*, 271 (3), 23-27. [http://revistamemoria.mx/?page\\_id=2623](http://revistamemoria.mx/?page_id=2623)
- DeGrasse Tyson, N., y Lang, A.** (2019). *Ciencia y guerra. El pacto oculto entre la astrofísica y la industria militar*. Paidós.
- Delgado, G. C.** (2010). Ciencia, tecnología y competitividad del aparato tecnocientífico y productivo estadounidense. *Norteamérica*, 5 (5), julio-diciembre, 45-77. CISAN-UNAM <http://ru.micisan.unam.mx/handle/123456789/19707>
- Echeverría, B.** (1986). *El discurso crítico de Marx*. México: Era.
- Ferrajoli, L.** (2019). *Derechos y garantías: la ley del más débil*. Madrid: Trotta.
- Gandarilla Salgado, J. G.** (26 de mayo de 2019). Ciencias y humanidades comprometidas, reto en la 4T. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/05/26/opinion/009a1pol>
- Gómez Sánchez, Y.** (2018). *Derechos fundamentales*. Pamplona: Aranzadi.
- Hersch, P.** (4 de abril de 2019). Inventamos o erramos. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/04/04/opinion/016a2pol>
- López Sánchez, R.** (2017). Indeterminación y contenido esencial de los derechos humanos en la Constitución mexicana. *Revista Mexicana de Derecho Constitucional*, 37, julio-diciembre, pp. 229-263. <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/cuestiones-constitucionales/article/view/11458/13363>

- Mancisidor, M.** (2017). El derecho humano a la ciencia: Un viejo derecho con un gran futuro. *Anuario de Derechos Humanos*, 13, 211-221. Centro de Derechos Humanos de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile. <https://anuariodch.uchile.cl/index.php/ADH/article/view/46887>
- Mann, P., et al.** (2018). Opinión: abogar por el progreso de la ciencia como derecho humano. *Revista de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos*, 115 (43), 2018, 10820-10823. <https://www.pnas.org/content/115/43/10820>
- Mantilla, L., Hernández, M., y Cárdenas, C.** (2018). *La ciencia al servicio de la mercancía en México*. Universidad de Guadalajara. [https://www.researchgate.net/publication/325020174\\_La\\_ciencia\\_al\\_servicio\\_de\\_la\\_mercancia\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/325020174_La_ciencia_al_servicio_de_la_mercancia_en_Mexico)
- Melman, S.** (1975). *El capitalismo del Pentágono: La economía política de la guerra*. México: Siglo XXI Editores.
- Murcia, D.** (6 de junio de 2019). El derecho a la ciencia en el Plan Nacional de Desarrollo. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/06/06/opinion/019a2pol>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** (2009). *The Right to Enjoy the Benefits of Scientific Progress and its Applications*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185558.locale=en>
- \_\_\_\_\_ (14 de agosto de 2019). El derecho a la ciencia gana relevancia en América Latina y Caribe en tiempos de especial impacto político y ambiental de las ciencias. UNESCO Servicio de Prensa. [http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/the\\_right\\_to\\_science\\_gains\\_importance\\_in\\_latin\\_america\\_and\\_t/](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/the_right_to_science_gains_importance_in_latin_america_and_t/)
- \_\_\_\_\_ (2019). *Recomendación sobre la ciencia y los investigadores científicos*. UNESCO, Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, UNESCO Montevideo. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000263618\\_spa.locale=en](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000263618_spa.locale=en)
- \_\_\_\_\_ (2020a). *Derecho a la ciencia. Una mirada desde los derechos humanos*. Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, UNESCO Montevideo. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374224>
- \_\_\_\_\_ (2020b). *La ciencia como derecho humano. Una mirada desde la ciencia*. Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO

para América Latina y el Caribe, UNESCO Montevideo. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374225>

**Prieto Sanchís, L.** (2000). La limitación de los derechos fundamentales y la norma de clausura del sistema de libertades. *Derechos y libertades*, 8, 429-468. Instituto Bartolomé de las Casas. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/1395>

**Ribeiro, S.** (2 de febrero de 2019). «Huachicoleo» científico. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/02/02/opinion/019a1eco>

\_\_\_\_\_ (30 de marzo de 2019). ¿Ciencia para la gente o para el lucro?. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/03/30/opinion/018a1eco>

**Sánchez Barroso, J. A.** (1 de agosto de 2019). La libertad de investigación. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/08/01/opinion/018a1ol>

**Schabas, W.** (2007). Study of the Right to Enjoy the Benefits of Scientific and Technological Progress and its Applications. En Donders, Y., Volodin, V. (eds.), *Human Rights in Education, Science and Culture. Legal Developments and Challenges* (pp. 273-308). UNESCO Publishing. [https://books.google.com.mx/books?id=Y8-wzsbhiS4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbgbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=Y8-wzsbhiS4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbgbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**Solozábal Echavarría, J. J.** (1991). Algunas cuestiones básicas de la teoría de los derechos fundamentales. *Revista de Estudios Políticos*, 71, 87-110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=27093>

**Vázquez, L. D.** (2016). La razonabilidad y el contenido esencial de los derechos humanos: propuesta de un test. *Revista Alegatos*, 92, 79-106. <http://alegatos.azc.uam.mx/index.php/ra/article/view/31/30>

**Vázquez, L. D. y Serrano, S.** (2011). Los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Apuntes para su aplicación práctica. En Salazar Ugarte, P., y Carbonell Sánchez, M. (coords.), *La reforma constitucional de derechos humanos: un nuevo paradigma* (pp. 135-165). UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas. <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/32155>

\_\_\_\_\_ (2013). *Los derechos humanos en acción: operacionalización de los estándares internacionales de los derechos humanos*. Flacso. <http://www.cjslp.gob.mx/seminario/programa/Panel%20iv/Enfoque%20de%20derechos.%20Operacionalizacio%C2%B4n%20de%20esta%C2%B4ndares%20internacionales.pdf>

**Wallerstein, I.** (coord.). (2006). *Abrir las ciencias sociales: Informe de la Comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales*. México: Siglo XXI Editores.

**Witker Velásquez, J.** (23 de abril de 2019). Una nueva política científica para el interés nacional. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/04/23/opinion/014a2pol>

\_\_\_\_\_ (16 de julio de 2019). Ciencia y tecnología: inevitable golpe de timón. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2019/07/16/opinion/016a1pol>

# CIENCIA, POLÍTICA Y SOCIEDAD

## BUSCANDO UNA SALIDA A LA «MODERNIDAD REFLEXIVA»

VERONIKA SIEGLIN SUETTERLIN

Universidad Autónoma de Nuevo León

A lo largo de estos últimos años, acontecimientos de dimensiones catastróficas han sacudido a la humanidad y nos han confrontado con nuestra enorme vulnerabilidad frente a las fuerzas de la naturaleza, de las que nos hemos sentido –ilusoriamente– casi a salvo gracias al progreso científico y tecnológico. A más tardar en 2020 nos tuvimos que separar de tal ilusión. La pandemia de COVID-19 arrasó con nuestras vidas: paró por semanas las cadenas productivas globales, hundió de un momento a otro a muchas personas en el desempleo y la pobreza y está arrebatando la vida a millones de individuos. Al mismo tiempo, las televisoras nos han confrontado con imágenes de los bosques de California, Siberia y Australia en llamas, en tanto que en otras partes del mundo tormentas y aguaceros inusualmente intensos han desgajado cerros, mientras que las crecientes de ríos y arroyos han arrasado pueblos enteros.

Hace poco nos informaron que las corrientes oceánicas han perdido su dinamismo y que los efectos sobre la vida en nuestro planeta serán severos. Con asombro e incredulidad, nos enteramos de que está lloviendo cerca del polo norte, que los océanos se acidifican y que el deshielo de los glaciares pondrá en entredicho la sustentabilidad de los asentamientos humanos en las zonas costeras en unas cuantas décadas más. La mayoría de estos agravios a nuestra existencia y a la de muchas otras especies se origina en nuestro estilo de vida y la forma como explotamos a la naturaleza (IPPC, 2017). Estamos sobre un abismo que nosotros mismos hemos excavado, pero, aun así, no queremos darnos cuenta de que estamos ya en caída libre.

Ante los pronósticos sombríos, las sociedades modernas suelen invocar a la ciencia para que resuelva los problemas generados por nuestras civilizaciones modernas. La confianza en la capacidad salvadora de la ciencia se ha vigorizado en este último año por la rapidez con que las disciplinas biomédicas han creado diversas vacunas contra el virus SARS-CoV-2. No obstante, vale la pena preguntarse si la ciencia puede cumplir con estas expectativas o bien, si ella misma es parte del problema. ¿No ha generado la ciencia aquellos conocimientos que, una vez traducidos en tecnologías, han hecho posible la enorme maquinaria económica que trabaja día y noche, y que acaba simultáneamente con el medio

ambiente? ¿No es la misma ciencia la que ha desarrollado sustancias agroquímicas que permiten abundantes cosechas pero que, al filtrarse a ríos y mares, terminan por crear zonas donde ya no hay vida? ¿No debemos a la ciencia y a la tecnología los nuevos materiales de fachada altamente inflamables cuyo uso costó la vida de decenas de residentes de una torre residencial en Londres cuando ésta se incendió en 2020; el desarrollo del plástico que ahora cubre grandes extensiones de los océanos; o los reactores radioactivos que se fusionaron en Chernóbil y Fukushima y que han mandado sus emisiones radioactivas por todo el mundo?

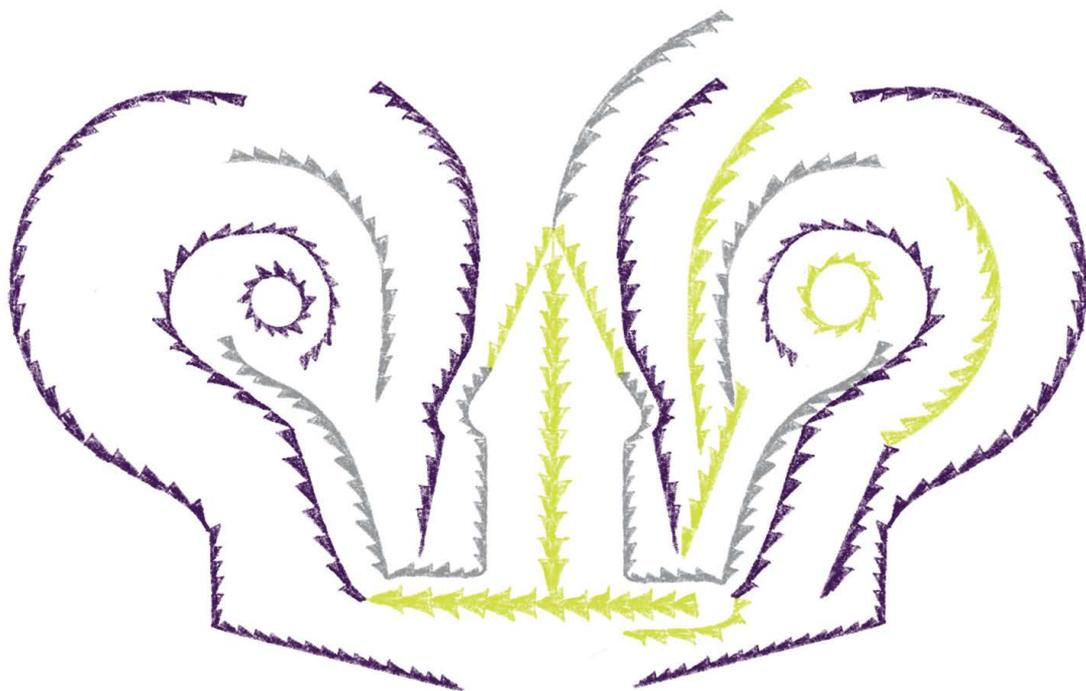
El ambivalente papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de nuestras sociedades modernas ha sido abordado por el sociólogo Ulrich Beck (1998) en su texto, ampliamente comentado, titulado *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. El autor arguye que, en los inicios de la modernidad, las ciencias nos ayudaron a controlar y aprovechar la naturaleza para los fines de nuestra especie; sin embargo, en la actualidad deben resolver en medida creciente los problemas causados por el propio progreso científico-tecnológico y económico, como el cambio climático global, por ejemplo. Las ciencias y las tecnologías —juzga Beck— se han convertido ellas mismas en una amenaza. A diferencia de lo que sucedía en el pasado, los riesgos actuales «ya no están ligados al lugar de su surgimiento; más bien, ponen en

peligro a la vida en esta Tierra» (1998, p. 28). Por dicho efecto *boomerang*, el autor denomina la actual etapa del desarrollo societal como «modernidad reflexiva».

Ahora bien, si la misma ciencia parece convertirse en una amenaza para nuestras sociedades, ¿qué nos queda entonces? ¿Renunciar a ella? ¿O hay otras maneras de superar la paradoja con la que nos está confrontando la modernidad reflexiva? ¿Podemos atender y controlar el carácter destructivo de nuestro progreso científico-tecnológico y, si así fuese, bajo qué condiciones?

Estas preguntas no son nuevas. La comunidad científica internacional las ha planteado desde finales de la Segunda Guerra Mundial, cuando las bombas nucleares, arrojadas por el gobierno de Estados Unidos de América contra Hiroshima y Nagasaki, extinguieron en unos cuantos segundos la vida de cientos de miles de personas y condenaron a muchos otros más a inimaginables sufrimientos por las quemaduras y la contaminación radioactiva, cuando el propio gobierno estadounidense pensaba poder contener, aunque fuese mediante una guerra nuclear, a la Unión Soviética. En este contexto internacional y con motivo de la celebración del aniversario de Alfred Nobel, Albert Einstein uno de los científicos más admirados y un pacifista convencido, alertó a la comunidad científica, el 10 de diciembre de 1945, de los peligros que implica la instrumentalización de los conocimientos científicos por parte de gobiernos y naciones para sus fines geoestratégicos:

Alfred Nobel inventó el explosivo más poderoso jamás conocido hasta su época, un medio de destrucción por excelencia. Para expiar esto, para aliviar su conciencia humana, instituyó sus premios con el fin de promover la paz y los logros de la paz. Hoy, los físicos que participaron en la forja del arma más formidable y peligrosa de todos los tiempos se sienten acosados por un sentimiento de responsabilidad, por no decir de culpa. No podemos desistir de advertir y advertir siempre de nuevo, no podemos ni debemos cejar en nuestros esfuerzos por hacer que las naciones del mundo, y especialmente sus gobiernos, sean conscientes del desastre indescriptible que seguramente provocarán a menos que cambien su



actitud entre sí y con relación a la tarea de dar forma al futuro. Hemos ayudado a crear esta nueva arma para evitar que los enemigos de la humanidad la logren antes que nosotros. Pero hasta ahora no vemos ninguna garantía de paz. [...] Se ha ganado la guerra, pero no la paz. [...] En lo que a nosotros, los físicos, nos concierne, no somos políticos y nunca ha sido nuestro deseo entrometernos en la política. Pero sabemos algunas cosas que los políticos desconocen. Y sentimos el deber de hablar. [...] La situación exige un esfuerzo valiente, un cambio radical en toda nuestra actitud, en todo el concepto político. Que el espíritu que impulsó a Alfred Nobel a crear esta gran institución, el espíritu de confianza y seguridad, de generosidad y hermandad entre los hombres, prevalezca en las mentes de aquéllos sobre cuyas decisiones descansa nuestro destino. De lo contrario, la civilización humana estará condenada.

Ante los peligros que el uso y la aplicación de los conocimientos científicos por terceros –sean estos gobiernos, empresas o individuos– implican, Einstein no plantea ni la

inviabilidad de la ciencia ni tampoco la conversión de las científicas o de los científicos en políticos, pero sí su politización. Precisamente por su saber, las científicas y los científicos tienen el deber ético de alzar la voz y participar en un «cambio radical en toda nuestra actitud, en todo el concepto político». Deben participar en la creación de un tejido social en el que «el espíritu de confianza y seguridad, de generosidad y hermandad entre los hombres, prevalezca», así como en la construcción de un marco societal seguro para el desarrollo y la aplicación de los conocimientos científicos.

Pocos años después, en 1950, el premio nobel de Química, Frédéric Joliot-Curie, precisó en el «Llamamiento de Estocolmo» (1950) de qué lado y para qué fines deben luchar las comunidades científicas:

[L]os científicos adquieren día a día mayor sentido de su responsabilidad social. No deben permitir que una mala organización social deje que los resultados de sus trabajos se utilicen para fines egoístas o nocivos. Los científicos y los técnicos no forman parte de una pequeña élite desligada de las contingencias prácticas. Deben, como ciudadanos de la gran comunidad de los trabajadores, militar con éstos para asegurar una plena utilización de la ciencia con vistas a la paz y el bienestar de los hombres.

La amenaza que puede implicar el progreso científico y tecnológico, asevera Joliot-Curie, no emana de la ciencia sino de una organización societal que permite que los hallazgos científicos y sus aplicaciones tecnológicas «se utilicen para fines egoístas o nocivos», es decir, para intereses particulares cuyos proyectos laceran la existencia de muchos. Por ello, plantea Joliot-Curie, es necesario que las científicas y los científicos luchen al lado de los movimientos de trabajadores por una sociedad donde la ciencia abone «a la paz y el bienestar de los hombres». Desde su perspectiva, una ciencia segura es una ciencia articulada en función del bienestar común.

Desde la publicación del «Llamamiento de Estocolmo» han pasado 71 años. Durante este lapso, la ciencia y la tecnología se

han convertido en las fuerzas productivas más importantes. De ellas depende la competitividad de las empresas en los mercados globales. Las enormes fortunas que han amasado algunas cuantas compañías son producto de la articulación de la ciencia pública con la canalización de cuantiosos recursos públicos hacia las empresas con fines de innovación (O'Connor, 2010). Este tipo de ciencia no tiene más objetivo que facilitar y garantizar la acumulación de capital privado. Su utilidad se mide a través del lucro que se espera de su aplicación. Por ello, es ciega ante sus efectos a largo plazo, se declara apolítica y «neutral» aunque, en realidad, ha sido despolitizada a conciencia.

Como demuestra el compromiso de destacados científicos –como Albert Einstein, Bertrand Russell, Linus Pauling, Johan Galtung, Theodor Adorno y Herbert Marcuse, por mencionar a algunos– a mediados del siglo XX, con la construcción de un mundo pacífico y una sociedad justa, la actual idea de una ciencia neutral y una comunidad científica despolitizada son construcciones ideológicas cuya amplia difusión no es ni casual ni fortuita, sino resultado de la instrumentalización de la ciencia para «fines egoístas o nocivos», en términos de Joliot-Curie.

A lo largo de las pasadas décadas, el desinterés político ha sido tejido pacientemente por las mismas instituciones en las que se desarrolla la ciencia, eclipsando las problemáticas éticas de una ciencia al servicio de las empresas trivializando

las discusiones éticas (Herington y Tannon, 2020) o bien, involucrando a las y los trabajadores de la ciencia en una dinámica laboral desenfrenada que no sólo les priva de tiempo para sus familias y amistades, sino también de la energía para ocuparse de la relación entre política, filosofía y ciencia (Sieglin, 2020).

La despolitización de las nuevas generaciones de científicas y científicos estriba, además, en los cambios introducidos en su formación académica mediante reformas curriculares, impuestos desde arriba: la eliminación de materias teóricas y espacios de reflexión, la introducción de cursos sobre emprendimiento, patentes y proyectos vendibles con el fin de facilitar la identificación del estudiantado con una ciencia al servicio de intereses privados. Sin embargo, cabe preguntarnos si los retos que está afrontando la humanidad en estos momentos, los cuales se van a agudizar en el futuro próximo, pueden ser resueltos por este tipo de ciencia. ¿Qué tipo de sociedad y qué tipo de ciencia necesitamos en el futuro para poder librar los enormes embates que nos esperan a la vuelta de la esquina? ¿Y qué compromisos políticos se requieren por parte de las comunidades científicas?

Una orientación en esta discusión brinda el actual Anteproyecto de Iniciativa de Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, presentado por el Consejo Nacional de Ciencia



## REFERENCIAS

- Beck, U.** (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Paidós.
- Curran, D.** (2015). Risk society and Marxism: Beyond simple antagonism. *Journal of Classical Sociology*, 1-17. <https://doi.org/10.1177/1468795X15600929>
- Einstein, A.** (1945). *Address at the Fifth Nobel Anniversary Dinner. Delivered 10 December 1945, Hotel Astor, New York, NY*. American Rhetoric Online Speech Bank. <https://www.americanrhetoric.com/speeches/alberteinsteinpostwarworld.htm>
- Russell, B. y Einstein, A.** (9 de julio de 1955). Manifiesto Russell-Einstein. <http://istas.net/descargas/escorial04/material/dc01.pdf>
- Herington, J. y Tanona, S.** (2020). *The social risks of science*. The Hastings Center Report. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/hast.1196>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2017)**. *Chair's Vision Paper*. IPCC Secretariat. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/AR6-Chair-Vision-Paper.pdf>
- Joliot-Curie, F.** (1950). Llamamiento de Estocolmo. <http://istas.net/descargas/escorial04/material/dc01.pdf>
- O'Connor, J.** (2010). Marxism and the three movements of neoliberalism. *Critical Sociology*, 36 (5), 691-715.
- Sieglin, V.** (2020). *Hacer ciencia en el México neoliberal. ¿Un dolor de cabeza? Narrativas somáticas de la élite académica sobre el trabajo en universidades estatales*. Fondo Editorial de Nuevo León-Universidad Autónoma de Nuevo León.



ALGO ESTÁ CAMBIANDO. LO VEO A MI ALREDEDOR, COSAS QUE ERAN PREDECIBLES SE HAN TORNADO INCIERTAS.

LA LLEGADA DE LAS FLORES, LA EMERGENCIA DE LAS CIGARRAS LA MIGRACIÓN DE LAS AVES Y LAS SEQUÍAS CADA VEZ MÁS LARGAS Y FRECUENTES.



SÉ QUE HAY ALGO QUE NO SÉ.

ALGO QUE PUEDA HACER SENTIDO DE TODO ESTO Y DARME CERTEZA DE LO QUE SI SÉ, DE LO APRENDIDO Y ENSEÑADO DE GENERACIÓN EN GENERACIÓN. ALGO ESTÁ CAMBIANDO.



SANTIAGO MOTAO

La ciencia, que tanto ha aportado al desarrollo de la humanidad, debe hoy encarar las consecuencias de esos avances.

A partir de años de estudio, hemos detectado la fragilidad de nuestro entorno y la forma en que lo hemos afectado y llevado al límite.

Sin un entendimiento del escenario al que nos enfrentamos, la posibilidad de un cambio se desvanece. La ignorancia nos torna inactivos, espectadores y víctimas del colapso ambiental.

Sí,  
algo  
ha  
c  
a  
m  
b  
i  
a  
d  
o...

Todo lo descubierto no puede quedarse en un laboratorio, debe alcanzar a todas las personas y así situarnos en la misma página.



# SABERES COMPARTIDOS

# **RICHARD C. LEWONTIN (1929-2021):**

**UN PASEO CRÍTICO SOBRE LAS  
IMPLICACIONES GENÉTICAS, SOCIALES,  
ECONÓMICAS Y ÉTICAS DE LOS  
ESTUDIOS DE GENÉTICA EVOLUTIVA**

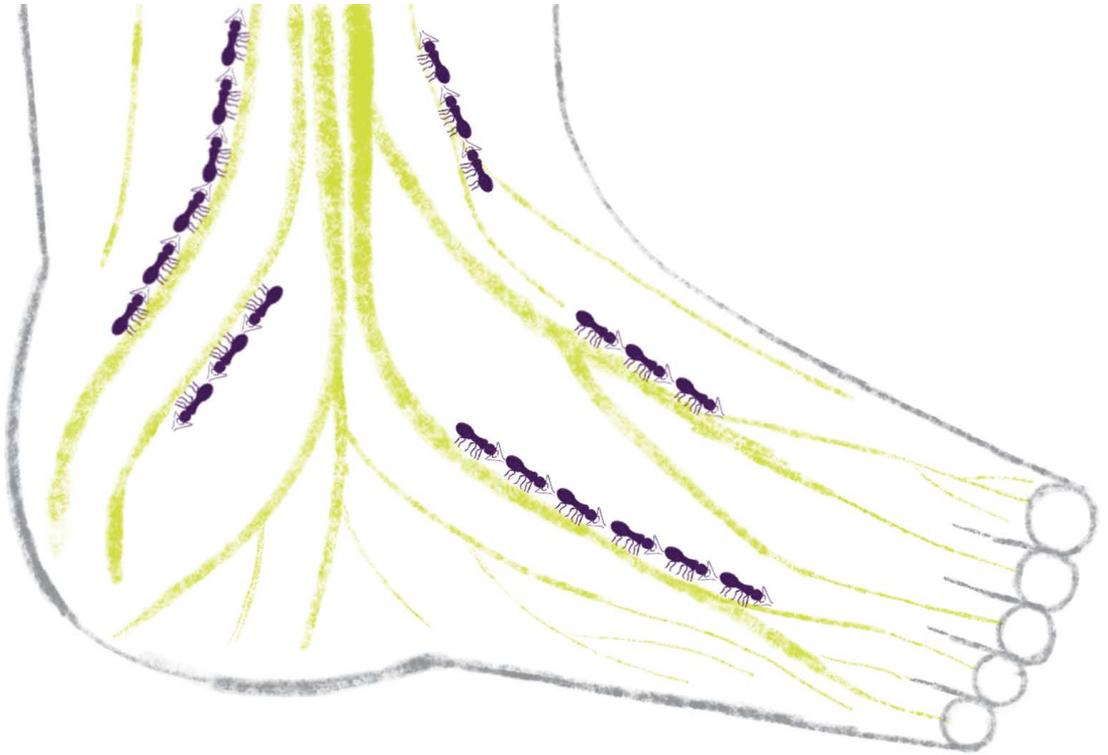
**DANIEL PIÑERO DALMAU**

Instituto de Ecología,  
Universidad Nacional Autónoma de México

**ABRIL VÁZQUEZ DE LOS REYES**

Instituto de Historia de la Ciencia,  
Universidad Autónoma de Barcelona

La genética representa una de las revoluciones más importantes del conocimiento en la ciencia de los últimos cien años. Al descubrirse las bases biológicas de la herencia, se abrió la posibilidad de dar cuenta de los procesos que subyacen a muchos fenómenos biológicos. Desde su surgimiento y a lo largo de su desarrollo y consolidación, la genética permitió una base explicativa común para muchas preguntas que, al menos desde finales del siglo XVIII, estaban en el centro de los debates y controversias biológicas. La relevancia que para la biología cobró la



genética se verifica en el hecho de que la definición de vida más aceptada –si bien no la única y seguramente tampoco la definitiva– tiene como elemento central a los ácidos nucleicos.

Quizás sea esta potencia explicativa de la genética –cuestión que es y seguirá siendo tema de amplios debates y controversias– la razón por la cual, con harta frecuencia, se ha querido recurrir a ella para explicar todo, o casi todo. Así, las expectativas puestas en torno a una ciencia que puede elucidar tanto sobre la naturaleza de la vida y sus procesos han sido no pocas veces exageradas y, a veces, se han hecho promesas que terminan por no cumplirse. Desde luego, ha habido desarrollos científicos y técnicos basados en la genética que han sido enormemente controversiales. ¿Qué puede y qué no puede hacer la genética? ¿Qué debe y qué no debe hacer la genética? Estas preguntas que no tienen una respuesta definitiva son el objeto de este escrito, en la medida en que fueron muy importantes para Richard Lewontin, genetista cuya trayectoria queremos revisar a manera de homenaje.

## **RICHARD LEWONTIN Y EL DEBATE SOBRE EL DETERMINISMO GENÉTICO**

La concepción de que todo está en los genes, de que la inteligencia puede ser medida y que tiene una base genética, de que si conocemos la secuencia de los genomas podremos descubrir la cura de las enfermedades o de que unas pocas diferencias definen a las «razas humanas» dominó durante la segunda mitad del siglo xx y continúa dominando las dos décadas de este siglo. Lewontin vislumbró los riesgos de este determinismo genético. Además de señalar la insuficiencia de este enfoque para dar cuenta de los fenómenos estudiados, también advirtió sus implicaciones sociales. Esta capacidad para contextualizar socialmente la actividad científica es uno de los rasgos más notables de cómo este científico abordó desde un enfoque antirreduccionista y que, además de contestar al determinismo genético, exploró las causas y mecanismos de mantenimiento de la biodiversidad. Lewontin era profundo, pero claro y muy cálido al hablar. En un seminario en el grupo de genética de la Universidad de California, en Davis, en 1980, habló sobre el mejoramiento genético como una promesa con muchas limitaciones en el contexto de la genética mendeliana. Fue apasionante.

Al igual que esa conferencia, son fascinantes las preguntas que se hizo por todos los grandes debates de la genética del siglo xx, tanto los científicos como los sociales, éticos y económicos. Su postura frente a éstos estaba articulada por su convicción antirreduccionista debido a que el determinismo genético sobrestima el potencial de la genética y conduce a promesas que no pueden cumplirse. No importaba si la genética ayudaría a curar las enfermedades, explicaría la evolución de las especies, aumentaría la longevidad en el ser humano o ayudaría a incrementar la productividad agrícola-industrial, Lewontin tenía siempre una opinión crítica y constructiva.

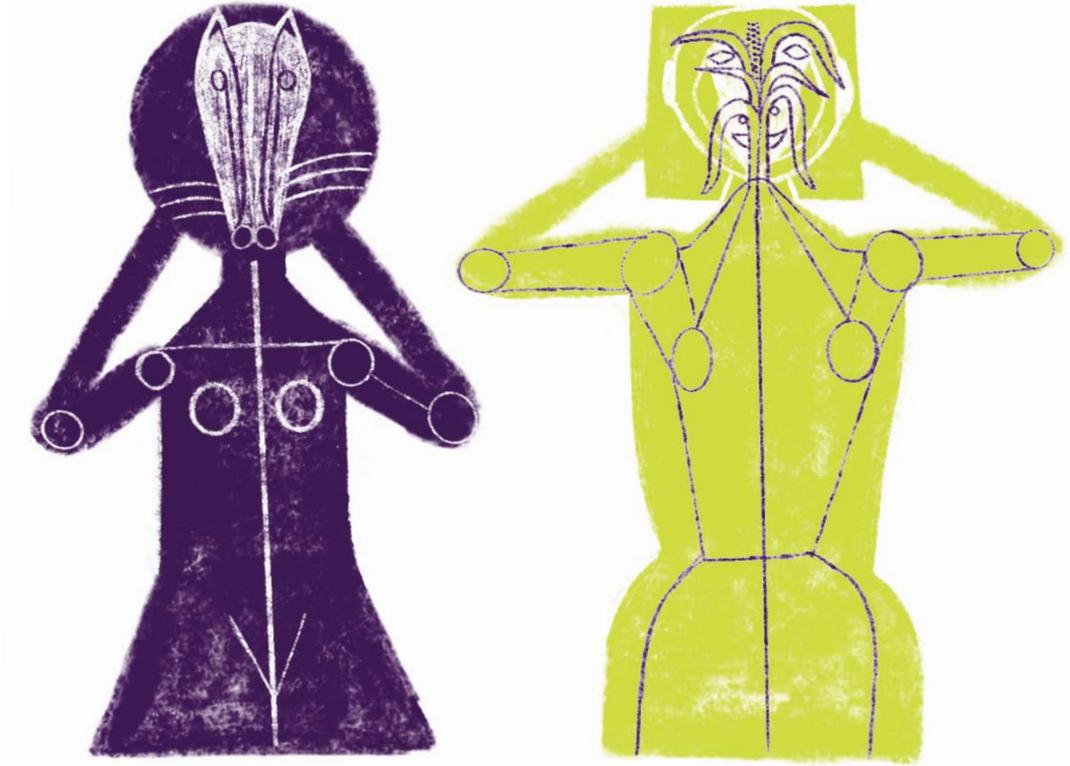
En la historia de la genética, el conflicto ha dirigido muchos de los avances científicos. Esto puede apreciarse en las discusiones sobre los principios de Mendel, los mecanismos de la arquitectura de los fenotipos, la relevancia del ambiente

en la apariencia, las causas de las variaciones genéticas, la importancia de la selección y la deriva genética como conductores de la evolución, la existencia de las «razas» humanas o la ética en la investigación en nuestra sociedad, campos en los cuales surgen proposiciones contrapuestas. Usualmente, del debate resulta una explicación más o menos distinta a la que ofrecían las proposiciones originales y, a partir de ella, la investigación en el campo sigue desarrollándose. Actualmente, muchas de estas controversias están parcialmente resueltas y el campo se ha concentrado en los procesos de especiación, aislamiento e introgresión entre especies, todo lo cual se ha conjuntado en un modelo de divergencia-flujo genético y de introgresión derivada.

En esta contribución presentaremos varias de las controversias que Lewontin desmenuzó para beneficio de todos sus lectores y colegas. Nos concentraremos particularmente en el concepto de «raza» en humanos, el programa adaptacionista, la teoría neutral de la evolución molecular, la mejora genética de los cultivos y la importancia del estudio del desequilibrio de ligamiento. A continuación, incluimos las contribuciones que consideramos más importantes.

### **LAS RAZAS HUMANAS**

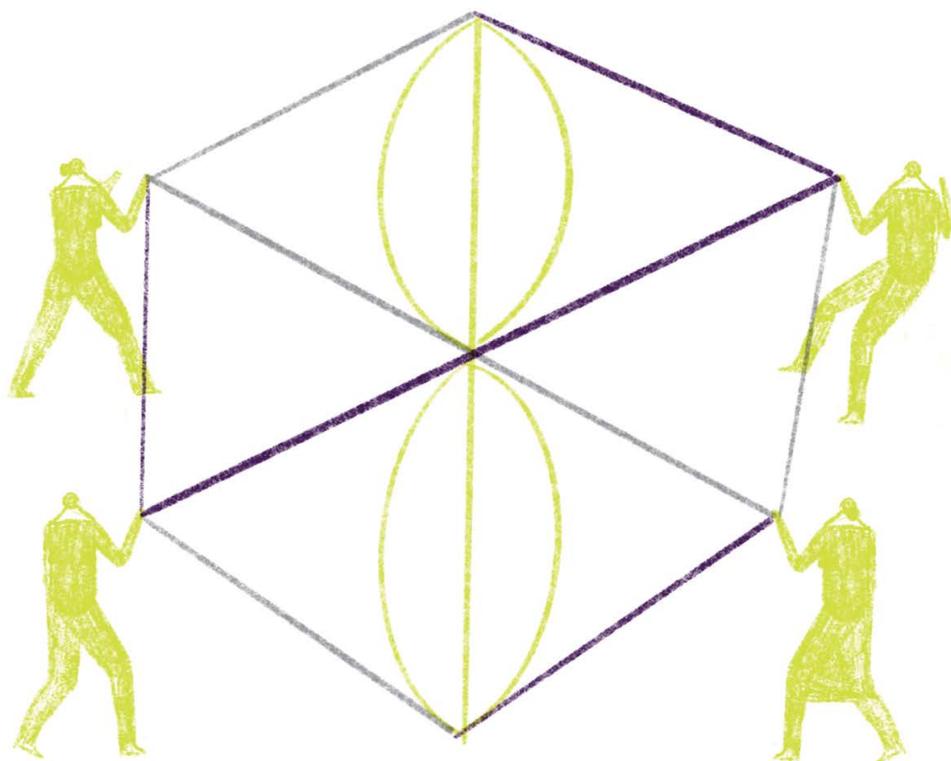
Con gran elegancia y dejando pocos cabos sueltos, Lewontin explicaba que los estimados de variación genética dentro y entre las poblaciones humanas no permiten sostener la existencia de razas en humanos. Los datos que usamos para diferenciar a las supuestas razas son producto de unos pocos genes que producen fenotipos que, creemos, forman unidades biológicas significativas. Lewontin decía que la variación dentro de una población era 85% del total de la existente en la especie y sólo 7% de ella se encuentra entre diferentes continentes. Éste es un ejemplo similar al de las razas de perros o de maíz: podemos distinguirlas, pero el componente genético que las define es muy pequeño. Lewontin señaló la existencia de un ancestro común y un tiempo de divergencia relativamente reciente (aproximadamente 100 000 años para la



divergencia de las razas humanas, entre 35 000 y 50 000 para la divergencia de las razas de perro y entre 5 000 y 10 000 años para las razas de maíz).

### **EL PROGRAMA ADAPTACIONISTA**

La síntesis moderna de la evolución (SME, 1937-1950) ocupó dentro de la biología un lugar análogo al del desarrollo estabilizador en la historia sociopolítica de México (1940-1970). La SME era una propuesta optimista sobre el futuro de la teoría evolutiva que otorgaba un lugar fundamental a la selección natural en las explicaciones de la divergencia de las especies y los mecanismos de evolución. La selección natural –como el diseño divino lo fue dentro de la teología natural– era la explicación central de todas las formas, colores, mecanismos fisiológicos o bioquímicos, así como de las adaptaciones producidas por las interacciones entre especies. La adaptación se utilizaba entonces para explicar todo.



A este enfoque Stephen J. Gould y Richard Lewontin (1978) le llamaron el «programa adaptacionista». Como en el caso del desarrollo estabilizador, el programa adaptacionista prometía muchas explicaciones y sólo pudo cristalizar algunas. Muy pronto, después de la publicación del artículo, la comunidad biológica empezó a concebir nuevas hipótesis como explicaciones alternativas. Así, pasamos de estudiar la ecología como un subconjunto de la evolución adaptativa a abordarla en el marco de los grandes problemas ambientales como el cambio climático, la contaminación y el desarrollo sostenible de los

ecosistemas, así como en relación con las comunidades locales, las naciones y el sistema global ambiental. Fueron Gould y Lewontin quienes, a través de su análisis de los estudios evolutivos, modificaron nuestra visión sobre los problemas biológicos, alejándolos de la adaptación y acercándolos al funcionamiento de nuestro planeta como un sistema completo.

#### **LAS CAUSAS DE LA VARIACIÓN GENÉTICA**

Por un lado, la visión del programa adaptacionista abrazaba a toda la biología y, por el otro, los años 1960 del siglo xx

fueron centrales en la molecularización de la biología. Después de que en los 1950 se resolvió la estructura del ADN y se confirmó que es el material hereditario, en los 60 se resolvió, con inferencias y experimentos muy elegantes, el código genético. Aún así, los mecanismos de regulación genética y de relación genotipo-fenotipo estaban –y siguen estando– lejos de ser entendidos completamente.

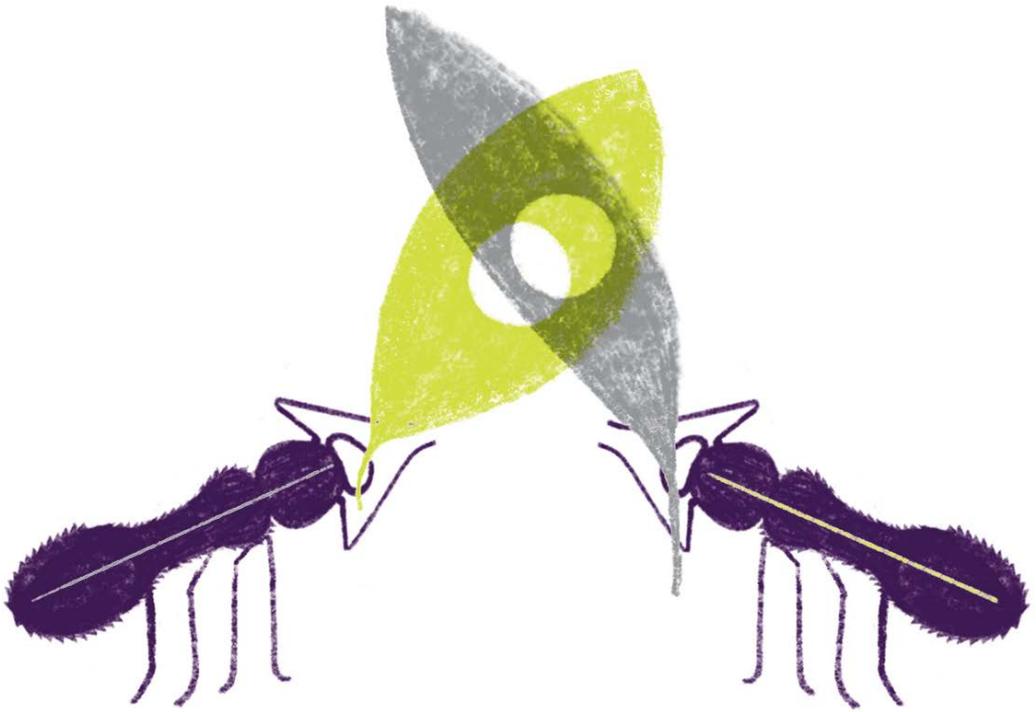
En ese ambiente, Motoo Kimura, científico japonés, propuso que el exceso de variación genética de las variantes moleculares encontradas se mantiene por deriva genética y no por selección natural. En este caso, Lewontin no criticó el *statu quo*, sino que defendió la posición dominante de que la selección natural es, a nivel molecular, también el proceso evolutivo más importante. Crítico de entrada, hablaba de la exageración del programa adaptacionista pero mostraba una visión seleccionista en el nivel molecular. En su libro de 1974 desmenuzó paso a paso la evidencia de la variación encontrada y las posibles hipótesis para explicar el exceso, tras lo cual concluyó que la selección en sus diferentes formas podría explicarlo. Los datos y la teoría que había en ese tiempo eran limitados y Lewontin desestimó la posible importancia a nivel molecular de la deriva genética de la teoría de Kimura, pero, aun así, a partir de datos genómicos hizo contribuciones clave al desarrollo de lo que luego se convirtió en la inferencia evolutiva.

## EL DESEQUILIBRIO DE LIGAMIENTO

El desarrollo del desequilibrio de ligamiento como evidencia de la selección y la prueba de Lewontin y Krakauer de selección, basada en desviaciones de los estimados de  $F_{ST}$  a lo largo del genoma, es una de las contribuciones más importantes de Lewontin a la ciencia. Tras haber comenzado sus estudios de variación genética usando isoenzimas, Lewontin promovió que un alumno dentro de su grupo de investigación explorara la variación genética usando secuencias de ADN de alcohol deshidrogenasa en *Drosophila pseudoobscura*. El concepto de desequilibrio de ligamiento que desarrolló con Kojima en 1960 ha sido fundamental para entender y estimar la fuerza que la selección natural tiene en diferentes regiones del genoma. La idea de que hay efectos globales (estructura poblacional, consanguinidad y deriva genética) y locales (selección y recombinación) ha ayudado a aclarar la importancia que para la evolución en mosaico del genoma tienen estos procesos.

## SOBRE LA SÍNTESIS EXTENDIDA

Finalmente, los avances recientes de la síntesis extendida (Pigliucci y Müller, 2010) también le deben a Lewontin el concepto de «construcción del nicho», así como el descubrimiento de algunos de los mecanismos alternativos a la herencia dura que determinan el fenotipo y, sin duda, los procesos que determinan rasgos no adaptativos.



## CONCLUSIÓN

Lewontin realizó cuestionamientos éticos a la práctica científica desarrollada en su horizonte histórico. El movimiento eugenésico que se extendió por alrededor de 50 años (del cual aprendieron los nazis y que tuvo una de sus expresiones más groseras en el Holocausto) dejaba una deuda ética para los biólogos y, en particular, para los genetistas. En este contexto, el genetista fue también un humanista y su decisiva intervención sobre el concepto de *raza* en humanos respondió, en parte, a la necesidad de saldar esa deuda ética. En el centro de sus convicciones estaba que el conocimiento científico no debe ser instrumentalizado para explotar, dominar o exterminar a distintos grupos y países. Sus contribuciones muestran una gran capacidad para integrar e intercambiar ideas y lograr colaboraciones con colegas y alumnos que han modificado profundamente nuestra visión de la genética evolutiva. ♦

## LECTURAS RECOMENDADAS

- Berry, A. y Petrov, D. A.** (2021). Richard C. Lewontin: Groundbreaking evolutionary geneticist. *Science*, 373, 745. <https://doi.org/10.1126/science.abl5430>
- Cleland, C.E. y Chyba, C.F.** (2002). Defining 'life'. *Origins of life and evolution in the biosphere* 32(4), 387–393. <https://doi.org/10.1023/A:1020503324273>
- Dietrich, M. R.** (2021). Richard C. Lewontin: Pioneer of Molecular Evolution Who Campaigned Against Biological Racism. *Nature*, 595, 489. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01936-6>
- Felsenstein, J.** (1975). Book Review. The genetic basis of evolutionary change. *Evolution*, 29(3), 587-590. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1975.tb00851.x>
- Gould, S., y Lewontin, R.** (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 205(1161), 581-598. <https://doi.org/10.1098/rspb.1979.0086>
- Odling-Smee, J., Erwin, D. H., Palkovacs, E. P., Feldman, M. W. y Laland, K. N.** (2013). Niche Construction Theory: A Practical Guide for Ecologists. *Quarterly Review of Biology*, 88, 3-28. <https://doi.org/10.1086/669266>
- Pigliucci, M. y Müller, G. B.** (2010). *Evolution, the extended synthesis*. MIT Press.
- Teichholtz, L. J.** (2021) Distinguished Harvard Geneticist Richard C. Lewontin '50, A 'fantastic Mentor, and 'Polymath', Dies at 92. *The Harvard Crimson*. <https://www.thecrimson.com/article/2021/7/18/Richard-lewontin-dies-at-92/>

# LA TRIPLE HÉLICE DE

**RICHARD**

**LEWONTIN**

**LEV JARDÓN BARBOLLA**  
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias  
en Ciencias y Humanidades, Universidad  
Nacional Autónoma de México

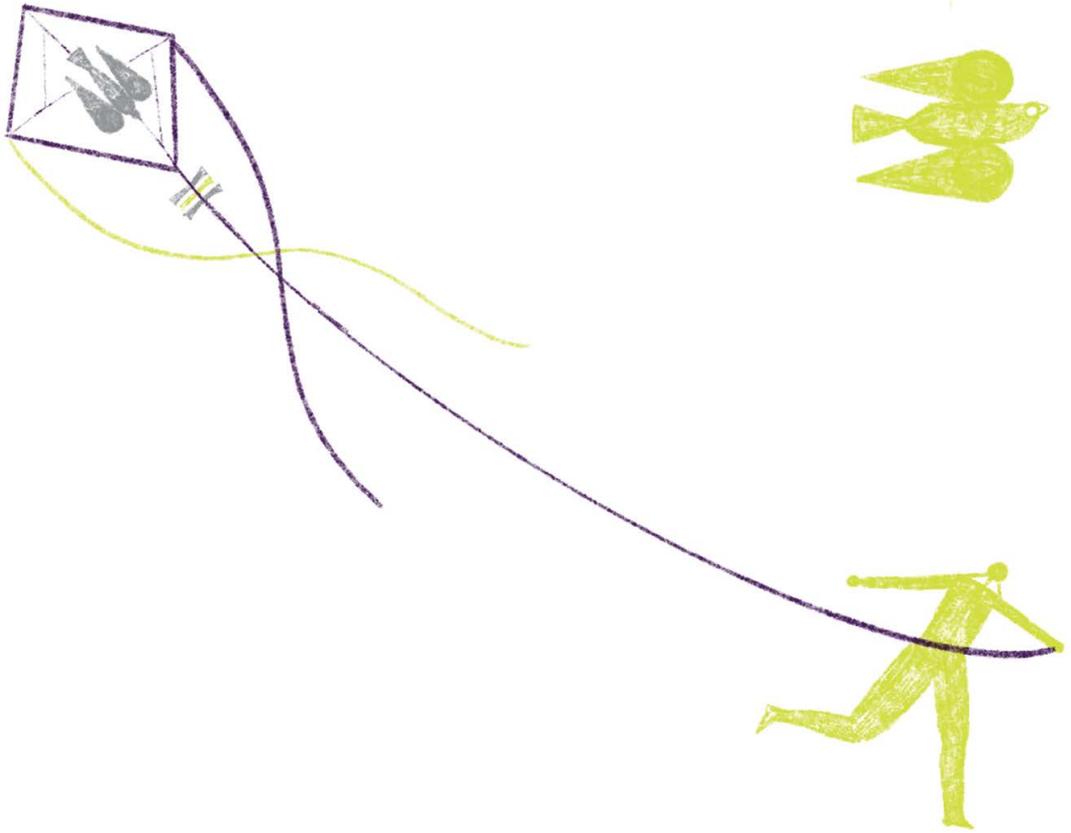
**ALAIDE ARCE GONZÁLEZ**  
Posgrado en Ciencias Biológicas,  
Facultad de Ciencias, UNAM

**Así, estas páginas también tienen un objetivo político, el cual es animar a quienes lean a no dejar la ciencia a los expertos, no para desconcertarse por ello, sino para demandar un conocimiento científico sofisticado en el que todos puedan compartir.**

Richard Lewontin, *Biology as ideology*

¿Cuál es la naturaleza del hecho evolutivo? ¿Cuáles son las características de nuestras teorías para comprender el hecho evolutivo? ¿Cuáles son los determinantes y cuáles son las implicaciones sociales de una determinada concepción teórica sobre el hecho evolutivo? ¿Cómo podemos comprender y transformar la manera en la que estudiamos la evolución? Éstas son algunas de las preguntas que articulan la obra de Richard C. Lewontin (1929-2021), biólogo dialéctico, genetista y científico marxista.

La biología es una ciencia histórica en dos sentidos: uno particular, a la propia disciplina, y el otro general, al resto de las ciencias. Lo es en el sentido de que estudia un problema histórico: los seres vivos, que son producto de la historia evolutiva, del cambio a lo largo del tiempo. Pero lo es también en el sentido general a todas las ciencias, pues es una ciencia históricamente determinada, con una relación bidireccional con la sociedad que la hace posible.



Entre estas dos historias existe una relación compleja en la que la segunda historia, la historia de la disciplina, matiza la primera (aquella del hecho evolutivo). La naturaleza histórica de la ciencia puede ser modificada directamente por sus propios actores, los trabajadores científicos, mientras que sólo podemos modificar los marcos teóricos desde los cuales miramos retrospectivamente al hecho evolutivo. Las estructuras académicas dominantes dificultan estudiar ambos aspectos de la naturaleza de la biología, especialmente en una época en que la competencia académica, la mercantilización, el salario por destajo y otros factores inciden negativamente en la actividad científica. El legado que nos deja Richard Lewontin brilla justamente porque este investigador abrazó las dos dimensiones históricas de la biología, amplió nuestra comprensión de la evolución como hecho, pensó críticamente a la ciencia y buscó transformar la forma en que la realizamos.

Los libros de ensayos *El biólogo dialéctico* (1985) y *Biology under the influence* (2007), escritos ambos al alimón con Richard Levins, son dos de sus obras más conocidas. Aunque es común igualar el planteamiento dialéctico de estos autores con la crítica social que ejercieron con gran consistencia, nosotros pensamos que en realidad esta forma de pensar atraviesa toda la obra de Lewontin. Entender su obra de esta manera nos puede ayudar a superar, a través del ejemplo, algunas falsas dicotomías en las ciencias como «ciencia aplicada vs. ciencia básica», «ciencia que resuelve problemas populares vs. ciencia que no resuelve problemas populares» u «organismos-ambiente».

## **LOS MÚLTIPLES NIVELES EN LOS QUE SUCEDE LA EVOLUCIÓN**

Es ampliamente reconocido el papel que desempeñó Lewontin en el estudio de la variación genética, particularmente en el terreno de los primeros marcadores moleculares para la genética de poblaciones (isoenzimas), mismos que ampliaron las posibilidades para los estudios empíricos sobre la variación en las poblaciones naturales y fundaron de hecho el campo de la evolución molecular (Lewontin y Hubby, 1966). Al ser un genetista de poblaciones y cultivar intensamente ese campo, Lewontin buscó siempre comprender la evolución a diferentes niveles.

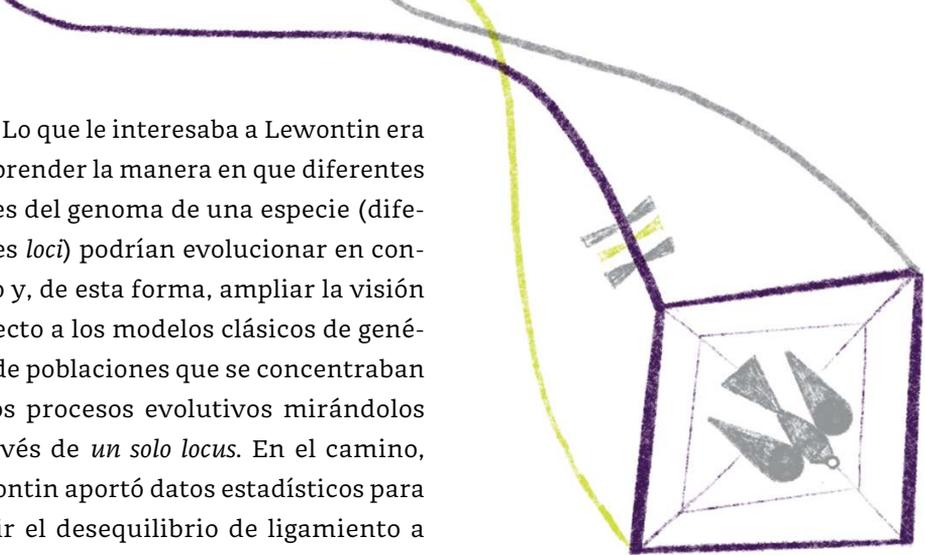
Muchos caminos ligan a Lewontin con la tradición dialéctica en evolución. Uno de ellos es el hilo histórico del estudio del ligamiento en genética. El arco inicia en 1915, cuando una de las primeras contribuciones de J.B.S. Haldane abordó el tema del ligamiento genético, es decir, de las condiciones en las que dos genes se heredan juntos. El tema fue seguido en un artículo de 1919 con una de las primeras medidas de distancia para describir qué tan cerca o lejos dentro de un genoma se hallan dos genes, muchos años antes de que se pudiese secuenciar el ADN. Cuarenta años después, el ligamiento fue justamente el tema de una serie de trabajos de Richard Lewontin.

Lo que le interesaba a Lewontin era comprender la manera en que diferentes partes del genoma de una especie (diferentes *loci*) podrían evolucionar en conjunto y, de esta forma, ampliar la visión respecto a los modelos clásicos de genética de poblaciones que se concentraban en los procesos evolutivos mirándolos a través de *un solo locus*. En el camino, Lewontin aportó datos estadísticos para medir el desequilibrio de ligamiento a partir del exceso de diferentes tipos de gametos (de acoplamiento o de repulsión) en una población con una cierta composición genética. Estos modelos estadísticos,  $D$  (Lewontin y Kojima, 1960) y  $D'$  (Lewontin, 1964), son importantes no sólo como herramientas matemáticas para el análisis genético, sino también como conceptos, pues pueden usarse para evaluar el efecto de diferentes procesos evolutivos sobre los genomas.

En otros trabajos, Lewontin (1974) habló del genoma como unidad evolutiva básica (a contrapelo de los estudios que se centraban en genes individuales) y señaló la complejidad de la interacción

entre los procesos evolutivos en un contexto más integral: «la dependencia de la historia evolutiva de un polimorfismo genético en la historia de otro polimorfismo surge enteramente de la interacción epistática de los dos polimorfismos como determinantes de la adecuación» (Lewontin, 1974). Esta forma de pensar se manifestó en otras de sus contribuciones, particularmente en la prueba de Lewontin y Krakauer (1973), misma que contrasta la diferenciación entre muchos *loci* genéticos para identificar los genes que podrían mostrar huellas del proceso de selección natural.

El estudio de los procesos evolutivos a través de los ojos del desequilibrio de ligamiento ha cobrado una relevancia aún mayor en el contexto de los estudios genómicos, donde la huella de los procesos neutrales, como la deriva o el flujo génicos, y de la selección natural (y artificial) pueden contrastarse mejor. El genoma o los genomas no son causas,



pero son un nivel de organización en el que acontecen muchos fenómenos que pueden ser inferidos aplicando la teoría de coalescencia, campo en el que Lewontin colaboró durante sus últimos años como científico activo (Ewens *et al.*, 2007; Garrigan *et al.*, 2009). La propia prueba de Lewontin y Krakauer fue ampliada para tomar en cuenta el contexto histórico de las poblaciones en el estudio de la adaptación a partir de datos genómicos (Bonhomo *et al.*, 2010). Éstos son sólo algunos de los aspectos en los que Lewontin cultivó la biología como disciplina histórica.

Es importante señalar que estos trabajos teóricos y empíricos en genética de poblaciones, en su mayoría, no resolvían problemas inmediatos, ni de la clase dominante ni de los trabajadores del campo y de la ciudad. Sin embargo, eran y son preguntas legítimas para una *praxis* científica emancipatoria. Plantearse que es necesario entender la historia de la vida en el planeta y el tipo de efectos que los procesos evolutivos tienen sobre la variación presente en las poblaciones formó, para Lewontin, parte indisoluble de un esfuerzo por transformar el mundo.

Una falsa dicotomía en las discusiones sobre la función social de la ciencia tiene más o menos la siguiente forma: la posición pragmática-liberal suele afirmar que el libre desarrollo de la actividad científica trae como resultado ineludible y casi automático el progreso social; por otra parte, los discursos del poder suelen plantear una de dos opciones: *a)* las ciencias deben abocarse a los problemas inmediatos –del país, del pueblo, del interés nacional– o *b)* las ciencias deben trabajar sólo en torno a aquello que el capital esté dispuesto a financiar. Lejos de esta falsa dicotomía, Lewontin nos recuerda que ni el desarrollismo de derecha ni el desarrollismo que se dice de izquierda son capaces de «lidiar con la contradicción entre la ciencia como crecimiento del conocimiento humano y la ciencia como producto de clase» (Levins y Lewontin, 1985, p. 230). Los resultados positivos, liberadores, de la actividad científica no ocurren automáticamente, pero la solución no radica en exigirle a las ciencias dedicarse solamente a la solución de problemas

inmediatos, ya sea que éstos sean vividos por las y los trabajadores del campo y de la ciudad o que sean planteados por la acumulación de capital.

## **LA NATURALEZA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA Y LA CRÍTICA AL REDUCCIONISMO**

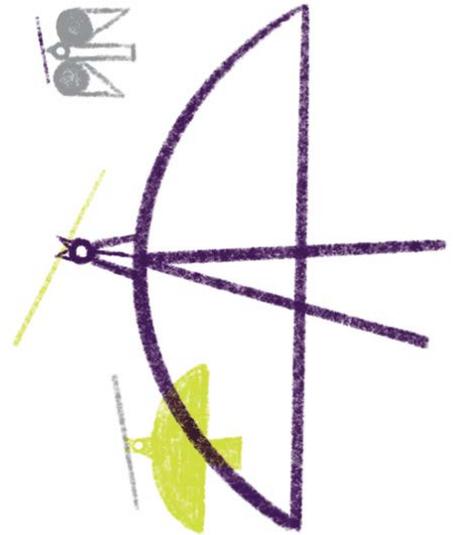
Lewontin llamó siempre la atención sobre el hecho de que quienes realizamos investigación científica llegamos a nuestro objeto de estudio con un marco intelectual, consciente o inconsciente, que delimita y moldea la construcción del conocimiento. Esto es así porque la mente de cada persona ha sido a su vez construida en el contexto de relaciones sociales determinadas que le han permitido al individuo sobrevivir y desarrollarse desde su nacimiento. Dicho marco intelectual involucra ideas respecto al vínculo entre las causas y los efectos, el sujeto y el objeto, y las partes y el todo.

Es muy difícil que nos hagamos plenamente conscientes de estos prejuicios y, a menudo, dichas ideas se dan por sentado como si fueran parte del «sentido común». Estos a *priori* son parte de la ideología, la cual nos predispone a ver ciertas cosas y no otras. La ideología dominante en una sociedad –y las relaciones sociales que originan esa ideología– hacen que las investigaciones científicas se realicen de formas particulares, las cuales, a su vez, refuerzan la ideología.

El reduccionismo cartesiano es la ideología dominante que moldea la ciencia. Tiene supuestos específicos acerca de la causalidad, la relación entre las partes, el todo, el vínculo entre el sujeto y el objeto que dan forma a nuestra producción científica. Levins y Lewontin (1985) señalaron ciertos compromisos ontológicos que caracterizan al reduccionismo cartesiano: primero, la idea de que hay un conjunto natural de partes que son las unidades básicas de todos los sistemas; segundo, que estas partes tienen una existencia independiente respecto del todo y que sus propiedades están dadas antes de juntarse en el todo; y, por último, que las causas existen siempre de forma separada de los efectos.

Aunque el reduccionismo cartesiano, en sus formas más sofisticadas, permite que el todo tenga propiedades adicionales a las de las partes y que las causas respondan a los efectos cuando hay retroalimentación, estos principios se mantienen. El método dialéctico cuestiona estos compromisos ontológicos y busca plantear sus preguntas desde otra forma de concebir estas relaciones. Desde esta perspectiva, las partes no pueden existir de manera independiente al todo y, dado que no existen partes previas al todo, éste no puede ser la suma de las partes. Así, la parte deviene en el todo, junto con el todo.

En la visión dialéctica de Levins y Lewontin, la parte, en su cualidad de parte, no antecede al sistema. Sí existen unidades, pero esas unidades adquieren las características que las hacen ser «partes» de un sistema al participar en él. Así, aunque en la historia de la evolución existían células antes de la aparición de los hígados, los hepatocitos sólo existen en el hígado o en laboratorios bajo condiciones sumamente controladas. De igual manera, los organismos no existimos fuera de las redes ecológicas que nos permiten vivir y en las cuales se desarrolla la evolución. Un ejemplo que estos autores ofrecen para explicar su propuesta es el del vuelo de los humanos. No podemos volar ni individualmente ni en grupo moviendo los brazos, pero sí podemos hacerlo en aviones, es decir, como producto de nuestras interacciones



sociales e históricas. Sin embargo, no es la sociedad la que vuela, sino ciertos individuos. De esta manera, las personas, al ser parte de un sistema, adquieren propiedades que no tenían intrínseca ni previamente.

El cuestionamiento de Lewontin al reduccionismo no fue solamente un planteamiento epistemológico o filosófico. En el terreno de la biología se expresó en su «crítica del programa adaptacionista» (Gould y Lewontin, 1979). Dicha crítica apuntó que el adaptacionismo no sólo da una importancia desmedida a la selección natural —como si ésta fuese el único proceso evolutivo—, sino que parte de desagregar las partes de los organismos, analizando las adaptaciones como si hubiesen evolucionado fuera del contexto de los organismos completos y sus relaciones con otros. Este trabajo, junto con otros de Stephen Jay Gould, tuvo un fuerte impacto teórico y metodológico en

campos como la evolución del desarrollo y el método comparativo filogenético.

## **UNA CONCIENCIA HISTÓRICA DE LA CIENCIA**

Oponerse a las visiones reduccionistas de la ciencia y del mundo no es un camino exento de peligro en lo que respecta a las falsas dicotomías. La tensión que existe entre la ciencia como ideología y la ciencia como mecanismo para conocer el mundo puede llevar, por un lado, a ignorar sus consecuencias más problemáticas en favor de su potencial para conocer y transformar o bien, rechazarla por su papel como una herramienta que el capital ha usado contra la humanidad.

Lewontin y Levins abordan esta cuestión en *El biólogo dialéctico*. Este texto, escrito en 1985, mantiene su relevancia hoy en día, pues discute la doble naturaleza de la ciencia –como ideología y como conocimiento– en el contexto de las relaciones de poder asimétricas que existen en nuestra sociedad, por ejemplo, aquélla que existe entre los países donde se originó la ciencia y los países que estuvieron sujetos a la dominación colonial de esos imperios.

Si se afronta esta cuestión desde una perspectiva reduccionista, pareciera que es posible separar a la ciencia de su contexto social. Se le puede presentar como una herramienta para mejorar nuestras vidas y pedir que resuelva problemas concretos. Sin embargo, dado que la ciencia no existe en el vacío, pretender

aislarla analíticamente de aspectos fundamentales para su existencia –como las fuentes de financiamiento o las prioridades sociales de un momento dado– resulta cuando menos deshonesto e incluso activamente peligroso.

Por otro lado, el énfasis en los aspectos perniciosos de la actividad científica, como han sido su papel en la guerra y la devastación ambiental, puede dar origen a una posición anticientífica que opte por abandonar este tipo de conocimiento y priorice una visión del mundo que, en aras del holismo y el pensamiento mágico, rechace su validez por considerarlo más opresivo que liberador. Esta reacción, muy común entre los críticos de la ideología reduccionista, implica una renuncia a comprender el mundo a través de la ciencia, ya sea por rechazarla enteramente en función de sus peligros o porque se considera que el mundo es un todo indivisible que, ni siquiera para su estudio, puede ser separado en partes.

Defender a la ciencia minimizando su papel social o rechazarla desdeñando su potencial revolucionario nos coloca nuevamente frente a una falsa disyuntiva. Darle importancia a la actividad científica como una valiosa búsqueda de conocimiento no nos obliga a ignorar sus roles más perjudiciales. Asimismo, reconocer y dialogar con los conocimientos tradicionales y fomentar las perspectivas humanistas no nos obliga a deshacernos del conocimiento científico como si ambos fueran mutuamente excluyentes. El



trabajo de Lewontin nos recuerda que tener conciencia de la historia de la ciencia nos da claridad al momento de construirla, no como una réplica acrítica de lo que ha sido hasta ahora, sino como una parte de la sociedad, que es perfectamente capaz de cambiar junto con ella y reajustar sus prioridades.

Cada problema tiene su historia en dos sentidos: la historia del objeto de estudio [...] y la historia del pensamiento científico acerca del problema, una historia dictada no por la naturaleza sino por las formas en que nuestras sociedades actúan y piensan sobre la naturaleza. Una vez que reconocemos que el «estado del arte» es un producto social, somos más libres para mirar críticamente la agenda de nuestra ciencia, su marco conceptual, y metodologías aceptadas, y para tomar decisiones de investigación

conscientes. La historia de nuestra ciencia debe también incluir su orientación filosófica, la cual usualmente está implícita en la práctica de los científicos y utiliza el disfraz de sentido común o de método científico (Levins y Lewontin, 1985, p. 286).

La defensa de Lewontin de la ciencia como herramienta de la lucha social tampoco fue un planteamiento meramente teórico. En diferentes momentos, los discursos racistas han pretendido echar mano de la ciencia para justificar la existencia de razas humanas y han buscado una supuesta base biológica para tal forma de dominación. Lewontin, Levins y Gould señalaron, en diferentes momentos, que el uso de la diferencia biológica para justificar la desigualdad (racial, de género o incluso de clase) es en sí misma una falacia naturalista. Este argumento fue ampliado en un trabajo posterior contra el determinismo genético, titulado «No está en los genes» (1984).

Lewontin, militante de la lucha por el socialismo y cercano al Black Panther Party, aportó evidencia científica contra la existencia de las razas al tiempo que denunció al racismo como forma de dominación. En estos trabajos científicos demostró la existencia de una variación enorme al interior de cada una de las supuestas «razas» humanas, de hecho, mucho mayor que las diferencias genéticas que se puedan encontrar entre ellas (Lewontin, 1972). Más recientemente, alertó a los estudios genómicos acerca de la sobreinterpretación de los datos pues «uno puede ser capaz de construir o identificar grupos genéticos usando varias tecnologías, pero esos grupos no dicen por sí mismos nada significativo sobre la biología de los grupos» (Fujimura *et al.*, 2014).

## **ORGANISMO Y AMBIENTE**

Al tratar el problema de las relaciones entre el organismo y el ambiente, Lewontin trabajó reconociendo esta doble naturaleza histórica. Así, destacó que la separación organismo/ambiente fue un paso epistemológico fundamental en el desarrollo de la teoría de la evolución. Fue Darwin quien dio este paso y ello resultó en una contribución muy relevante. Antes de él, las teorías

acerca de la evolución no establecían una separación entre organismo y ambiente y, en consecuencia, se pensaba que el organismo podía simplemente interiorizar la exigencia del ambiente para generar el carácter necesario para la adaptación. La teoría de Darwin supone, por un lado, una total separación entre organismo y ambiente, en la cual el entorno «presenta» al organismo «problemas» cuyo origen es ajeno a éste y, por el otro lado, que al interior del organismo se generan diferencias heredables de forma independiente al ambiente que pueden, de manera aleatoria, coincidir con lo que el ambiente requiere, lo que resulta entonces en una adaptación.

Sin embargo, Lewontin sostuvo que este paso histórico, aunque importante a mediados del siglo XIX, se volvía claramente una tara a finales del siglo XX: no puede existir un ambiente previo o independiente al organismo. El organismo define los aspectos ambientales que son relevantes para él. Aunque vivan en un mismo espacio físico, dos organismos (por ejemplo, una bacteria y un ave) no tienen el mismo ambiente, puesto que las variables físicas y químicas e interacciones que son parte de la ecología de uno no son parte de la del otro. Mientras que a nosotros la gravedad nos ata firmemente al suelo, no es una fuerza de relevancia para las bacterias o para el SARS-CoV-2 del que somos hospederos. El ambiente de un organismo depende de sus características: ambiente y organismo se determinan mutuamente.

La dificultad de formular la evolución como un proceso de adaptación a problemas preexistentes es que el organismo y el entorno no se determinan de manera separada. El entorno no es una estructura impuesta a los seres vivos desde fuera, sino que es, de hecho, una creación de esos seres. El entorno no es un proceso autónomo, sino un reflejo de la biología de las especies (Levins y Lewontin, 1985, p. 99).

Pero, además, el ambiente no existe de forma independiente al organismo porque los seres vivos —a través de sus actividades metabólicas, fisiológicas y conductuales— modifican constantemente su entorno y el de otras especies en

diferentes momentos de la historia de la vida. Por ejemplo, nosotros actualmente vivimos en la atmósfera oxidante que construyeron las cianobacterias hace millones de años. Tomando esto en cuenta, Lewontin propone lo siguiente: la metáfora de adaptación debe por lo tanto ser reemplazada por una de construcción, una metáfora que tiene implicaciones para la forma de la teoría evolutiva (Levins y Lewontin, 1985, p. 104). En su estado actual, la metáfora de adaptación supone un nicho o ambiente que preexiste al organismo, al cual éste se adapta a lo largo de las generaciones.

La noción de los organismos como sujetos del cambio evolutivo, planteada en su forma más rudimentaria por Engels en el siglo XIX, fue desarrollada por Lewontin en su libro *La triple hélice* (2001) y es la base de lo que la teoría evolutiva actual incorpora en la forma de «teoría de construcción de nicho». Los organismos vivos han modificado el medio ambiente y esos cambios tienen un efecto transgeneracional, de manera que los propios seres vivos han moldeado la historia del planeta. Por eso Lewontin rechazaba la aspiración del ambientalismo trascendental de volver a un pasado armonioso o de «equilibrio ecológico», pues tal equilibrio nunca ha existido; lo que existe es nuestra voluntad de luchar –en colectivo– por decidir hacia dónde queremos llevar el cambio ambiental, para que los intereses de la humanidad prevalezcan sobre los del capital.

### **¿EN RETROSPECTIVA?**

La obra de Richard Lewontin abarcó tanto el estudio de la historia de la vida, como el de la historia de nuestras teorías sobre la historia de la vida y las relaciones entre estas dos, mediadas por la estructura de nuestras sociedades. Al hacerlo, trenzó un helicoide similar al del gen-organismo-ambiente que él mismo propuso como metáfora para el entendimiento de la evolución.

En cada punto de su obra científica a lo largo de casi seis décadas, Lewontin supo plantearse y plantearnos preguntas incómodas que llamaron al movimiento y que lo siguen haciendo, aun cuando el compañero que las formuló ha terminado su



ciclo de vida. En cada arista de su actividad científica, el esfuerzo siempre inacabado por comprender y transformar el mundo, desde abajo y a la izquierda, marcó la trayectoria de la tríada de biólogos dialécticos Gould, Levins y Lewontin. Por eso su obra seguirá floreciendo como un eco en nuestro futuro quehacer colectivo. ◆

## REFERENCIAS

- Bonhomme, M., Chevalet, C., Servin, B., Boitard, S., Abdallah, J., Blott, S. San Cristóbal, M. (2010). Detecting Selection in Population Trees: The Lewontin and Krakauer Test Extended. *Genetics*, 186(1), 241-262. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.117275>
- Ewens W. J., Chodhuey A.R., Lewontin R.C. y Wiuf, C. (2007). Two variance results in population genetics theory. *Mathematical Population Studies*, 14(2), 93-110. <https://doi.org/10.1080/08898480701298376>
- Fujimura, J.H., Bolnik, D.A., Rajagopala, D.R., Kaufman, J.S., Lewontin R. C., Duster, T., Ossoio, P. y Marks, J. (2014). Clines Without Classes: How to Make Sense of Human Variation. *Sociological Theory*, 32(3), 208-227. <https://doi.org/10.1177/0735275114551611>
- Garrigan, D., Lewontin, R.C. & Wakeley, J. (2010). Measuring the Sensitivity of Single-Locus 'Neutrality Tests' Using a Direct Perturbation Approach. *Molecular Biology and Evolution*, 27(1), 73-89. <https://doi.org/10.1093/molbev/msp209>
- Gould, S.J. y Lewontin, R.C. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. Proceedings of the Royal Society of London. *Series B, Biological Sciences*, 205(1161), 581-298.
- Gupta, A.P. y Lewontin, R.C. (1982). A Study of Reaction Norms in Natural Populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Evolution*, 36(5), 934-948. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1982.tb05464.x>
- Haldane, J.B.S. (1919). The Combination of Linkage Values, and the Calculation of Distances between the Loci of Linked Factors. *Journal of Genetics*, 8, 299-309.
- Haldane, J.B.S., Sprunt, A.D. y Haldane, N.M. (1915). Reduplication in Mice. *Journal of Genetics*, 5, 133-135. <https://doi.org/10.1007/BF02985370>
- Lewontin, R.C. (1964). The interaction between selection and linkage I. General consideration; heterotic models. *Genetics*, 49, 49-57. <https://doi.org/10.1093/genetics/49.1.49>
- \_\_\_\_\_ (1972). «The Apportionment of Human Diversity». En Dobzhansky, T., Hecht, M. K., Steere, W. C. (eds). *Evolutionary Biology*, 381-98. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-9063-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-9063-3_14)
- \_\_\_\_\_ (1974). *The genetic basis of evolutionary change*. Columbia University Press.

\_\_\_\_\_ (1991). *Biology as ideology: The doctrine of DNA*. Harper Perennial.

\_\_\_\_\_ (2001). *The triple helix: gene organism and environment*. Harvard University Press.

**Lewontin, R.C. y Hubby, J.L.** (1966). A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 54(2), 595-609. <https://doi.org/10.1093/genetics/54.2.595>

**Lewontin, R.C. y Kojima, K.** (1960). The Evolutionary Dynamics of Complex Polymorphisms. *Evolution*, 14(4), 458-472. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1960.tb03113.x>

**Lewontin, R.C., Rose, S. y Kamin, L.J.** (1984). *Not in our genes: biology, ideology and human nature*. Partheon Books.

**Levins, R. y Lewontin, R.C.** (1985). *The Dialectical Biologist*. Harvard University Press.

\_\_\_\_\_ (2007). *Biology under the influence*. Monthly Review Press.

**Schpack, M., Wakeley, J., Garrigan, D. y Lewontin, R.C.** (2010). A structured coalescent process for seasonally fluctuating populations. *Evolution*, 64(5), 1395-1409. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00891.x>

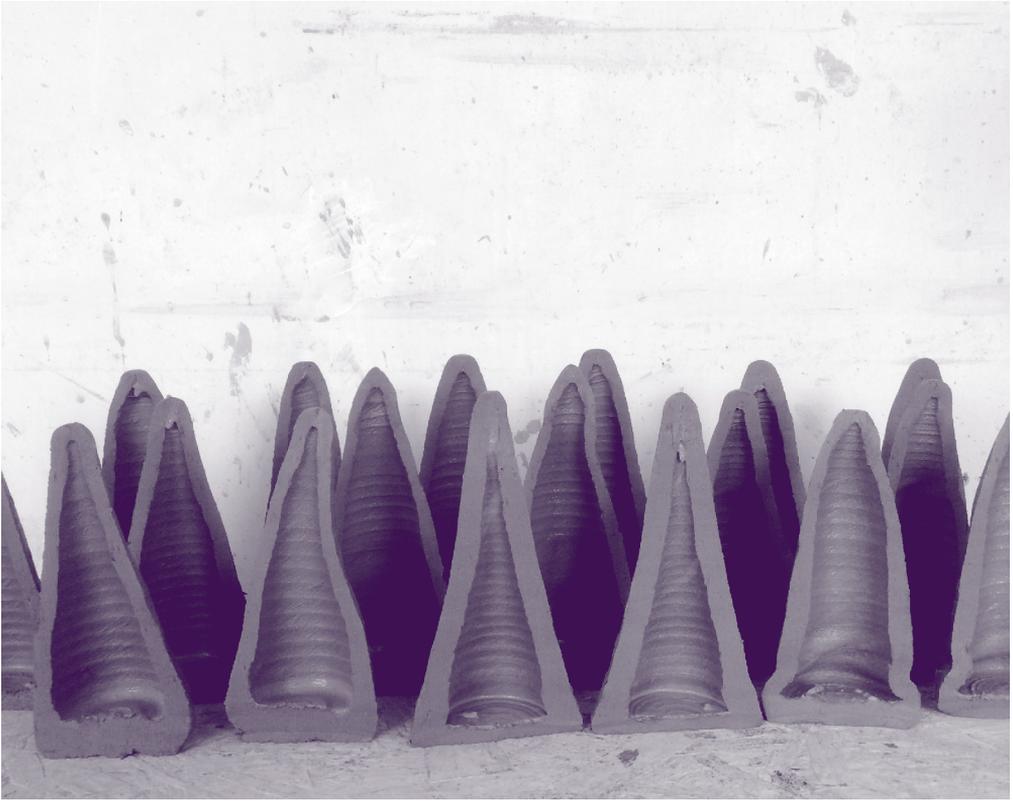
# CIENCIA Y ARTE

# **MAZORCAS: JAVIER DEL CUETO Y CIEN MIL GRANOS DE MAÍZ**

**Luego pusieron en la palabra su creación,  
la creación de nuestras primeras madres y padres.  
Sólo fueron mazorcas amarillas mazorcas blancas su carne;  
sólo de masa de maíz fueron las piernas los brazos humanos;  
los de nuestros padres primigenios.  
Fueron cuatro los humanos creados,  
sólo masa de maíz fue utilizada en la creación de sus carnes.**

*Popol Vuh* (trad. de Sam Colop)





En todo lo alto está el maíz. Símbolo de fecundidad y de vida. Identidad mexicana. Palabra, metáfora, costumbre y tradición. Legado de Cintéotl, Iztauhticintéotl, Cozauhquicintéotl, Tlatlahquicintéotl y Yayauhquicintéotl. Diversidad, cultura y raíz de los pueblos originarios. Fue el Cencalli, la casa del maíz, la que en octubre de 2021 abrió sus puertas como museo –en el Complejo Cultural Los Pinos– y que resguarda la obra *Mazorcas. Cien mil granos de maíz contra los transgénicos*, del ceramista y escultor Javier del Cueto, la cual estuvo anteriormente

en el Jardín Botánico de la UNAM y después en el vestíbulo de la sede principal del Conacyt.

En entrevista, del Cueto conversó sobre esta exposición y dijo que esta obra es «una especie de oposición a todas las políticas que quieren instaurar el maíz transgénico en México». En este sentido, su trabajo se suma a una serie de posturas políticas, económicas y científicas, indispensables para proteger la gran abundancia genética del maíz mexicano, pilar de la riqueza alimentaria y cultural de nuestro país.

## TRAYECTORIA DEL ARTISTA

Javier del Cueto estudió una carrera técnica sobre cerámica en Valencia, España. Sin embargo, se formó realmente como ceramista en el taller Alto Fuego de las hermanas García, en San Miguel de Allende. Ahí se dedicaba principalmente a la cerámica utilitaria de alta temperatura: comales, jarros, molcajetes, ollas, tazas, platos, floreros. Luego viajó a San Cristóbal de las Casas, donde hay talleres alfareros de gran tradición, como en el barrio de San Ramón. Allí trabajó durante un par de años en un proyecto del Fonart con Alberto Díaz de Cossío, con el objetivo de rescatar el trabajo de los artesanos chiapanecos.

Después de adquirir una vasta experiencia, decidió fundar un taller de alta temperatura en la Ciudad de México, asociado con un par de amigos. Trabajando ahí tuvo el sueño de poner de lado la cerámica utilitaria y convertirse en escultor. Entre sus principales referentes menciona a Francisco Toledo, Damián Ortega, Abraham Cruzvillegas, a su amigo Luis Verdejo, Jimena Granados, María Cabañas, Maribel Portela, Adán Paredes, Pekka Paikkari, Román Garza y, principalmente, a Gerardo Pérez.

Su primera gran exposición fue en la Galería Lourdes Chumacero, a finales de los ochenta. A partir de ese momento ha participado en exposiciones individuales y colectivas no sólo en México, sino en distintos lugares, como España, Canadá, Venezuela, Puerto Rico, Estados Unidos, Portugal y Japón. Entre sus muestras destacan «Retorno al Monte Análogo» (2012), en el Museo Diego Rivera-Anahuacalli, y «Cien volando» (2019), en Estación Coyoacán Arte Contemporáneo. Aunque afirma que, sin duda, su obra más vista y reconocida es *Mazorcas*. La primera vez que se exhibió fue en el Jardín Botánico con la magna exposición «Milpa: Ritual imprescindible», donde expuso al lado de grandes artistas, como Toledo. Luego se expuso en el Museo Regional de Querétaro, en el Museo Nacional de Culturas Populares, en una exposición en Burdeos, Francia. Finalmente estuvo algunos meses en el vestíbulo del edificio del Conacyt.



## LA OBRA

Las mazorcas no fueron la primera idea que tuvo el artista. La concepción original fue hacer unos «hombres del maíz», inspirados en la obra de Miguel Ángel Asturias y el *Popol Vuh*. Eran piezas hechas con hojas de maíz y barro crudo, que simbolizaban a los hombres primigenios creados a partir del maíz. Buscaba poner de manifiesto la cosmovisión de los campesinos guatemaltecos, para quienes, a diferencia de los maiceros que sólo la comercializan, la planta del maíz es algo sagrado. Al pensar cómo hacer una mazorca llevó a cabo muchos experimentos a partir de conos torneados y granos individuales. Con la punta de un pali- llo empujaba el barro para crear grano por grano. Ello derivó en la obra que hoy conocemos, la cual refleja la gran diversidad del maíz: no sólo cada mazorca es diferente, sino que cada uno de los granos que la componen es único. «Mi idea era representar a las más de 500 variedades del maíz. Cada mazorca tiene más de 200 granos y podemos encontrar diferencias entre uno y otro», señala del Cueto.



La pieza está creada a partir de técnicas muy tradicionales de barro de alta temperatura. «Mi rutina era llegar al taller, tornear 12 conos, de los que iban a salir 24 mazorcas, las cortaba, las modelaba, esperaba a que tuvieran la suficiente dureza para hacer el texturado y que no se me deformaran las piezas. Utilicé muchas técnicas de cocciones. En esas 500 mazorcas hay piezas quemadas con técnicas muy primitivas, como los hornos a cielo abierto o en hornos de aserrín o de gas, que son de baja temperatura luego utilicé *terra sigillata* que es un engobe precolombino maravilloso; también hice piezas en alta temperatura; e introduje muchos colores usando distintos tipos de barro».

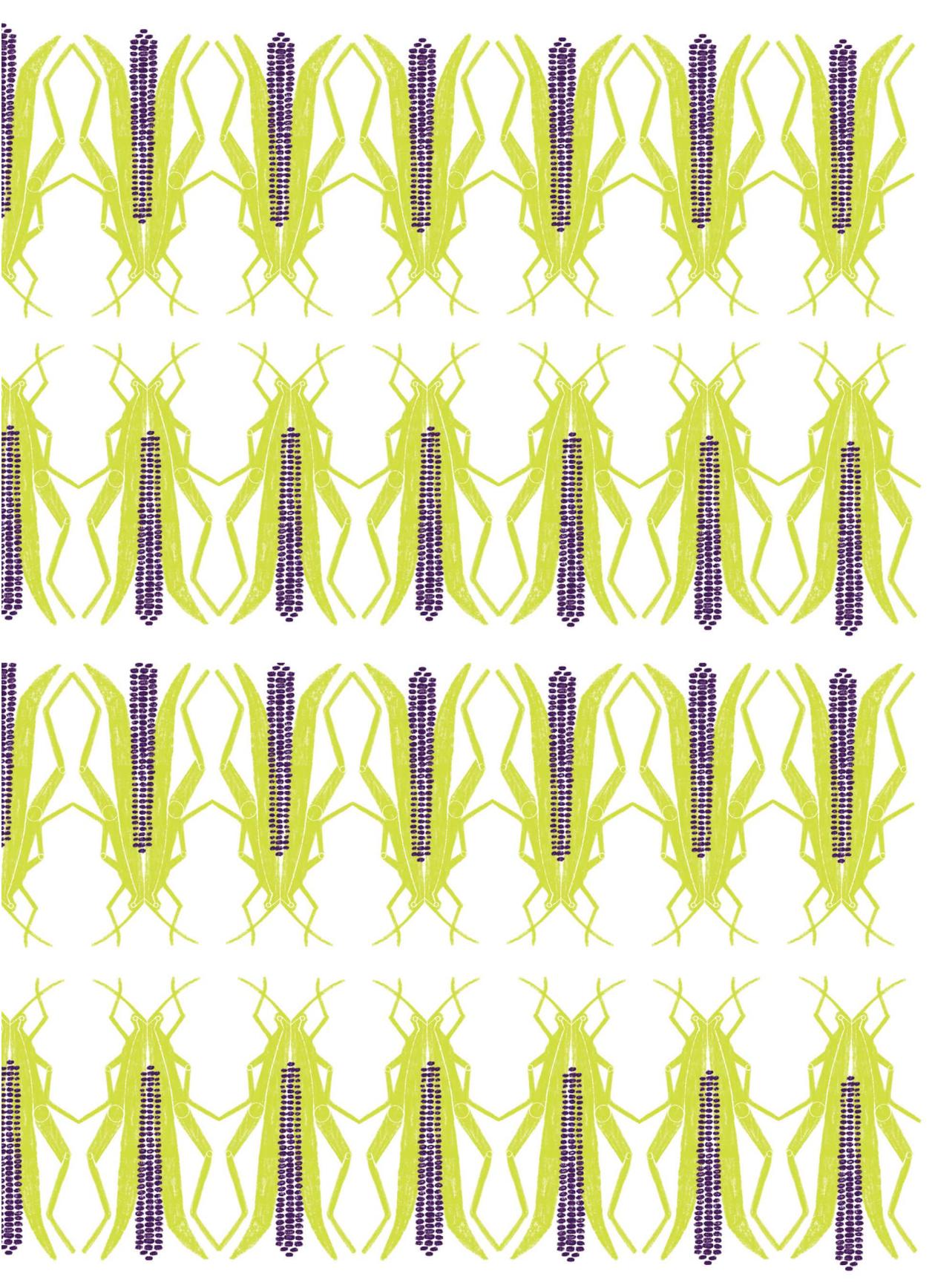
### SÍMBOLOS DE FUEGO

La obra *Mazorcas. Cien mil granos de maíz contra los transgénicos* busca provocar en primer lugar una reflexión sobre la importancia de la agricultura mexicana desde sus orígenes. «Hay mucho en común entre la cerámica y la agricultura. Los cuatro elementos –aire, tierra, agua y fuego– están tanto en la agricultura como en la cerámica». En términos generales, la agricultura marca un punto fundamental en la historia de la humanidad. El paso del nomadismo al sedentarismo supuso una modificación completa en todos los ámbitos, desde la vida cotidiana y

la organización social hasta el trabajo y la cultura. Nacieron, entre otras actividades, la agricultura y la alfarería, vinculadas a través del fuego y de la tierra desde su origen. En ese orden simbólico puede leerse la obra de Del Cueto: el maíz mexicano es origen, vida, historia, tradición, riqueza, diversidad, cultura y futuro. El maíz es México. O en palabras de Octavio Paz: «el invento del maíz por los mexicanos sólo es comparable con el invento del fuego por el hombre».

Durante todo el momento de su actividad creativa, el escultor Javier del Cueto tenía eso en mente. «La manera en cómo yo hice las piezas se acerca mucho más a una siembra tradicional, respetuosa, ritual, simbólica. Si yo hubiera querido representar maíces transgénicos hubiera utilizado un molde: todos iguales, todos amarillos. Aquí en mis piezas hay muchos defectos y las primeras mazorcas que hice son muy diferentes a las últimas. Yo también fui evolucionando, fue un proceso obviamente no tan largo como la agricultura. Pero sí pienso que el mismo proceso representa al maíz mexicano y todas sus variedades». De tal manera, su obra es una invitación a defender la gran diversidad del maíz mexicano, pues hacerlo no sólo es proteger nuestros productos frente a la siembra de maíces transgénicos –con todos los riesgos que ello conlleva–, sino de recuperar nuestra historia, nuestras tradiciones, nuestras prácticas milenarias. Es apostar por México.







BOLETÍN  
CONACYT

3