



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

# LOS TROTA-ISLAS

Diálogos Interdisciplinarios entre Ciencia y Filosofía



**José Ramón Orrantía Cavazos**  
**Rolando Javier Bernal Pérez**  
Coordinadores







# **LOS TROTA-ISLAS**

## **Diálogos Interdisciplinarios entre Ciencia y Filosofía**





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA  
Coordinación de Asignaturas Sociohumanísticas

# LOS TROTA-ISLAS

## Diálogos Interdisciplinarios entre Ciencia y Filosofía

José Ramón Orrantía Cavazos  
Rolando Javier Bernal Pérez  
**Coordinadores**

Primera edición: 2021

Fecha de edición: 15 de abril de 2021

D.R. © 2021 UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán,

C.P. 04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-30-4594-0

“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio,  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”.

Impreso y hecho en México

Publicación autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química

# Índice

<u>AGRADECIMIENTOS</u>	9
<u>INTRODUCCIÓN. UNA ÉTICA PARA EL TROTA-ISLAS</u>	11
REALIDAD Y MODELIZACIÓN: UNA RELACIÓN DE AMOR/ODIO	
<u>Prácticas plurales como generadoras de conocimientos diversos</u>	
<u>Mónica Gómez Salazar. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM</u>	24
<u>Las entidades ocultas de la Química</u>	
<u>José Antonio Chamizo. Facultad de Química-Instituto de</u>	
<u>Investigaciones Filosóficas, UNAM</u>	33
<u>La estructura de los compuestos de la Química Orgánica antes</u>	
<u>del electrón</u>	
<u>Adriana Armendarez Tabares. Facultad de Química, UNAM</u>	45
EL <b>ETHOS</b> DE LA CIENCIA MODERNA EN SU CAJA DE PETRI	
<u>Cambio climático: razón de fuerza mayor</u>	
<u>Gonzalo Zurita Balderas. Posgrado en Filosofía de la Ciencia, UNAM</u>	58
<u>La Ciencia y la Sociedad</u>	
<u>Héctor Rico Morales. Facultad de Química, UNAM</u>	73
<u>La modernidad y el aspecto social de la ciencia</u>	
<u>Rogelio Laguna. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM</u>	88
DE TECNOCENCIA Y COSAS PEORES: CIENCIA, TECNOLOGÍA Y REGULACIÓN SOCIAL	
<u>Ciencia, innovación y responsabilidad social</u>	
<u>Adalberto de Hoyos Bermea. Centro de Investigaciones Económicas,</u>	
<u>Administrativas y Sociales (CIECAS)-Instituto Politécnico Nacional</u>	100
<u>Tecnociencia, riesgo y formas de control social</u>	
<u>Edgar Tafoya Ledesma. Centro de Estudios Sociológicos de la Facultad</u>	
<u>de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM</u>	113

UN COLCHÓN PARA LA APLANADORA: EL DESARROLLO TECNOLÓGICO  
A EVALUACIÓN

**Biotecnología moderna en México. Consideraciones para una  
evaluación integral y participativa**

María Elena Mondragón Tintor. Facultad de Química, UNAM 130

**La ruptura del “contrato social” de la ciencia: sobre el incumplimiento  
de las expectativas razonables en los campos de la salud y nutrición  
públicas**

Luis Avelino Sánchez Graillet. Facultad de Química, UNAM 145

**Del desarrollismo al nuevo eco-humanismo. Un discurso sobre el  
desarrollo tecnológico**

Rolando Javier Bernal Pérez. Facultad de Química, UNAM 166

¿DEL CERN AL MERCADO DE SONORA?: CIENCIA HEGEMÓNICA Y  
CONOCIMIENTO TRADICIONAL

**Ilustración, diversidad cultural y equidad epistémica**

Ambrosio Velasco Gómez. Instituto de Investigaciones Filosóficas,  
UNAM 186

**Cómo conservar la biodiversidad: ciencia colonial o razón cosmopolita**

Alberto Betancourt Posada. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM 199

**El revés de la era de la posverdad sobre la legitimación de los  
conocimientos tradicionales**

José Ramón Orrantía Cavazos. Facultad de Química, UNAM 213

UN **DELICATESSEN** PEDAGÓGICO

**Una ruta para la educación en materia de Ética y el Principio  
Precautorio**

Alejandro Pisanty. Facultad de Química, UNAM 232

## **Agradecimientos**

Agradecemos a la Facultad de Química y a la Facultad de Filosofía y Letras por la oportunidad de realizar este ejercicio que esperamos cumpla con las expectativas puestas en él y el cual deseamos sea continuado en los próximos años, de manera que se fortalezcan los lazos entre facultades, a través de las experiencias compartidas.

También queremos agradecer a los ponentes que aceptaron participar en el Coloquio y que adaptaron sus ponencias para constituir trabajos originales que se presentan como capítulos de este libro, puesto que son ellos quienes en realidad hacen de éste un producto académico de calidad.



## Introducción. Una ética para el trota-islas<sup>1</sup>

A regañadientes se embarca Ulises hacia Ilión, para tomar parte en una de las más grandes hazañas épicas de la historia de la Literatura, de la cual sale victorioso y arrogante, honrado por su valentía y astucia con honores y riquezas. Desafiando desmesuradamente a Poseidón, enfermo de *hubris* que nubla su mente, sufre las consecuencias de su soberbia: se extravía en el mar Egeo y el Mediterráneo por otros diez años, diez años de búsqueda y de expiación en los que perderá todo: riqueza, tripulación, el valioso y escaso tiempo, pero también su arrogancia funesta. Perdido, yendo de una isla a otra sin saber bien qué le espera, Ulises mantiene siempre, sin embargo, una idea firme en mente: Ítaca.

¿Dónde está Ítaca? ¿Dónde se siente el ser humano en su hogar?

El Ulises engreído que sale de Ilión, con las armas de Aquiles y los barcos repletos de riquezas por los botines de guerra, no es el mismo que es reconocido por Argos –su fiel perro– cuando logra llegar a Ítaca y a su hogar. Han pasado, desde que partió, veinte años, diez en el obligado exilio por la ira de Poseidón. Prudente, paciente, despojado de todo aquello por lo que se envanecía y disfrazado de pordiosero para engañar a los pretendientes de Penélope, Ulises encontró la virtud del sabio. Y por eso consigue retornar.

Científicos y filósofos hemos cruzado las islas disciplinares desde hace muchos años, sin saber bien qué rumbo tomamos, sin entender con claridad qué es lo que pretendemos encontrar. Años llevamos en Ciudad Universitaria de la UNAM cruzando las *islas* que separan a las facultades con un mar de pasto casi infranqueable –si no es para un carácter bien dispuesto–, siempre con la ineludible sensación de que la separación disciplinar y espacial nos ha mantenido *aislados*, que el hogar que buscamos no se en-

<sup>1</sup> Hemos tomado prestado el ingenioso concepto de trota-islas de una expresión de Enrique Leff, durante una de las mesas del Coloquio. El doctor Leff se define a sí mismo como un trota-islas por el trabajo interdisciplinar al que se entregó con pasión y paciencia, una vez que decidió abandonar el regazo del Búho de la Facultad de Química a finales de los sesenta. Muy amablemente, el doctor nos ha concedido permiso para utilizar la expresión con la que se define para nombrar este libro.

cuentra dentro de las paredes de concreto de una facultad, ni en los muros teóricos de una disciplina.

Las formaciones humanísticas siempre se verán fortalecidas por el diálogo con las disciplinas científicas y creemos poder afirmar que los científicos aprecian lo que las humanidades pueden decir acerca de su quehacer en sus diferentes aspectos: ético, político, epistémico, práctico y demás. El diálogo e intercambio de ideas y la problematización conjunta permiten apreciar con más claridad las razones por las que debemos llevar a cabo la Odisea interdisciplinar. No faltarán Escilas y Caribdis, sobrarán Circes y encantamientos de sirenas, y posiblemente tengamos que descender al mismo Hades para consultar a los que ya no están; pero las islas no se conectan sino surcando las mares que las separan o trotando los verdes pastos del Campus Central, desde cuyo centro se puede apreciar la grandeza estética de la interdisciplina.

### **Interdisciplina y transdisciplina: una exigencia ética**

Es generalmente aceptado que la ciencia no retrata la realidad, sino que la modela; pero, ¿qué significa esto?, ¿qué implicaciones epistémicas y éticas se derivan de esta afirmación? Modelar la realidad significa hacer un corte disciplinar, seccionar aspectos de un fenómeno (siempre complejo) y seleccionar las variables de forma más o menos arbitraria para poder controlarlas dentro de un sistema cerrado. El error provendría de pensar que estos modelos, que son una simplificación del funcionamiento de la realidad, en verdad la representan en una relación isomórfica. El modelo puede funcionar como instrumento que ayuda a organizar la experiencia y a hacer una transformación controlada de una situación (Dewey, 1944),<sup>2</sup> pero con ello conforma la realidad de acuerdo con fines probablemente extracientíficos que, en primer lugar, generaron la necesidad del instrumento mismo.

Las disciplinas científicas tienen exactamente esa función: *disciplinar* fragmentos de la realidad para ajustarlos a esquemas manejables. No obstante, este fragmentar también implica falsear, al menos en un grado mínimo: las

---

<sup>2</sup> Dewey, J. (Mayo 1944). By nature and by art. *The Journal of Philosophy*, Vol. 41 Núm. 11.

diferentes disciplinas se reparten los objetos de estudio y trazan rígidas fronteras (principalmente entre ciencias y humanidades, o como C.P. Snow (2012) las llama, *las dos culturas*)<sup>3</sup> que no sólo limitan el alcance del enfoque disciplinar, sino que constituyen ontologías en muchos casos excluyentes o inconmensurables.

Lo cierto es que recurrimos a las disciplinas científicas para fundamentar nuestras decisiones racionalmente y, también es cierto que, desde tiempo atrás, las comunidades científicas son conscientes del carácter parcial de los enfoques disciplinares. El reconocimiento de la complejidad de los fenómenos estudiados ha hecho necesaria la convergencia de disciplinas –en palabras de J. Dewey (Olivé, Argueta y Puchet, 2018)–,<sup>4</sup> la cual va más allá de una agregación aritmética, pues implica la transformación del objeto disciplinar –en tanto entidad completa y bien definida que interactúa mecánicamente con otras entidades– en un objeto transaccional: los objetos deben ser entendidos en tanto entidades relacionales, de forma que entender las cosas es comprender o visualizar el entramado de transacciones (Dewey y Bentley, 1976).<sup>5</sup>

Éste es el espíritu detrás del esfuerzo interdisciplinar. La conmensuración entre objetos (disciplinares) es una contrastación de lenguajes y, por tanto, de ontologías. La interdisciplina no se reduce al intercambio de discursos y disciplinas ya constituidas, sino que hace su aparición ante la crisis de los saberes institucionalizados o, lo que es lo mismo, ante la crisis de una ontología por carencia de fuerza explicativa, obsolescencia de las funciones de modelación, etcétera. Nuevos objetos *que no pertenezcan a nadie* tienen que surgir ante la evidencia de la limitación de los vocabularios para dar cuenta de los problemas prácticos. Que el objeto nuevo se produzca por la conmensuración entre objetos disciplinares parciales no significa que estaremos ante un objeto completo, calculable y predecible. Por el contrario,

---

<sup>3</sup> Snow, C.P. (2012). *The Two Cultures*, 14ª reimpresión. Nueva York: Cambridge University Press.

<sup>4</sup> Olivé, L., Argueta, A. y Puchet, M. (2018). Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales" en *Protección, desarrollo e innovación de conocimientos y recursos tradicionales*. México: UNAM.

<sup>5</sup> Dewey, J. y Bentley, A.F. (1976). *Knowing and the Known*. Boston: Praeger.

la constitución de este nuevo objeto nos lleva al terreno de lo complejo, lo contingente, lo intempestivo e incalculable, mas esto no quiere decir que el objeto interdisciplinar sea irreflexivo, sino que esta imprevisibilidad demanda un cálculo de responsabilidades sociales (Martínez de la Escalera, 2004).<sup>6</sup>

No obstante la riqueza del enfoque interdisciplinar, creemos que es necesario ir aún más allá, hacia un enfoque transdisciplinar, pues si bien en la interdisciplina los especialistas aportan los conceptos y métodos propios de su disciplina para intentar comprender y posiblemente dar solución a problemas (comunes) de orden práctico, “la investigación transdisciplinar se caracteriza porque [...] también forja conceptos y métodos que no existían previamente y que no se identifican con ninguna disciplina particular” (Olivé, Argueta y Puchet, 2018).<sup>7</sup> Así, no se parte de marcos conceptuales ni métodos previamente probados, sino que los grupos transdisciplinares los construyen de frente a problemas específicos que provocan una crisis disciplinar profunda. La transdisciplina es, en palabras de Maris Bustamante (2004),<sup>8</sup> *indisciplina*.

La transdisciplina requiere, más que cooperación (multidisciplina), coordinación desde un nivel superior que dé un sentido de propósito (interdisciplina) que atraviese distintos niveles disciplinares y responda a preguntas de corte **empírico/ontológico** (*¿qué existe?*), **pragmático** (*¿qué somos capaces de hacer?*), **normativo** (*¿qué queremos hacer?*) y **valórico** (*¿qué deberíamos hacer y cómo deberíamos hacerlo?*). La coordinación entre estos cuatro niveles es lo que llamaremos transdisciplina (Max-Neef, 2004).<sup>9</sup> Alcanzar a trabajar desde este enfoque hará surgir, necesariamente, nuevos objetos que se entiendan como objetos relacionales, complejos, en los cuales será imposible soslayar el componente ético de todo proceso de conocimiento.

---

<sup>6</sup> Martínez de la Escalera, A.M.(2004). “Interdisciplina” en *Interdisciplina. Escuela y Arte*, Tomo I, subserie Conjunciones, México: CONACULTA.

<sup>7</sup> *Op. Cit.*

<sup>8</sup> Bustamante, M. (2004). “La transdisciplina como indisciplina” en *Interdisciplina. Escuela y Arte*, Tomo I, subserie Conjunciones, México: CONACULTA.

<sup>9</sup> Max-Neef, M. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinarietà*, Chile.

Pero, ¿qué entender por *ética* sin caer en lugares comunes, posturas reaccionarias o actitudes moralinas hacia la ciencia y la tecnología? Podemos entender *ética* como el conocimiento de los hechos morales y lo que los fundamenta, es decir, como la **disciplina** filosófica “Ética”, objeto de estudio de especialistas. Pero *ética* puede ser entendida también como la propia realidad o los hechos morales (un *ethos* en sentido hegeliano), una dimensión práctica de la existencia humana donde se oponen y/o articulan diversos factores: a) el ámbito del individuo o la persona, la dimensión interior del Yo; b) la dimensión interpersonal o social y los vínculos ético-sociales, la dimensión social del Otro; c) el reino de la vida natural y el cuerpo biológico, la dimensión natural del cuerpo y la naturaleza; y d) el núcleo del *ethos* en tanto cultura, la dimensión espiritual o condición ética (González-Valenzuela, 2013).<sup>10</sup> Mientras que estas cuatro polaridades están todo el tiempo en tensión, el enfoque disciplinar tiende a centrar su atención en dar relevancia a sólo una o algunas de ellas. La exigencia ética de la visión transdisciplinar implica intentar tomar en consideración las cuatro características al abordar problemas y estudiar objetos desde un enfoque relacional, de manera que podamos dar cuenta de la complejidad de cualquier fenómeno de estudio disciplinar.

Como se puede ver con sólo echar una mirada al índice de este libro, es éste el eje transversal y la idea combustible que alimenta todo el esfuerzo detrás de este producto: la necesidad de hacer surgir objetos de estudio transdisciplinares a los cuales la ética dé un sentido de propósito.

## Idea del libro

La idea detrás de este libro surge de la inquietud de los profesores José Ramón Orrantía y Rolando Javier Bernal de generar una actividad inter/transdisciplinar en la que se conjuntara la reflexión humanística con la consideración científica de temas de interés alrededor de la ciencia, la tecnología y su papel como actividad social. Además, se considera que este tipo de actividades puede generar vínculos entre la Facultad de Química y la Facultad de Filosofía y Letras, estableciendo rutas de comunicación y conexión

<sup>10</sup> González-Valenzuela, J. (2013). “Introducción” en *Perspectivas bioéticas, primera reimpresión*. México: Fondo de Cultura Económica.

que fortalezcan las tradiciones de pensamiento filosófico sobre la ciencia y la tecnología ya existentes en ambas. Este ejercicio integrador de comunidades epistémicas inter o transdisciplinarias se presenta como necesario debido a la escasa oportunidad de diálogo entre estas dos tradiciones.

Así, en un esfuerzo conjunto por parte de académicos de la Facultad de Química y de la Facultad de Filosofía y Letras, los días 2 y 3 de abril de 2019 se celebró el primer Coloquio *Ciencia, Filosofía y Sociedad: Sociedad Con-ciencia*, el cual fue una exitosa primera expedición de exploración. Este diálogo interdisciplinar deriva en diversas reflexiones que a la postre dieron lugar a los trabajos originales aquí reunidos, en lo que, creemos, es un producto crítico y acabado que podrá establecer líneas de investigación urgentes en un mundo convulso que amenaza con engullir a aquéllos que permanezcan aislados.

De esta manera, el libro logra abordar una amplia gama de temáticas que independientemente ya son interdisciplinarias: problemas epistemológicos, lógico-metodológicos y ontológicos en relación con el conocimiento, práctica y resultados científicos; responsabilidad, alcance y límites en la aplicación del Principio Precautorio; marcos regulatorios técnicos y éticos en la consideración de problemáticas actuales (transgénicos y cambio climático); consideraciones éticas, políticas y de justicia en temas de sustentabilidad, crecimiento, desarrollo e industrialización; equidad epistémica entre ciencia hegemónica y conocimientos tradicionales, e institucionalización de la ciencia y control social.

Dividimos este libro en secciones, por afinidad temática de los trabajos presentados por los diferentes autores:

### *Realidad y modelización: una relación de amor/odio*

Retomando las tesis de John Dewey, William James y –más cercano a nuestra casa de estudios– León Olivé, **Mónica Gómez Salazar** sostiene que todo conocimiento que consideramos epistémicamente relevante se constituye en prácticas sociales de sujetos específicos, por lo que el tipo

de problemas que se considerarán relevantes dependerá de un contexto y de prácticas particulares, es decir, que los conocimientos se configuran en relación con condiciones existenciales articuladas con valores, necesidades y problemáticas. De esta manera, se pone del lado del pluralismo epistémico y defiende la legitimidad de los conocimientos plurales, en tanto se puedan justificar intersubjetivamente las razones que sustentan esos conocimientos.

Partiendo de la premisa de que “[...] no hay conocimiento disciplinario ausente de un contexto social de transmisión y de un grupo social específico”, **José Antonio Chamizo** muestra la manera en que las entidades “ocultas” de la Química han marcado la historia de esta disciplina y, en cierta manera, el modo como comunidades químicas asumen y defienden la realidad de esas entidades –basados en sus propias prácticas experimentales–, a pesar de no siempre coincidir con la entidades planteadas por las comunidades físicas. Así, mediante una serie de ejemplos históricos y un enfoque filosófico, defiende la necesidad y fertilidad de un pluralismo ontológico.

**Adriana Armendáñez**, partiendo de la consideración de las consecuencias que el giro lingüístico ha tenido sobre la teoría correspondentista de la verdad, desarrolla un enfoque epistemológico, el llamado giro hacia las prácticas, para dar cuenta del papel que la modelación de la estructura molecular puede jugar en la detección de propiedades específicas, asociadas a entidades no observables directamente, con lo cual se faculta la manipulación de dichas entidades. Para ilustrar esto, la autora realiza un recuento histórico de momentos importantes en la historia de la Química, para la consolidación de modelos de la estructura molecular que pudieran dar cuenta de la constitución de diferentes compuestos químicos.

### *El ethos de la ciencia moderna en su caja de Petri*

De cara al cambio climático, **Gonzalo Zurita** intenta responder la siguiente pregunta: ¿existe una relación entre racionalidad humana y modificación del medio ambiente? Es decir, cuál es el impacto de la racionalidad y agencia humana en el mundo. En el texto se recurre a algunas ideas sobre el avance

de la ciencia y la tecnología presentes en la obra de Eduardo Nicol, y se argumenta que la ciencia y la tecnología modernas han sufrido un cambio en la Modernidad, con el advenimiento de la razón de fuerza mayor. Este cambio implica un olvido de la verdad y la *philia* como *ethos* de la ciencia, así como la dominación pragmática de la naturaleza. Desde estos supuestos, el autor explica la explotación de la naturaleza y el advenimiento del cambio climático.

En una muy necesaria recuperación del *ethos* mertoniano de la ciencia, **Héctor Rico** hace una defensa de la necesidad de promover la investigación científica por los beneficios que puede otorgar a la vida humana y para la solución de problemas, pero sin dejar de lado la responsabilidad moral que el científico tiene de discutir públicamente las implicaciones sociales de su investigación, señalando tanto beneficios como potenciales riesgos. A través de la ejemplificación y discusión de los cuatro principios de Robert Merton (Universalidad, Comunidad, Imparcialidad y Escepticismo Organizado), el autor logra mostrar cómo, todo ciudadano-científico en general, y particularmente en la Química, tiene una responsabilidad profesional de servir al interés y bienestar público y fomentar el conocimiento de la ciencia.

**Rogelio Laguna**, retomando la perspectiva de que la ciencia y su práctica no pueden ser separadas de los componentes sociales que las componen, pretende mostrar que ya en el siglo XVII –particularmente en la obra de René Descartes y de Francis Bacon– se había anunciado el aspecto social del saber o, de otra forma, que ya desde la Revolución Científica la ciencia (moderna) va acompañada de una importante preocupación social. Así, el autor señala algunas de las características del quehacer científico, desde la perspectiva de Descartes y Bacon, poniendo especial atención a lo que considera es la muestra de la preocupación de los autores por las maneras en que ciencia y sociedad se relacionan: filantropía, en donde la ciencia tiene como finalidad ayudar a la humanidad y mejorar la vida de las personas; y la ciencia como proyecto colectivo, necesario por la brevedad de la vida y la complejidad de los asuntos de la ciencia, por lo que se requeriría dividir el trabajo científico y contar con interlocutores para su realización.

## *De tecnociencia y cosas peores: ciencia, tecnología y regulación social*

**Adalberto de Hoyos** argumenta que, en la sociedad del conocimiento actual, en la cual las innovaciones y los desarrollos tecnocientíficos se relacionan no sólo con los ámbitos científicos o técnicos, sino también con los económicos y sociales (teniendo un importante componente de mercado), es necesaria y deseable una regulación ética de la ciencia y la tecnología, pues con ella se favorecería la integridad de personas y comunidades que participan en las investigaciones. No sólo eso, sino que, a través de una mayor participación de un público amplio y mejor informado y comprometido, se podría distribuir el riesgo más equitativamente y atender las preocupaciones más urgentes de la sociedad.

**Edgar Tafoya**, partiendo de las tesis de Javier Echeverría sobre el origen y las características de la tecnociencia, realiza un análisis de la relación entre tecnociencia, producción de riesgos y formas de control social. El autor defiende que, dadas las características de la tecnociencia y la forma en que están distribuidos los riesgos, el desarrollo tecnocientífico es incompatible con modos democráticos de planificar, evaluar y regular. Este carácter intrínsecamente antidemocrático de la tecnociencia modela las formas actuales de poder material y simbólico y de control socioambiental. Así, Tafoya llama a hacer un esclarecimiento analítico de la imbricación de las estructuras sociales y la tecnociencia, así como de las formas en que se favorece o desfavorece la igualdad, la justicia y la pluralidad democráticas.

## *Un colchón para la aplanadora: el desarrollo tecnológico a evaluación*

**María Elena Mondragón Tintor** aborda los problemas alrededor de las técnicas de manipulación genética, particularmente los que acompañan a la introducción de cultivos de organismos genéticamente modificados (OGM), específicamente en México. La autora defiende que la alta complejidad de los sistemas biotecnológicos demanda una evaluación integral: científica, técnica, económica, social y, sobre todo, ética sobre la pertinencia, límites y alcances de este tipo de biotecnologías. Así, para favorecer decisiones éticamente responsables sobre biotecnología transgénica, se defiende que

la necesidad de una evaluación social ampliamente participativa, que involucre activamente a la ciudadanía en la toma de decisiones y que considere las dinámicas de las sociedades bajo las que la ciencia y la tecnología se desarrollan.

**Luis Sánchez Graillet**, a partir de un análisis de dos casos históricos –a saber, la política para la prevención de las caries dentales y la política para la prevención y combate de la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2)– sostiene que el llamado “contrato social de la ciencia” ya no tiene vigencia, pues la práctica científica ha mostrado, muy a su pesar, que no es capaz de satisfacer una expectativa “razonable” mínima que la sociedad podría exigir a la ciencia. Mediante el análisis de los casos mencionados y mostrando que puede haber razones para las actitudes ciudadanas de desconfianza hacia la ciencia, el autor señala las fallas del contrato social de la ciencia –según el cual el gobierno y la sociedad deben proporcionar fondos para el desarrollo científico, mientras que los científicos se comprometen a realizar buenas investigaciones honestamente, lo que se traduciría en descubrimientos y aplicaciones que beneficiarían la vida humana– y propone que podría ser el momento de discutir un “nuevo contrato social de la ciencia”, en otros términos.

**Rolando Javier Bernal Pérez** hace una necesaria crítica al concepto de desarrollo, entendido éste únicamente desde criterios macroeconómicos y que se ha traducido en la instrumentalización del entorno natural y de las manifestaciones sociales y culturales. A través de un repaso histórico sobre la utilización del concepto de desarrollo, propone que es necesario no sólo revisar el modelo de desarrollo tecnológico en boga, sino también proponer o impulsar modelos de desarrollo en que las personas y las comunidades vuelvan a ser sujeto. Para ello, propone un modelo de evaluación de desarrollos tecnológicos enfocado en el grado en que éstos promueven (o no) la satisfacción de necesidades, el desarrollo de capacidades de los individuos (y comunidades) y la participación de los sujetos involucrados.

*¿Del CERN al Mercado de Sonora?: ciencia hegemónica y conocimiento tradicional*

**Ambrosio Velasco Gómez** relaciona la tesis moderna de la superioridad epistémica-política de la ciencia y la Filosofía sobre cualquier otro conocimiento o concepción del mundo, con la legitimación del autoritarismo de los Estados modernos. Mediante un análisis histórico del desarrollo de esta tesis hasta su formulación en la Ilustración, opone a esta “ilustración de arriba a abajo” otro enfoque que parta del reconocimiento de la pluralidad epistémica, ética y política, de una diversidad de saberes, valores, concepciones del mundo, prácticas y tradiciones de grupos y clases sociales diferentes. Defiende un principio de equidad epistémica como fundamento del diálogo intercultural, en el cual se considera a todos los saberes como igualmente dignos de ser tomados en cuenta para la resolución de problemas concretos, es decir, en la deliberación y toma de decisiones políticas.

**Alberto Betancourt Posada** elabora una comparación crítica entre dos paradigmas de práctica científica: el paradigma de ciencia colonial-positivista-monocultural, con una perspectiva metropolitana y con pretensiones de universalidad, por lo que se inclina hacia la difusión ilustrada del conocimiento desde el centro a la periferia, reproduciendo las relaciones jerárquicas entre ciencia occidental y otro tipo de saberes; y el paradigma de ciencia decolonial-crítica-pluriculturalista, que plantea la necesidad de entablar relaciones dialógicas de cooperación y horizontalidad entre ciencia y otros sistemas de conocimiento tradicionales. Estas actitudes se reflejan, en el campo de la biodiversidad, en dos paradigmas correspondientes: “desde arriba”, que impulsa la expansión de la razón instrumental y reproduce la creación de márgenes fuera de los cuales sólo hay “barbarie”; “desde abajo”, que fomenta una razón cosmopolita que pueda incorporar y aprovechar la experiencia y los conocimientos generados por diferentes culturas.

**José Ramón Orrantía Cavazos** analiza lo que se ha denominado la era de la posverdad desde una postura crítica que cuestiona si en el intento de deslegitimar las posiciones anti-científicas de ciertos actores mediante la retórica de la posverdad, no se corre el riesgo de arrastrar con ellas la

posibilidad de reconocer la legitimidad de los conocimientos tradicionales. Defiende que los teóricos de la posverdad sostienen posturas de corte mesiánico-ilustrado a través de una retórica binaria que pretende definir los estándares a los que toda pretensión de racionalidad tendría que ceñirse para poder ser considerada aceptable. A este tipo de enfoque universalista opondrá otro de pluralismo epistémico, compatible con la búsqueda del diálogo intercultural.

### *Un delicatessen pedagógico*

Alejándose del enfoque teórico y concentrándose, más bien, en el de estrategias pedagógicas para la enseñanza de la ciencia, **Alejandro Pisanty** expone la forma en que aborda uno de los temas de la asignatura obligatoria para todas las áreas del primer semestre de la Facultad de Química, Ciencia y Sociedad. Así, nos presenta las dinámicas que utiliza para la enseñanza de la ética científica y, particularmente, del Principio Precautorio. Mediante una severa crítica a la deficiencia en la manera en que se enseña este principio –y que, sostiene, es el mismo enfoque que tienen los tomadores de decisiones en México–, hace una propuesta enfocada a profundizar en las bases éticas del Principio Precautorio y la consideración de enfoques alternativos, como el análisis costo-beneficio y la ética utilitarista (de la cual se estudian, también, los alcances y problemas). Mediante ejercicios que promueven la lectura y discusión de textos, así como la reflexión individual y grupal, nos presenta un enfoque que promete dar buenos resultados en la preparación de los estudiantes de la Facultad de Química, en primer lugar, pero de cualquier otro curso que pretendiera abordar la enseñanza del Principio Precautorio.

Es interesante encontrar estos abordajes en un mismo libro, pues creemos que con ello se cumple el objetivo de presentar un producto con pretensiones transdisciplinarias (estamos conscientes de que aún no lo es) que puedan ayudarnos en la reflexión de nuestra práctica ética.

José Ramón Orrantía Cavazos  
Rolando Javier Bernal Pérez

# **REALIDAD Y MODELIZACIÓN: UNA RELACIÓN DE AMOR/ODIO**

## Prácticas plurales como generadoras de conocimientos diversos<sup>11</sup>

Mónica Gómez Salazar  
Facultad de Filosofía y Letras

Siguiendo a Olivé, Dewey y James, en este trabajo defiendo la tesis de que las investigaciones que consideramos epistémicamente relevantes se constituyen en prácticas sociales, conocimientos, valores, normas, creencias que conforman un tipo de condiciones existenciales entre muchos otros. En este sentido, considero que todo conocimiento, incluido el científico, se genera y transforma en las prácticas sociales de los sujetos, lo que significa que, dependiendo del contexto y prácticas, será el tipo de problema que querremos y necesitaremos comprender y atender.

De acuerdo con lo expuesto por León Olivé en sus últimos trabajos, las prácticas no están en un determinado medio previamente existente y constituido, más bien, las prácticas forman parte de ese medio que constituyen y transforman (Olivé, 2004, p. 45). Así, para este autor, el problema epistemológico fundamental no es determinar si es correcta o no la representación que un sujeto tenga de un objeto que es completamente independiente de él, sino que el problema epistemológico fundamental es comprender cómo se relacionan los agentes y los objetos en el contexto de una red epistémica, en donde los agentes y los objetos forman parte del medio, constituyéndose unos a los otros, y donde los objetos no son objetos absolutos que tengan una identidad en sí mismos, sino que siempre son objetos *para* esos agentes (Olivé, 2007, p. 206).

Aunque León Olivé en conversación personal comentó no haber estudiado con detalle la obra de John Dewey, por sus últimas formulaciones, podríamos afirmar que las tesis que defiende Olivé son cercanas a las que sostiene Dewey, concretamente en lo que respecta a sus obras *Lógica. Teoría de la Investigación* y *Teoría de la Valoración*.

<sup>11</sup> Investigación realizada en el marco del Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IN 403017 *Sofística y Pragmatismo*.

Dewey explica que existe una dependencia entre los fines a lograr, también llamados fines en perspectiva, y las condiciones existenciales o los medios que se emplearán para ello en relación con un contexto específico. Las condiciones existenciales son las condiciones físicas, biológicas, económicas, políticas, sociales, culturales, etc., que deben ser juzgadas con respecto a su función como medios para llegar al fin contemplado (Dewey, 1950, p. 544). No hay fines dados de manera fija donde lo único que restaría encontrar serían los medios para alcanzarlos; los fines y los medios dependen de las condiciones existenciales en que viven los sujetos. En palabras de Dewey: “[...] cualquier cosa tomada *como fin* es en su propio contenido o en sus elementos constitutivos una correlación de las energías personales y extrapersonales, que operan como medios (Dewey, 2008, p. 73).

La observación de los resultados alcanzados o consecuencias efectivas, en contraste con los fines previstos, arroja información sobre la suficiencia de los medios empleados para alcanzar esos fines. Esta información sirve, bien para confirmar la hipótesis según la cual la selección de ciertas condiciones que operan como medios para alcanzar el fin deseado son las adecuadas, o bien, para rechazar la selección de esas condiciones, reevaluarlas y examinarlas nuevamente. Según la investigación de dichas condiciones y consecuencias se verá si es razonable perseverar en el fin que se busca obtener –o no– y de esta manera cerciorarse de que las consecuencias que resulten en la práctica serán las esperadas. “La previsión será fiable en la medida en que esté constituida por el examen de las condiciones que en efecto decidirán el resultado” (Dewey, 2008, p. 76). En otras palabras, los fines propuestos tienen una función hipotética y como hipótesis deben ser formulados y probados en correlación estricta con unas condiciones existenciales efectivas, que serían los medios físicos, biológicos, económicos, políticos, culturales, etc., considerados para alcanzarlos (Dewey, 1950, p. 545). Esto significa que la evaluación que se haga del fin a alcanzar, será también una evaluación de las condiciones existentes en cuanto medios que servirán para conseguirlo (Dewey, 2008, pp. 66-67). Si los fines se consideran fijos, quedan fuera del alcance de una revisión e investigación que tenga en cuenta las condiciones efectivas y necesidades que viven los hombres y mujeres en un contexto histórico en particular.

Una vez que se alcanza el fin deseado, éste pasa a formar parte de las condiciones efectivas que serán consideradas como medios para obtener algún otro fin, en este sentido, los medios y los fines forman parte de un continuo. "Un suceso futuro es una consecuencia posible de acciones que uno podría ahora emprender; el mismo suceso, una vez que se ha producido, es un medio para consecuencias posteriores" (Putnam, 1997, p. 227).

De acuerdo con Dewey, nuestra manera de relacionarnos con el mundo es a través de evaluaciones, donde una evaluación es "[...] una valoración de las cosas con respecto a su utilidad o necesidad" (Dewey, 2008, pp. 60-61). De manera que las evaluaciones, las investigaciones se realizan en estrecha relación con los deseos, creencias, necesidades, valores específicos, así como con las prácticas sociales del contexto en el que surgen, permanecen y se transforman. En este sentido, las prácticas, los deseos, creencias, necesidades y valores constituyen las condiciones existenciales que un sujeto vive en algún momento y lugar particulares.

Para Dewey se producen valoraciones entendidas en su sentido de apreciar, pero también en su sentido de deliberación, cuando es necesario traer algo que falta a la existencia o es necesario resolver una situación problemática. En estos casos, la valoración implica desear y este deseo se concibe en relación con un contexto existencial donde surge y funciona, y donde aquello que se desea se considera valioso. La valoración está ligada a unas condiciones existenciales específicas. Por ejemplo, Dewey, citando a Stebbing, nos dice que ningún pensamiento, ni siquiera el de la Física, es totalmente independiente del contexto de experiencia que le suministra la sociedad dentro de la cual se trabaja:

Y si es verdad esto en lo que atañe a la relación de un determinado físico con la pequeña sociedad de los científicos dentro de la cual trabaja, también lo es que las actividades de este grupo, en su conjunto, están determinadas en sus rasgos principales por el contexto de experiencia que suministra la comunidad contemporánea más amplia" (Dewey, 1950, pp. 535-536).

Por ejemplo, no es posible separar el interés que hubo en el siglo XIX por las concepciones exclusivamente mecánicas en Física de las necesidades industriales de esa época. Siguiendo esta línea, Olivé explica que no existen los valores como tales, sino cosas, acciones, situaciones, relaciones, personas, etc., que ciertos *agentes consideran valiosas*. Además, para este autor, considerar que una práctica es adecuada es un tema gradual, "que tiene que ver con la medida en que los agentes de la práctica logran los fines que se proponen" (Olivé, 2004, pp. 46-47).

Olivé defiende que los seres humanos se constituyen en relación con ciertas prácticas, las cuales pueden ser cognitivas, económicas, políticas, educativas, religiosas, científicas, etc. Una práctica, nos dice este autor, es un sistema dinámico y complejo de agentes, de acciones, de representaciones del mundo y de creencias que tienen esos agentes que interactúan con otros agentes constituyendo así mundo. Este sistema tiene una estructura axiológica. Un sistema axiológico se considera correcto, sigue Olivé, si la práctica que constituye es adecuada. La adecuación y corrección de las prácticas y de sus sistemas axiológicos, "dependen de las capacidades cognitivas y de acción de los agentes, así como del medio dentro del cual deben llevar a cabo sus acciones y al cual necesariamente deben transformar. Como los medios son muy diversos, de ahí surge la amplia variedad de prácticas y, por tanto, de sistemas axiológicos correctos" (Olivé, 2004, p. 47).

Hasta aquí, de acuerdo con esta postura, no habría un solo tipo de prácticas ni sistema normativo-axiológico correcto, sino varios de ellos según si las prácticas son acertadas.

Dewey explica que toda forma recurrente de actividad genera reglas. Dichas reglas se utilizan como criterios o "normas" que servirán para juzgar el valor de los modos de comportamiento propuestos. Una proposición como: "Miembros de comunidades diferentes tienen creencias diversas", enuncia un hecho, pero a la vez este enunciado indica, apunta acerca de una regla que hay que seguir, en este caso, el aceptar que integrantes de diferentes comunidades, con otras formas de vida, tienen creencias distintas. Una proposición así se presenta, nos dice Dewey, como algo que ha de suceder

o debe suceder. De manera que la proposición sienta una norma en el sentido de condición a la que habrá que ajustarse en formas definidas de acción futura (Dewey, 2008, p. 56).

Bajo esta posición las prácticas, los conocimientos y las normas que se generan en relación con las primeras, no pueden ser neutrales respecto a los valores propios de un mundo y, por tanto, de la cultura que habita y que es en parte constitutiva de ese mundo. En palabras de Putnam: "Sin nuestra pluralidad humana de valores no hay vocabulario alguno en el que se puedan exponer las normas" (Putnam y Habermas, 2008, p. 58). Los conocimientos y las normas tienen sentido en relación con un conjunto de prácticas a partir de las cuales los sujetos van construyendo las condiciones existenciales en las que viven. Ese conjunto de prácticas provee los presupuestos valorativos a partir de los cuales los sujetos tomarán una decisión. Ruth Anna Putnam nos dice que los valores orientan nuestras razones para elegir, para tomar decisiones y, en este sentido, guían nuestras acciones. Para poder decidir, los sujetos apelan a los valores que proveen las condiciones existenciales con las que están vinculados (Putnam, 1985, p. 199).

Desde este marco pluralista, la pregunta sería: ¿cómo sabemos que las respectivas prácticas de los diversos contextos son acertadas?

Partimos de la idea de que cualquier conocimiento se configura en las prácticas sociales de los sujetos y en sus prácticas epistémicas (generadoras de conocimiento). El acierto de las prácticas epistémicas puede pensarse como un criterio que nos asegure la obtención de los resultados previstos; pero el acertar una vez o a menudo no significa que se genere conocimiento, es necesario contar con buenas razones, saber *cómo* es que nuestras prácticas serán exitosas. Siguiendo a James, diremos que la noción de verdad está vinculada a los procesos de justificación entendidos en sentido pragmático. La verdad en sentido pragmático vendría a entenderse en estrecha relación con los procesos de justificación que tienen lugar para la satisfacción de necesidades y resolución de problemas concretos. Así pues, la verdad es relativa a la experiencia (Di Gregori y Durán, 2011, pp. 92-93).

Las verdades no son las mismas para todos los casos, puesto que se deben a las condiciones particulares de cada situación y en relación con esas condiciones es que tiene lugar un proceso de deliberación que no puede extenderse a todas las experiencias ni a todas las circunstancias.

El grado de efectividad que se presenta al reproducir ciertas prácticas en unas condiciones particulares indica que podemos ampliar o reducir nuestra confianza en que nuestras justificaciones, modelos y experimentos serán acertados o no. El término "verdad", diría James, es una forma de abreviar verdades concretas (Di Gregori y Durán, 2011, p. 92).

Esta noción de verdad está ligada a procesos de justificación, pero también a la realidad; la verdad significa un acuerdo con la realidad y la falsedad, un desacuerdo con ella (James, 2011). Para James, "[...] la verdad de cualquier tesis *consiste* en sus consecuencias, y en especial en que sean buenas consecuencias" (James, 2011:60) o las consecuencias esperadas. Según nos explica Di Gregori y Durán, la verdad es lo que resulta de nuestros procesos de justificación, además, una idea es verdadera cuando nos permite relacionarnos exitosamente con la experiencia (Di Gregori y Durán, 2011, p. 93).

Olivé, por su parte, nos dirá que los agentes epistémicos son agentes activos que interactúan entre sí y con su medio en un continuo flujo de representaciones y acciones. De tal suerte que el planteamiento no es si las representaciones lo son de objetos que existen al margen de los agentes. Olivé (2004, p. 53) lo reformula de la siguiente manera: lo que existe

es un sistema que incluye un colectivo de agentes, que viven y actúan dentro de un medio, y que para poderse movilizar y actuar requieren de representaciones, de creencias, de emociones, de intereses, de fines y propósitos, de planes y proyectos. Entonces, no tiene sentido hablar de 'objetos en sí mismos'. Los objetos son necesariamente objetos en un medio y para una clase de agentes.

Siguiendo la idea de que los sujetos constituimos en nuestras prácticas sociales las condiciones existenciales en las que vivimos, donde estas condiciones están articuladas con valores, consideramos que Olivé tiene razón al afirmar que “la cognición está indisolublemente ligada a la resolución de problemas prácticos y presupone capacidades comunes a todos los miembros de una práctica. Todos ellos aprenden y desarrollan estrategias que les permiten arreglárselas con su medio” (Olivé, 2004, p. 54).

Así, cuando se presenta un problema o una necesidad, surge un deseo por encontrar los medios, las condiciones existenciales, que nos permitan resolver ese problema o cubrir dicha necesidad, y tal deseo está estrechamente vinculado al modo como valoramos –en los sentidos de deliberar y de apreciar– un tipo de prácticas sociales con las que nos identificamos y en relación con las cuales nos constituimos a nosotros mismos en el proceso.

Dado que las condiciones existenciales varían de acuerdo con las prácticas de los sujetos, “las representaciones, las normas y los valores que forman parte de una práctica adecuada a un medio, tanto como los objetos relativos a esa práctica, difieren de las que constituyen otras prácticas adecuadas en distintas situaciones. Ésta sería, por tanto, la principal explicación de la diversidad axiológica de las prácticas cognitivas humanas” (Olivé, 2004, p. 54).

Por ejemplo, al hacer una analogía entre la cartografía y el conocimiento científico, Philip Kitcher (2001, pp. 55-56) señala que, si bien los mapas más actuales suelen presentar una descripción espacial más precisa y pueden incluir entidades que anteriormente eran omitidas; por ejemplo, el continente Americano y Australia antes de ser descubiertos, no se puede negar que un mapa preliminar podía ser exacto en sus representaciones de acuerdo con el contexto de ese momento.

Los mapas se diseñan atendiendo a diferentes propósitos y necesidades, y eso hace que varíen entre sí y de una época a otra. Además, en la práctica se comprueba si un mapa trazado para seguir cierta ruta es acertado y, en este sentido, sirve para los propósitos que se tenían considerados, o no. También el tipo de mapa dependerá del medio de transporte que se

utilice; no será lo mismo trazar y seguir un mapa por tierra, por agua o por aire. Podríamos decir que los mapas se diseñan orientados por los deseos, creencias, valores, conocimientos y necesidades de los sujetos. Todos estos elementos en algún grado se modifican y con ellos los mapas, los cuales se dibujarán de acuerdo con necesidades, problemas y deseos de condiciones existenciales específicas.

Así, en conclusión, sostenemos que los conocimientos, incluidos los científicos, se generan y transforman en las prácticas sociales de los sujetos, de tal suerte que están condicionados contextualmente. En este sentido, los conocimientos se configuran en relación con valores, necesidades y problemáticas que, si bien en un contexto pueden ser de gran importancia, podrían no ser tan relevantes o abordarse desde perspectivas muy diferentes a partir de otros presupuestos y formas de vida. Sin embargo, aunque se trate de conocimientos plurales pueden ser considerados legítimos en tanto que gocen de una justificación que muestre intersubjetivamente que las razones que sustentan esos conocimientos, en ese momento, no son revocadas por ninguna razón pública y accesible a las condiciones existenciales pertinentes y que las prácticas que guían son acertadas.

## Referencias

DEWEY, J. (1950). *Lógica. Teoría de la investigación*. México: Fondo de Cultura Económica.

DEWEY, J. (2008). *Teoría de la valoración*. Madrid: Siruela.

DI GREGORI, C. & y Durán, C. (2011). "William James. Esbozos de una teoría de la racionalidad", Ana Rosa Pérez-Ransanz y Ambrosio Velasco-Gómez (coords.) *Racionalidad en ciencia y tecnología. Nuevas perspectivas iberoamericanas*, pp. 91-98. México: UNAM.

- KITCHER, P. (2001). *Science, truth, and democracy*. Oxford: Oxford University Press.
- JAMES, W. (2011). *El significado de la verdad. Una secuela de Pragmatismo*. Barcelona: Marbot Ediciones.
- OLIVÉ, L. (2007). La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. *Ética, política y epistemología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- OLIVÉ, L. (2004). Normas y valores en la ciencia bajo un enfoque naturalizado. *Revista de Filosofía*, Vol. 29 Núm. 2, pp. 43-58.
- PUTNAM, H. (1997). *La herencia del pragmatismo*. Barcelona: Paidós.
- PUTNAM, H. y Habermas, J. (2008). *Normas y valores*. Madrid: Trotta.
- PUTNAM, R.A. (April 1985). *Creating Facts and Values*; *Philosophy* 60 (232), pp. 187-204.

# Las entidades ocultas de la Química

José Antonio Chamizo

Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM

## Introducción

*Las épocas históricas están marcadas por objetos epistémicos  
(entidades que identificamos como partes constituyentes de la realidad)  
tanto como por personas, instituciones o teorías,  
por lo que cuando reconocemos  
las continuidades y discontinuidades en los objetos epistémicos,  
esto afecta nuestra historiografía de manera sustancial.*

H. Chang (2011, p. 424)

Tal como hoy la conocemos, la Química es resultado de una multitud de herencias que, concretadas en oficios, influyeron en la vida cotidiana de todas las culturas, contribuyendo a construir, en todas ellas, una cultura material. No deja de ser sorprendente que prácticas tan diferentes como la del herrero y la metalurgia, el curandero y la farmacia, el alfarero y la cerámica, el panadero y la biotecnología se hayan reunido para terminar fundiéndose en un campo común: la Química.

La Química es así una disciplina que ha integrado multitud de oficios, muchos de ellos caracterizados hoy como tecnociencia, donde se estudia, practica y transmite cómo transformar las sustancias. Hay que hacer notar que no hay conocimiento disciplinario ausente de un contexto social de transmisión y de un grupo social específico. Es decir, lo que hoy conocemos como Química ha llegado hasta nosotros a través de procesos educativos legitimados por la comunidad química propia de su tiempo histórico. Cuando se identifican y reconocen los protagonistas de esa comunidad, además de sus aportaciones alrededor de la transformación de las sustancias, la identidad de la disciplina se va precisando.

En su sentido más general, la palabra *entidad* denomina todo aquello cuya existencia es perceptible por algún sistema animado. Aquí se va a discutir sobre aquellas entidades “ocultas” que han marcado la historia de la Química desde su inicio hasta su fin: átomos, moléculas, electrones, núcleos, espines, orbitales y nanopartículas. Y se hará considerando su evolución, es decir, además de lo enunciado en el epígrafe, de acuerdo con lo indicado por M. Morrison (2004, p. 446):

Con demasiada frecuencia, los debates filosóficos sobre la realidad de entidades particulares se centran en las condiciones específicas que permiten definirlas como “reales”. Al concentrarnos menos en los aspectos de la definición y más en la evolución de las propiedades e ideas dentro de un marco físico/conceptual, nuestros argumentos filosóficos obtendrán una precisión histórica y, por lo tanto, una mayor credibilidad como explicación de las prácticas científicas.

## **Sobre las prácticas de la Química**

*Otra cosa a destacar sobre el realismo de los químicos  
es su multiplicidad irreducible,  
que refleja la diversidad de sus herramientas.  
En lugar de perseguir el santo grial de la física y su filosofía  
(la realidad última captada por la teoría unificada de la naturaleza),  
el químico debe postular y considerar  
una gran diversidad de entidades materiales,  
cada una con sus propias limitaciones particulares.*  
Bernadette Bensaude-Vincent (2010, p. 212)

La Química es una disciplina que aglutina diversidad de prácticas (Martínez y Huang, 2015). Aquí se entiende por práctica a la serie de actividades coordinadas y compartidas (reglas, razones, técnicas, propósitos, creencias) que tienen una estructura estable con capacidad de reproducirse a través de diferentes procesos de aprendizaje. Al participar de una práctica, el practicante sabe qué hacer y qué decir, aunque una parte del conocimiento de la misma sea conocimiento tácito (Polanyi, 1966).

En Química, las prácticas son semejantes a los “ejemplares” de Kuhn (1971), es decir, la colección de problemas, teóricos y experimentales, resueltos por una comunidad específica en un momento histórico particular que se encuentra generalmente en las publicaciones profesionales, y especialmente en sus libros de texto. Parafraseando a Kuhn: un “ejemplar” o una práctica es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica está formada por mujeres y hombres que comparten ciertos “ejemplares” o prácticas. Los “ejemplares” y las prácticas permiten a la comunidad científica comunicar a sus profesionales lo que se considera válido como explicación. Más aun y de acuerdo con Woody (2002, p. 27):

Los ‘ejemplares’ que aparecen en los libros de texto tienen como objetivo comunicar las habilidades y técnicas comunales de una manera directa e implícita. Las habilidades son introducidas por demostración directa. Las aplicaciones correctas de las teorías se cultivan a través del mimetismo y la experiencia.

El desafío original que se presenta por la brecha interpretativa no se elimina, pero dado que los ‘ejemplares’ son, por decreto, ejemplos de aplicación correcta, el desafío queda limitado a nuevos casos.

La heterogeneidad de prácticas en la tecnocientífica Química actual, desde comercializar interferón, producir millones de kilómetros de fibra óptica, fertilizar terrenos desérticos o limpiar de desechos plásticos las costas marinas (de plásticos producidos por las mismas compañías químicas), es un bien que debe preservarse y no eliminarse como lo sugieren aquellos que anhelan una ciencia unitaria y homogeneizada basada en la Física. El pluralismo no es sólo una ambición, sino una manifestación de la complejidad del mundo.

Finalmente, al considerar que la Química aglutina diversidad de prácticas, hay que aclarar una importante modificación del concepto de revolución científica propuesta por el mismo Kuhn. Para él, la actividad científica fundamental es la construcción de teorías y su reemplazo, lo que sucede a través de una revolución. Sin embargo, las “revoluciones químicas” son

revoluciones de emplazamiento, en lugar de revoluciones de reemplazo (Chamizo, 2019). Cambian la forma en que se realizan las actividades disciplinarias sin abandonar necesariamente todas las teorías o procesos experimentales anteriores. Se manifiestan en los nuevos libros de texto que aparecen al finalizar cada una de ellas (Chamizo, 2014). Las revoluciones son también cambios de prácticas. En la **Tabla 1** se indican las cinco revoluciones químicas que caracterizan a esta disciplina, indicándose las entidades fundamentales estabilizadas en cada una de ellas.

Con la Primera Revolución aparece la Química tal y como hoy la conocemos. El descubrimiento del oxígeno permitió a A. Lavoisier (1743-1794) explicar las reacciones de combustión y separar los elementos en metales y no metales, división que aún hoy persiste en la Tabla Periódica. Utilizando la balanza más precisa y exacta construida hasta esa fecha, postuló la ley de conservación de la materia, la cual fue concretada con la propuesta de J. Dalton (1766-1844) sobre la estructura atómica de las sustancias. La incorporación en las prácticas químicas de la cuba hidroneumática (instrumento que permitió aislar y estudiar los entonces intangibles gases), el calorímetro (instrumento que permitió cuantificar la presencia del incierto calor) y la pila de Volta (instrumento que permitió trabajar con el versátil fluido eléctrico) cambiaron de manera importante el trabajo experimental. El invisible y "oculto" átomo, acompañado por otros intangibles, inciertos y versátiles fluidos apareció con la Química misma.

La Segunda Revolución se caracteriza por el desarrollo de la Química Orgánica. La comunidad química, poco más de 200 europeos, se vuelca a entender esta subdisciplina, lo que permite estabilizar los conceptos de átomo, molécula, isomería y valencia en el Congreso de Karlsruhe, el primer congreso científico de la historia. Instrumentos como el kaliapparat y el polarímetro estabilizan la realidad molecular. D. Mendeleiev (1834-1907) propone su tabla periódica para organizar el creciente conocimiento que se estaba desarrollando y así poder enseñarlo con más claridad. Por primera vez en la historia de la humanidad se sintetizan sustancias que no existían en la naturaleza. Tal es el caso del colorante malva, resultado accidental de una reacción química realizada por el joven, de entonces 18 años, W. Perkin

**Tabla 1.** Las cinco revoluciones químicas.

<b>Revolución (Período)</b>	<b>Protagonistas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Entidades</b>
Primera (1754-1818)	J. Black A. Lavoisier J. Dalton A. Volta	Cuba hidroneumática. Balanza. Calorímetro. Pila voltaica.	Átomos
Segunda (1828-74)	J. Liebig S. Cannizzaro A. Kekulé E. Frankland D. Mendeleiev W. Perkin	Kaliapparat. Polarímetro.	Moléculas e isómeros
Tercera (1887-1923)	J. Thomson F. Aston M. Curie G. N. Lewis	Tubo de rayos catódicos. Espectrómetro de masas.	Electrones y núcleos, e iones e isótopos
Cuarta (1945-66)	L. Pauling R. Woodward R. Hoffmann H. Staudinger A. J. P. Martin	Espectrómetros (UV, IR) RMN. Cromatografía.	Espín y orbitales
Quinta (1974-99)	M. Molina J. E. Lovejoy G. Wilkinson J. M. Lehn H. Kroto A. H. Zewail	Detector de captura de electrones. Microscopio de barrido de efecto túnel. Fotólisis de destello con laser de zafiro-Ti.	Nanopartículas

(1838-1907). A partir de esa síntesis, la aristocracia europea se viste de este color, lo que permite que se consolide originalmente la industria química y, posteriormente, la farmacéutica. Aparece la tecnociencia, espacio híbrido entre ciencia y tecnología, entre universidad e industria.

La Tercera Revolución Química marca la consolidación de la fisicoquímica como subdisciplina. Se descubren los rayos X y la estructura nuclear y eléctrica de los átomos y las moléculas. Se funda la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), organización internacional encargada, entre otras cosas, de nombrar los elementos y compuestos químicos. En los libros de texto de Química se empieza a hablar de electrones y núcleos, iones e isótopos, pero a diferencia de la Física, en Química los electrones son entidades individuales identificados con puntos y cruces. Un siglo después de incorporarse a las prácticas químicas y a pesar del escepticismo sobre su carácter ontológico por importantes físicos y químicos, J. Perrin (1870-1942) demuestra la existencia de los átomos (y con ello de las moléculas), una vez que sólo a través de ellos se pueden explicar los resultados de diversos experimentos. El modelo atómico de G. N. Lewis (1875-1946) se entroniza en las prácticas químicas.

Los años posteriores al final de la Segunda Guerra Mundial corresponden a la Cuarta Revolución Química. Resultado de los procedimientos de la industria militar, la floreciente subdisciplina llamada *química instrumental* permite extender el conocimiento del comportamiento de las sustancias hasta límites antes inimaginables. Los laboratorios de Química cambiaron más en este periodo que en los 300 años anteriores. Se desarrollan las computadoras y con el descubrimiento de la resonancia paramagnética y la consolidación de la resonancia magnética nuclear, el espín se integra a las prácticas químicas, décadas después de su descubrimiento por los físicos. J. W. Linnett (1913-75) publica su explicación del enlace químico, extendiendo el modelo de Lewis considerando de manera principal el espín. La naciente subdisciplina llamada *química cuántica* adopta los orbitales atómicos y moleculares como su entidad distintiva y con ella lo hace el resto de la comunidad química. Sobre los orbitales se desarrolló recientemente una polémica filosófica resultado de la publicación en la portada de la prestigiosa revista

*Nature*, en donde se indicaba que habían sido observados (Zuo, 1999). Alrededor de la polémica en la que se cuestionaba si lo que se observaba era un orbital o densidad electrónica, se identificó la laxitud del uso de los términos "orbital" y "observación" por la comunidad química, con lo que concluyó la disputa. Como lo hizo notar uno de sus protagonistas, lo que importaba al final es lo que se enseñaba, es decir, la práctica (Spence *et al.*, 2001: 877):

Así, el dispositivo de metonimia es común en toda la química. El uso continuado de conceptos basados en un electrón por todas las autoridades en el campo simplemente indica que esta teoría es una aproximación demasiado útil para ser abandonada. Sí, es importante saber cuándo se hacen aproximaciones, pero el éxito en una ciencia como la química es, en gran medida, una cuestión de encontrar aproximaciones útiles: esto es lo que los estudiantes deben aprender.

Durante la Quinta Revolución Química aparecen una multitud de subdisciplinas (Química Organometálica, supramolecular, verde, nano, femto) lo que lleva, entre otras causas, a que la Química alcance sus propios límites, tanto temporales como espaciales. Las sustancias sintéticas se cuentan ya en muchas decenas de millones y su impacto sobre el medio ambiente es, por primera vez en la historia, global. Se manipulan los átomos individualmente y se realizan las reacciones más rápidas posibles. Las nanopartículas de larga y desconocida historia se instalan en las prácticas químicas. Las nanopartículas ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) son los componentes fundamentales en la fabricación de una nanoestructura. Son mucho más pequeñas que el mundo de los objetos cotidianos descritos por las leyes de movimiento de Newton, pero más grandes que los átomos o las moléculas simples que caracterizan adecuadamente la "Química cuántica".

## Sobre las entidades

*El pluralismo ontológico que aquí proponemos  
permite dejar atrás este tipo de prejuicios.  
Las entidades, propiedades y relaciones químicas  
no necesitan remitir a ningún ítem de la física  
para adquirir legitimidad ontológica:  
su existencia objetiva no depende de su reducción o emergencia  
respecto de entidades y propiedades supuestamente más básicas,  
sino del hecho de ser descritas por una disciplina como la química,  
cuyo éxito predictivo y capacidad de transformación  
nadie pondría actualmente en duda.*

Lombardi y Pérez-Ransanz (2012, p. 205)

A lo largo de su historia, las comunidades humanas han dado explicación al mundo que las rodea. La mayoría de esas explicaciones, particularmente las más antiguas, han apelado a los caprichos de diversas divinidades antropomórficas. Así la erupción de los volcanes, la caída de los rayos y la lluvia, el origen del fuego, de la vida o la muerte eran resultado de los deseos de aquellos que habitaban un orden imaginado y construido por las mismas comunidades humanas. La anterior manera de enfrentar el conocimiento del mundo sufrió una dramática transformación, hace poco más o menos 25 siglos, en un pequeño puerto en la costa mediterránea de lo que hoy es Turquía y entonces era una ciudad griega: Mileto. Allí, durante varios años, el grupo de pensadores integrado por Tales, Anaximandro, Anaxímenes y Leucipo se dieron a la tarea de explicar el mundo sin necesidad de la participación divina. Entender la naturaleza última de la realidad los llevó a prefigurar el átomo filosófico.

La poderosa idea de asumir que el mundo tiene un límite material identificable con una entidad invisible a la que llamaron *átomo* y que multitudes de esas entidades se desplazan, se agrupan, chocan y se reagrupan a través del vacío, lo que da lugar al cambio que todos percibimos, no es, ni fue, fácil de aceptar (Chalmers, 2009). Tuvieron que pasar miles de años para que

esa idea, meramente especulativa, posteriormente instrumental, tuviera suficiente respaldo experimental y terminara convirtiéndose en la entidad con categoría ontológica que hoy conocemos como *átomo químico* (Ball, 2001; Chamizo y Garritz, 2014).

A continuación, seguiré la caracterización de las entidades en su identificación como “entidades ocultas” establecida por Arabatzis (2008), para identificar las que considero son las más significativas en la Química. Arabatzis escoge el término “entidades ocultas” para eliminar las dificultades que presentan otras taxonomías como “entidades teóricas”, “entidades inobservables” o “entidades hipotéticas” y decide considerar más de un criterio epistemológico para establecer su estatus ontológico, es decir, su existencia. Así, la primera característica de una “entidad oculta” es que pueda ser manipulada experimentalmente, asunto que también defienden destacados filósofos como Hacking (1983) o Cartwright (1983) (en el denominado realismo de las entidades) o cuestionan otros, como van Fraassen (1980). Sin embargo, la manipulación experimental, en la línea de pensamiento de Arabatzis, por sí sola no es condición suficiente, ni necesaria, para demostrar su existencia. Por ello, una segunda característica atribuible a las “entidades ocultas” es que sean, además de un cuerpo de conocimiento puntual, objeto de un conjunto de prácticas desarrollado históricamente. Eludiendo el problema del realismo, Arabatzis indica que se le puede dar sentido a esas entidades y su papel en la práctica científica, sin asumir necesariamente su existencia. Lo anterior tiene que ver con su estabilidad social en el desarrollo histórico de determinada práctica, ya que se les puede asociar a una constelación de efectos capaces de ser explicados por esa única “entidad oculta”, como sucedió con el flogisto. Más aún, la repetida determinación de las propiedades de una “entidad oculta”, en diferentes entornos experimentales, es una razón importante a favor de su existencia y de su reconocimiento ontológico, como fue el caso de los átomos y las moléculas, los electrones y el espín.

Las comunidades químicas, basadas en sus propias prácticas que son fundamentalmente experimentales, asumen y defienden la realidad de sus entidades. Lo anterior a pesar de que contrastadas contra las comunidades

físicas no siempre coinciden. Ambas comunidades tienen prácticas y ambiciones diferentes. Una no es mejor que la otra. Si por ejemplo, la mecánica cuántica se reconociera equivocada, los químicos seguirían sintetizando nuevas sustancias. Desde la física, los electrones no son entidades individuales, las moléculas no tienen geometría, el espín es una propiedad y no una entidad y los orbitales no existen. Sin embargo, apelando al pluralismo ontológico y reconociendo que no existe una práctica sin un contexto social de transmisión (principalmente educativo) a través del cual dicha práctica se *re-produce* y *re-crea* a sí misma, retomo y comparto la conclusión de Arabatzis (2008):

[...] nuestra comprensión de las entidades ocultas y su papel en la práctica experimental puede mejorarse mediante la adopción de un enfoque histórico-filosófico integrado. Por un lado, la reflexión filosófica sobre el problema del realismo de las entidades tiene mucho que ganar al examinar históricamente cómo se introdujeron e investigaron esas entidades. Por otro lado, el análisis histórico del desarrollo de las entidades, en tanto objetos experimentales, puede beneficiarse de los debates filosóficos sobre su existencia.

## Referencias

ARABATZIS, T. (2008). "Experimenting on (and with) Hidden Entities: The Inextricability of Representation and Intervention" in Feest, U., Hon, G., Rheinberger, H.-J., Schickore, J., Steinle, F. (eds.) *Generating Experimental Knowledge*. Berlin: Max Plank Institute for the History of Science.

BALL, P. (2001). *Stories of the invisible. A guided tour of molecules*. Oxford: Oxford University Press.

BENSAUDE-VINCENT, B. and Simon, J. (2010). *Chemistry. The Impure Science*. London: Imperial College Press.

- CARTWRIGHT, N. (1983). *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Oxford University Press.
- CHALMERS, A. (2009). *The Scientist's Atom and the Philosopher's Stone*. Dordrecht: Springer.
- CHAMIZO, J.A. (2019). About continuity and rupture in the history of chemistry: the fourth chemical revolution (1945-1966), *Foundations of Chemistry*, 21, 11-29.
- CHAMIZO, J.A. (2014). "The role of instruments in three chemical" revolutions. *Science & Education*, 23, 955-982.
- CHAMIZO, J.A. and Garritz, A. (2014). "Historical Teaching of Atomic and Molecular Structure" in Matthews M. (ed) *International Handbook of Research in History Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer.
- CHANG, H. (2011). The persistence of epistemic objects through scientific change. *Erkenntnis* 75, 413-429 .
- HACKING, I. (1983). *Representing and Intervining*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KUHN, T. (1971). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- LOMBARDI, O. y Pérez-Ransanz, A.R. (2012). *Los múltiples mundos de la ciencia. Un realismo pluralista y su aplicación a la filosofía de la física*. México: UNAM-Siglo XXI.

- MARTÍNEZ, S. y Huang, X. (2015). *Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas*, Bonilla Artigas-Instituto de Investigaciones Filosóficas. México: UNAM.
- MORRISON, M. (2001). "History and Metaphysics: On the Reality of Spin" in Buchwald, J.Z. and Warwick, A. (eds) *Histories of the Electron. The Birth of Microphysics*. Cambridge: The MIT Press.
- POLANYI, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Chicago: The University of Chicago Press.
- SPENCE, J.C.H., O'Keeffe, M., Zuo, J. M. (2001) Have Orbitals Really Been Observed? *Journal of Chemical Education*, 78, 877.
- VAN FRAASSEN, B.C. (1980). *The Scientific Image*, Oxford University Press, New York.
- ZUO, J.M., Kim, M., O'Keeffe, M. & Spence, J.C.H. (1999) Direct observation of d-orbital holes and Cu-Cu bonding in Cu<sub>2</sub>O, *Nature*, 401, 49-52.

# La estructura de los compuestos de la Química Orgánica antes del electrón

Adriana Armendarez Tabares  
Facultad de Química, UNAM

Quisiera comenzar evocando uno de los momentos que más significativos han sido para mí durante mi estancia en el Posgrado en Filosofía de la Ciencia, en la UNAM, cuando discutíamos en clase el artículo del filósofo estadounidense Donald Davidson, *El mito de lo subjetivo*, quien en 1988 (p. 71) escribe el siguiente pasaje:

Lejos de constituir un coto cerrado [...], el pensamiento es, necesariamente, parte de un mundo público común. No sólo pueden otras personas llegar a saber lo que pensamos al advertir las dependencias causales que dan a nuestros pensamientos su contenido, sino que la posibilidad misma del pensamiento exige patrones compartidos de verdad y objetividad.

En el artículo referido, Davidson está respondiendo a una tradición filosófica adscrita a una dicotomía formada por una mente individual y el resto de la naturaleza, en la cual la agencia subjetiva debe enfrentar la asimilación de los contenidos de la experiencia ordenándolos y dándoles forma mediante unos esquemas conceptuales establecidos. Apelando a las dimensiones pragmática y semántica del lenguaje, el autor da un paso hacia la intersubjetividad del pensamiento. Ya que la captación del significado se pone a prueba en distintas situaciones comunicativas, el problema de interpretar la realidad no puede ser del todo subjetivo, pues en cada subjetividad existen esquemas compartidos con otras. Tales esquemas han sido formados en contextos lingüísticos definidos por grupos de individuos que se comunican. Así, categorías como verdad y objetividad se dinamizan, pues se configuran y retroalimentan en medios sociales.

La significatividad que tuvo para mí el cambio de perspectiva que las palabras citadas ilustran, la explico por la reconfiguración tan notable que a partir de él se produce en el escenario conceptual de la teoría del conocimiento. Cada nuevo concepto que desea incorporarse en un discurso filosófico requiere la revisión de conceptos previos y de su relevancia. Como lo entendí en ese momento, plantear nuevos escenarios, preguntas y problemas, desde el análisis de los conceptos y sus relaciones, es una tarea esencial de la Filosofía, además de una de las más enriquecedoras para el pensamiento humano en su devenir.

Para abordar el tema que nos ocupa, el realismo científico, podemos partir del período recién aludido. La propuesta de Davidson, junto a las de autores como Richard Rorty y el segundo Wittgenstein, forman parte de la llamada segunda vertiente del giro lingüístico en la filosofía anglosajona de la segunda mitad del siglo XX. Los autores con un enfoque lingüístico coinciden en que para emprender el análisis filosófico no es posible prescindir del análisis del lenguaje. En esta segunda vertiente se critica lo que se conoce como teoría correspondentista de la verdad, según la cual la verdad o falsedad de un enunciado dependen únicamente de su relación con el mundo. Para Rorty, por otro lado, la verdad no existe independientemente del ser humano, sino que es él quien le da forma a través del lenguaje y, como éste se encuentra en una transformación constante, dicha relación con el mundo no es unívoca ni tiene reglas permanentes. Así, el estudio del lenguaje es descriptivo más que normativo, intenta decirnos cómo el mundo adquiere sentido poco a poco en el uso de las palabras y no cuál es su forma intemporal.

Esta propuesta nos habla de cómo la equivalencia entre las palabras y los objetos no es la única base para estudiar la naturaleza del conocimiento. En el caso de la ciencia, donde el objeto de análisis son las teorías científicas, la referencia exitosa entre los términos teóricos y el mundo natural tampoco es la única base para estudiar la naturaleza de la ciencia. Otros enfoques parten de la constitución de la ontología particular de las teorías científicas, y otros más, de los efectos que esas teorías tienen en el mundo como lo conocemos, por citar un par de ejemplos.

De manera general, los enfoques realistas de la ciencia coinciden en conceder a las teorías científicas determinado estatus epistémico; nos hablan de aquello que el ser humano conoce con mayor certeza o tiene por verdadero. Así, diferentes posturas metafísicas que abordan la realidad o no realidad en los dominios descritos por estas teorías suelen asumir compromisos también epistémicos o con la verdad, aunque esto no es estrictamente necesario. El filósofo canadiense Ian Hacking, por ejemplo, desarrolla un criterio de realismo basado en la intervención, que no requiere la evaluación de la verdad del conocimiento que se gesta en ella. Para Hacking, las entidades que forman parte de las teorías científicas son reales en la medida en que facultan la intervención en los sistemas experimentales. Los fenómenos que tienen lugar cuando se lleva a cabo un experimento no siempre se asocian con un correlato teórico, pero en vez de ser una limitación, esto mismo expande al horizonte de la práctica experimental, donde se exhiben regularidades empíricas y se exploran relaciones novedosas.

Además de haberse convertido en un referente importante para una epistemología atenta a la experimentación en su amplio escenario material, la obra *Representing and Intervening* (1983) ofrece una resignificación de los aspectos teóricos del conocimiento científico en la representación. Con una intención mimética en un estado primigenio de la evolución del pensamiento humano, la cualidad característica de la representación es existir *en un espacio público*. La realidad aparece en segundo lugar como un calificativo derivado de la actividad natural y hasta espontánea de representar, como un atributo de la representación más que de lo representado, surgiendo en situaciones de una diversidad tal como es la comunicación en su complejidad (Martínez, 2005, p. 156). Antecede la acción a la sistematización y las prácticas científicas se colocan en el foco de atención en la formulación de las teorías.

Este cambio de perspectiva es compatible con propuestas que enfatizan los aspectos no teóricos o no enunciables del conocimiento científico, lo que ha sido llamado *el giro hacia las prácticas*. En sus versiones más fuertes, la existencia de las entidades está inevitablemente condicionada a la realidad social e histórica donde las prácticas se llevan a cabo, y no se con-

cede un tipo de existencia en un grado más profundo que eso. Las teorías emergen, se estabilizan y replantean en función de condiciones sociales e históricas, y tal como algunas han tenido éxito, son imaginables más contextos donde fueran otras teorías con sus entidades las que resultaran exitosas. Algo intrínsecamente valioso en una teoría o sus modelos no es concebible fuera de su tiempo. Esta variedad de representaciones y teorías aceptables para explicar los fenómenos de la naturaleza es uno de los problemas que enfrenta el realismo basado en la intervención.

Antes de discutir la existencia de la estructura de los compuestos en Química Orgánica, vamos a proporcionar una definición de trabajo para *molécula* y luego intentaremos mostrar el sentido en que la estructura es importante en su uso como modelo. Se entenderá por molécula al conjunto de dos o más átomos que tiene cierta estabilidad, comprobable en sus propiedades físicas y químicas. Actualmente, tal estabilidad es descrita fundamentalmente en términos de composición, estructura y carga eléctrica.

Si bien el criterio de estabilidad actual es posterior a la mecánica cuántica y no podemos exportarlo a un período anterior a la consolidación del electrón como entidad, sí podemos rescatar la noción de estabilidad química desde la reactividad: para que un compuesto sea sometido a un análisis químico por medio de reacciones con otros compuestos conocidos, es necesario que sea tan estable como para ser manejable experimentalmente. De no ser asumida cierta estabilidad, no sería viable plantear una reactividad característica para un compuesto, mucho menos una fórmula que identifique su composición particular.

Hoy en día, la representación gráfica de la molécula, que contiene información acerca de su estructura, es útil como instrumento de cálculo en el planteamiento del mecanismo de reacción. El mecanismo de reacción es la serie de eventos, a nivel molecular, que mejor explica el curso de una reacción química, tomando en cuenta masa, carga y estructura como configuración espacial. Las predicciones del mecanismo de reacción se re-  
troalimentan de evidencia como: cambios de fase o formación de nuevas interfases; cambios de color, olor, punto de fusión y otras propiedades; flujo

de calor y variaciones de masa. Las moléculas representadas con sus tipos de átomos, distribución electrónica y geometría son un recurso teórico que, si bien no supedita, acota un correlato experimental.

Así, la configuración espacial de los átomos sirve como guía para poner a prueba, en un laboratorio, distintos fragmentos de la molécula en medios de reacción variables. La ruptura y formación de enlaces entre dichos fragmentos son influenciadas por la molécula como unidad, y constituyen uno de los recursos explicativos principales de la síntesis orgánica en la actualidad; el planteamiento de una ruta de síntesis contempla la información proporcionada por los modelos moleculares de los mecanismos de reacción más favorables.

Esta manera de entender la relación entre síntesis y estructura molecular, con frecuencia, ha sido extendida a diferentes momentos y lugares en la historia de la Química (Jackson, 2014). En una narrativa consistente con ella, ya los primeros experimentos sintéticos se sirvieron de rasgos estructurales de la molécula como instrumento de cálculo, hasta que eventualmente esos rasgos fueron integrados en una teoría coherente. El acelerado crecimiento industrial de la segunda mitad del siglo XIX en Europa representa así un gran impulso para la consolidación del sustento teórico de la síntesis: la teoría estructural, cuya madurez se refleja en el establecimiento de un programa sistemático de investigación a partir de la década de 1860, alrededor de la producción de nuevas sustancias y el perfeccionamiento de métodos experimentales.

Si bien mediante la simplificación tal reconstrucción facilita al investigador realizar una primera aproximación al concepto de estructura molecular, presenta a este último como súbitamente desarrollado, sugiriendo apenas un contexto material poco o nada problemático. Mas la síntesis es una práctica fuertemente condicionada a los sistemas experimentales en los que tiene lugar: de la disponibilidad de las materias primas a la adecuación de métodos y de la instrumentación al desarrollo de habilidades en el laboratorio, la obtención de sustancias depende de variables prácticas y metodológicas, al menos tanto como del sustento teórico de sus modelos.

Por otro lado, la pertinencia de explorar el contexto material donde la molécula adquirió un lugar en el discurso químico se aprecia si notamos que entonces la identidad tan habitual entre representación molecular y sustancia química aún no se había consolidado, simplemente porque los rasgos estructurales se integraron a la molécula paulatinamente. Conforme se amplía la extensión de tiempo de vida de la molécula, la aceptación unánime y la emergencia gradual, pero plenamente razonable de la molécula tridimensional, de carga distribuida y enlaces geométricos, se advierte más problemática. Para seguir la estructuración de la molécula, así como su lugar en la síntesis, creemos indispensable tomar en cuenta el medio en que se diseminó para luego estabilizarse como entidad química.

Chamizo (2014: 966-967) establece dos puntos de referencia para acotar la molécula como entidad predominante en la ontología de la Química europea: 1831, año de la publicación de la definición de *isómeros* por el químico Jacob Berzelius; y 1860, año de la celebración del Congreso Internacional de Química en la ciudad de Karlsruhe, evento en que el químico Stanislao Canizzaro distribuye un breve texto titulado *Sketch of a Course of Chemical Philosophy*. En él, se hace la distinción entre átomo y molécula que se adoptaría en las próximas décadas.

La teoría estructural de la Química Orgánica se desarrolló durante el siglo XIX, principalmente en lo que hoy es Alemania. En 1828, el químico Friedrich Whöller obtiene la urea. En el artículo donde relata su trabajo, plantea el problema que más adelante Berzelius llamará *isomerismo* en Química: la urea se prepara a partir de los mismos componentes que el cianato de potasio, pero no comparte con éste sus propiedades ni reactividad. Sucede lo mismo entre otras sustancias, como el ácido fulmínico estudiado en Giessen por el químico Justus von Liebig y el ácido ciánico de Whöller (Bensaude-Vincent & Stengers, 1996, p. 146). Si la composición de dos sustancias es idéntica, debe existir una propiedad adicional que explique sus diferencias. Aunque ya se utiliza, la representación molecular cambiará a través de todo el siglo, como también su papel en la abstracción de las propiedades de las sustancias.

Penagos y Lozano (2007: 107-114) contemplan seis *unidades básicas* entre los trabajos de Antoine Lavoisier a finales del siglo XVIII y August Kekulé en la década del sesenta del siglo XIX. Cada una representa un período de estabilidad en la dinámica científica y cuenta con una *ontología de cuerpo teórico*, formada por los elementos sobre los que se teoriza. Revisaremos tres unidades básicas: el modelo teórico dualista de Berzelius en la segunda década del siglo XIX, el modelo teórico unitario de Auguste Laurent en las décadas de 1830 y 1840, y el modelo teórico estructural de Kekulé en la década de 1870. Nuestra propuesta consistirá en asociar un instrumento o dispositivo (Baird, 2004: 113) a cada ontología, que nos informe sobre los aspectos materiales que formaron parte de ella y sugiera nuevas vertientes para seguir la molécula en su estructuración.

En las primeras décadas del siglo XIX, la producción de instrumentos hechos de vidrio soplado cambió profundamente la práctica de la Química (Jackson, 2014: 320). La resistencia del vidrio a los ácidos y la posibilidad de observar directamente cambios de color, aparición de precipitados y formación de gases, entre otros, lo hacían un material ideal para la fabricación de instrumentos de Química. Entre ellos, el kaliapparat, un instrumento de vidrio ideado por Liebig en 1831 y diseminado por él mismo y sus estudiantes en Giessen, facilitó el análisis de muestras orgánicas con base en la gravimetría. Brevemente, el principio de su funcionamiento es el siguiente: la muestra a analizar es quemada para que el carbono presente en ella se transforme en  $\text{CO}_2$ . Este gas se hace pasar a través del instrumento, que contiene una solución de hidróxido de potasio, produciéndose carbonato de potasio, un sólido blanco. Pesando el aparato y comparando este dato con el peso inicial, se determina la masa de carbono en la muestra.

En este período ganaron un gran impulso las estrategias didácticas experimentales, pues la fabricación de instrumentos de vidrio soplado hizo posible la rutinización del análisis químico. El kaliapparat era un instrumento que destacaba la propiedad *masa*, mediante operaciones suficientemente sencillas como para que los analistas las fueran integrando en el trabajo cotidiano. La masa como propiedad de la materia se establecía desde finales del siglo XVII con el uso de la balanza en los trabajos de Joseph Black

y Henry Cavendish en Reino Unido, Mijail Lomonosov en el Imperio Ruso y Antoine Lavoisier en Francia. El hecho de que el kaliapparat ofreciera un resultado en unidades de masa, era conveniente tanto porque la masa ya tenía un lugar en el análisis (Chamizo, 2014: 969), como porque ganó un lugar como un criterio eficiente para verificar la composición de las sustancias.

Aunque la proporción de los elementos guiaba la caracterización de los compuestos, todavía no bastaba para elaborar una sistematización de su reactividad. La metodología predominante fue cuantitativa, mientras que la ontología se basó en el modelo dualista de Berzelius, donde el enlace químico y la reactividad son descritos en términos electroquímicos. El radical se concibe como una entidad química que reacciona como unidad y está constituida por un conjunto de átomos de polaridad definida. Los radicales se asocian por pares si sus polaridades son contrarias: positiva y negativa; y la sustitución de un radical por otro se llega a efectuar siempre que el último sea más electronegativo u electropositivo que el primero.

Dado que es más un principio que un ordenamiento lo que confiere a los radicales su polaridad, semejante a una fuerza vital que se conserva a través de las reacciones, aún no podemos hablar de la estructura interna de la molécula, mas como la composición se iba consolidando en las prácticas analíticas cotidianas, ya había comenzado a asumirse la individuación de los átomos en grupos de ellos.

Más adelante, durante las primeras décadas del siglo XVIII, los conocimientos en el campo de la cristalografía se ampliaron rápidamente. Uno de los primeros goniómetros de reflexión fue confeccionado por William Wollaston en 1809. El instrumento sirve para deducir la forma de cristales pequeños, de tamaño menor a 2 mm, conociendo el valor de los ángulos diedros de sus caras. La relación entre la composición y la forma del cristal exhibe un tipo de isomerismo basado en similitudes morfológicas entre los cristales y se introducen elementos de simetría en las descripciones de su estructura (Breve historia de la cristalografía, 2013).

En el modelo unitario de Laurent, la reactividad se modela como una sustitución progresiva sobre un módulo básico o núcleo, a partir del cual se pueden obtener compuestos derivados cambiando las condiciones de reacción. Laurent sostiene, en 1837, que la reactividad de los átomos está relacionada con su posición dentro de la molécula y que los compuestos derivables de un núcleo guardarán similitudes estructurales con éste.

La cristalografía fue uno de los campos que más repercutió en las investigaciones de Laurent, pues su teoría del núcleo se nutre de analogías entre los compuestos orgánicos y los sólidos cristalinos. Por un lado, la sustitución de unos átomos por otros es asequible en los laboratorios e influye significativamente en la forma del cristal y otras propiedades relacionadas con ésta; por otro lado, las condiciones de la síntesis, tales como la temperatura y el medio de reacción, comienzan a verse como variables cuya modificación repercute en la simetría del cristal. De este modo, evaluar la simetría con el goniómetro contribuye a la identificación y estabilización de las variables experimentales. En adelante, la síntesis es guiada por esbozos de moléculas y es aceptado que las condiciones de reacción y el ordenamiento de los átomos se influyen mutuamente.

En 1858, August Kekulé, químico orgánico alemán, publica un artículo titulado *Sobre la constitución y metamorfosis de los compuestos químicos y la naturaleza química del carbón*, en el cual evidencia la capacidad del átomo de carbono de combinarse con cuatro entidades (Levere, 2001: 138). Esta propiedad del carbono llamó la atención sobre la distribución espacial de los átomos enlazados a él, pues las configuraciones posibles aumentan. Aunada a la propuesta de que los átomos de carbono se asocian con otros átomos iguales para formar cadenas, esta hipótesis incentivó la proliferación y exploración de nuevos modelos moleculares.

Uno de los primeros en elaborar modelos tridimensionales de las moléculas, en 1875, fue Jacobus Hendricus van't Hoff, químico de los países bajos. Sus modelos estaban hechos de cartón y fueron utilizados para explicar la simetría a la que da lugar la disposición de cuatro entidades alrededor del carbono, como si se encontraran en los vértices de un tetraedro. Sus ob-

servaciones sobre la distribución tridimensional de los átomos lo llevaron a deducir correctamente que la interacción con la luz variaba entre dos compuestos con la misma proporción de elementos, pero diferente simetría.

Los modelos moleculares facilitaron la exploración de la simetría, una propiedad que modificó profundamente el enfoque hacia los objetos de estudio de la Química Orgánica. Francoeur (2000) sostiene que la materialidad de los modelos moleculares fue importante para su éxito porque las hipótesis relativas a la estructura molecular fueron puestas a prueba en los modelos, y desde ellos mismos se formularon hipótesis; es decir, fueron herramientas heurísticas.

No obstante, la actitud hacia la estructura molecular no fue estrictamente realista. Incluso cuando los modelos moleculares se extendieron como herramientas de uso común, muchos químicos sostenían que los átomos (aun frente a las incipientes teorías de la mecánica cuántica) y, por consiguiente, la estructura molecular, no reflejaban el mundo real tal como era, sino que más bien hacían referencia o aludían a propiedades de las entidades químicas (Bensaude-Vincent, 2008: 48). Desde tal enfoque, la estructura molecular no es medible o apreciable en las moléculas de los compuestos con los que se trabaja en el laboratorio, pero a través de los modelos se la puede vincular con propiedades detectables.

Al ser indirecta la correspondencia entre la estructura molecular y los compuestos orgánicos, el escenario donde las reacciones químicas tienen lugar no es accesible sino en la práctica. En tanto que alcanzan puntos de referencia, como la deducción de la proporción en que se combinan los elementos o la interacción de los compuestos con la luz, los modelos moleculares facultan la manipulación de las entidades químicas. La síntesis, a finales del siglo XIX, se situaba ante la promesa de la creación de toda clase de compuestos y un conjunto de trayectorias posibles, basadas muchas de ellas en una larga tradición experimental, junto a los trazos ya definidos de una sistematización propia: la teoría estructural.

## Referencias

- BAIRD, D. (2004). *Thing knowledge: A philosophy of scientific instruments*. California: University of California Press.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Chemistry beyond the 'positivism vs realism' debate en Klaus Ruthenberg, Jaap van Brakel (eds) *Stuff. The Nature of Chemical Substances*, Würzburg: Verlag Königshausen, 2008, pp. 45-54.
- BENSAUDE-VINCENT, B., & Stengers, I. (1996). *A history of chemistry*. Harvard: Harvard University Press.
- BREVE historia de la cristalografía: (III) Goniómetros y óxidos dulces. (2013, noviembre 28). Recuperado el 28 de marzo de 2019, de *Experientia docet website*: <https://edocet.naukas.com/2013/11/28/breve-historia-de-la-cristalografia-iii-goniometros-y-oxidos-dulces/>
- CHAMIZO, J.A. (2014). The Role of Instruments in Three Chemical Revolutions. *Science & Education* 23(4), 955-982.
- DAVIDSON, D. (1992). *Mente, mundo y acción*. España: Paidós/ I.C.E.-U.A.B.
- FRANCOEUR, E. (2000). Beyond dematerialization and inscription. *Hyle-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 6(1), 63-84.

- HACKING, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JACKSON, C.M. (2014). Synthetical Experiments and Alkaloid Analogues: Liebig, Hofmann, and the Origins of Organic Synthesis. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 44(4), 319-363.
- LEVERE, T.H. (2001). *Transforming matter: A history of chemistry from alchemy to the buckyball*. USA: JHU Press.
- PENAGOS, W.M.M., & Lozano, D.L.P. (2007). Tramas Histórico-Epistemológicas en la evolución de la teoría estructural de la Química Orgánica. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (21).
- MARTÍNEZ, M.L. (2005). El realismo científico de Ian Hacking: de los electrones a las enfermedades mentales transitorias. *Redes*, 11(22), 153-176.

**EL *ETHOS* DE LA CIENCIA  
MODERNA EN SU CAJA  
DE PETRI**

# Cambio climático: razón de fuerza mayor

Gonzalo Zurita Balderas  
Posgrado en Filosofía de la Ciencia, UNAM

## Introducción

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático emitió (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018) un reporte especial en el que se detallan los múltiples efectos que supondría un calentamiento por encima de 1.5°C, con respecto a los niveles preindustriales de la Tierra. Decenas de científicos de diversas disciplinas, tradiciones y regiones colaboraron en la elaboración de dicho documento. Las proyecciones de los expertos son, por decir lo menos, inquietantes. De no reducir drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, se darían consecuencias indeseables como el aumento de los niveles del mar, sequías, hambrunas y la extinción masiva de especies. Según las proyecciones de los expertos, la humanidad se encuentra frente a la última llamada para reducir los efectos de una catástrofe ambiental irreversible.

Desde finales de la década de los años sesenta, han sido numerosas las posturas y propuestas teóricas desarrolladas para pensar el problema del cambio climático desde la Filosofía.<sup>12</sup> Una de las principales vías de reflexión se ha enfocado en mirar este fenómeno a partir del lente que aporta la ética. No han sido pocos los autores que han formulado principios deontológicos o propuesto una serie de valores y virtudes para hacer frente a este escenario.<sup>13</sup> El *quid* de esta cuestión se centra en preguntarse por las formas de vida que fomentan y aceleran la transformación sin precedentes de los ecosistemas terrestres. Algunas de las principales interrogantes son: ¿qué normas, valores o principios deberían tener las sociedades del presente para evitar una catástrofe ambiental?, ¿cómo sería una ética capaz de enfrentar los efectos de un mundo inhóspito y hostil? Otra corriente se

<sup>12</sup> Para una reconstrucción de la historia de la Filosofía ambiental *vid.* Nash, R. (1989). *The rights of nature: A history of environmental ethics*. Londres: The University of Wisconsin Press.

<sup>13</sup> Para un enfoque general, *vid.* Gardiner & Thompson (2017) *The Oxford companion to environmental ethics*. Oxford: OUP.

ha ocupado de algunos problemas epistémicos que acompañan al estatus del conocimiento producido por la ciencia climática. Por ejemplo, ¿cuál es la base científica de sus predicciones?, ¿por qué razón o razones creemos en los modelos computacionales?, ¿cómo contrastar dos o más modelos diferentes?, ¿las diferentes proyecciones hablan del mismo mundo?<sup>14</sup>

En el presente texto se explora otra propuesta de investigación filosófica de cara al cambio climático. Ésta consiste en analizar y cuestionar la racionalidad y agencia humana para comprender su impacto en el mundo. La cuestión estriba en responder la siguiente pregunta: ¿existe una relación entre racionalidad humana y modificación del medio ambiente? William Ruddiman (2005) ha explorado las diferentes formas en que los seres humanos han transformado el clima desde el inicio de la agricultura. Sin embargo, la diferencia con el pasado de los antiguos cazadores-recolectores o los primeros agricultores radica en el alcance que actualmente tiene la actividad humana en el mundo. Mientras que las tareas de los antepasados de la humanidad suponían un impacto limitado para el medio ambiente, actualmente es posible desviar el curso de un río, cambiar la composición de todo un ecosistema e, inclusive, modificar la estructura genética de un organismo por medio de intervenciones tecnocientíficas. A lo anterior se le suma la explosión demográfica posterior a la Segunda Guerra Mundial (Steffen *et al.*, 2007), donde se duplicó la cantidad de seres humanos en un lapso de 50 años. De ahí que autores como Crutzen & Stoermer (2000) sugieran que hemos llegado a una nueva edad geológica dominada por el *homo sapiens sapiens*: el antropoceno.

Para comprender el avance de la tecnología y la ciencia, sus consecuencias en el medio ambiente y su conexión con la racionalidad humana se recurre a algunas ideas presentes en la obra de Eduardo Nicol (1907-1990). En la primera sección se analiza la conexión de la ciencia y la tecnología con el cambio climático. Con base en los conceptos de razón de fuerza mayor y utilidad propuestos por Nicol (1972, 1980), se estudian algunas de

---

<sup>14</sup> Sobre este problema, *vid.* Parker, W. (Edición Verano 2018). "Climate Science" *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), disponible en <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/climate-science/>

las consecuencias éticas del advenimiento de esta forma de racionalidad en el contexto del cambio climático.

## **Ciencia, tecnología y cambio climático**

Independientemente del debate sobre el uso científico del término antropoceno, es un hecho que la agencia del ser humano es la principal causa de las modificaciones climáticas y de las alteraciones a múltiples ecosistemas del globo terráqueo. El *homo sapiens* ha modificado el entorno a su favor desde tiempos remotos, mediante el uso de técnicas como la agricultura o la domesticación de algunas especies animales. Sin embargo, pese a que el hombre actual comparte prácticamente la misma base genética de sus antepasados (Harari, 2014), las sociedades, artefactos o formas de vida modernas han variado drásticamente. Uno de los fenómenos que permiten explicar este salto es el desarrollo y perfeccionamiento de la ciencia y la tecnología.

La ciencia y la tecnología han formado parte de la historia del ser humano durante miles de años. Sin embargo, el poderío que el hombre manifiesta sobre el mundo natural es un fenómeno reciente. Éste se ha dado en el contexto de las economías industriales modernas. En ellas se ha favorecido un modelo extractivista y contaminante del medio ambiente, poco (o nada) preocupado por las consecuencias y el impacto ambiental de las acciones humanas. La conjunción del crecimiento demográfico humano con esta economía permite explicar la extinción masiva de especies y la destrucción del medio ambiente (Gorke, 2003). En ese sentido, Hans Jonas (1984) advierte que no hay una diferencia fundamental entre el socialismo tardío o el capitalismo, pues en ambos casos se favorece este mismo modelo económico industrialista. De acuerdo con Jeremy David Bendik-Keymer & Chris Haufe (2017), nada ha acelerado más el cambio climático que la expansión global de este modelo económico a través de un sistema internacional de producción capitalista, corporativo, contaminante y extractivista.

Desde una explicación causal, la ciencia y la tecnología habrían desempeñado un papel crucial, pues serían parte de las condiciones de posibilidad que habilitaron el surgimiento del modelo industrialista y con ello la crisis ambiental. Tal es la postura que Lynn White (1967) brindó en su influyente ensayo, "The Historical Roots of our Ecological Crisis". Ahora bien, ¿fueron realmente la ciencia y la tecnología *por sí* mismas culpables de la crisis ecológica? Es importante entender si lo anterior es cierto, pues a partir de ello se podrán realizar propuestas sólidas encaminadas a hallar una solución al cambio climático.

De acuerdo con Eduardo Nicol, la ciencia y la tecnología son manifestaciones propias del ser humano. Sin embargo, ambos términos no son idénticos entre sí, ya que obedecen a dos maneras diferentes que tiene el ser humano para relacionarse con el ser. El ser es el fundamento, ya que se encuentra en la base: "En el ser se fundan lo mismo la verdad que el error, la afirmación y la negación, el pensar y el obrar, y todas las posibles disposiciones vocacionales" (Nicol, 1972, p. 158). La tecnología es una forma de la *praxis* en la que se busca *utilizar* al ente para satisfacer un fin. En cambio, la ciencia es una disposición en la que el ser humano intenta hablar con verdad del ser, es decir, se trata de una relación esencialmente *des-interesada*.

La ciencia y la Filosofía formaron una razón para sí mismas. El ser humano siempre tuvo *praxis*; pero no siempre tuvo *Filosofía* o ciencia. Estas surgieron en la historia, cuando el ser humano ideó un proyecto fundado en la razón de verdad. Para Nicol, este fenómeno acaeció en la antigua Grecia, con la invención de la Filosofía.<sup>15</sup> La Filosofía fue una de las grandes invenciones del ser humano: éste, de forma libre, creó un régimen y una forma de vida en que la razón y la verdad fueron los principios que organizaron el mundo. Nicol llamó a este nuevo ordenamiento *el régimen de la verdad*. Con el advenimiento de la Filosofía, se fundó una idea del hombre cuya finalidad era dar razón de las cosas. Esta capacidad de dar razón, expresar el ser e interrogarse por el mismo, además de establecer fines y generar cultura,

---

<sup>15</sup> Éste es uno de los puntos más criticables de la postura de Nicol, ya que se trata de una postura que ignora o pasa por alto la sabiduría y formas de vida creados por otras culturas y civilizaciones anteriores.

es lo *sobre-natural* en el ser humano, es decir, la libertad. Juliana González (1981) explica que la libertad en Nicol es sobrenatural porque se añade al sustrato biológico; es decir, la libertad es un producto de la humanidad, un "salto" en el orden natural que jamás habría llegado a existir *por sí* mismo en el universo. El ser humano fraguó para sí una facultad de deliberar sobre lo posible y con ello conquistó la libertad.

Sin embargo, este régimen podría llegar a su fin. La Filosofía y la ciencia permanecieron por largo tiempo incólumes a los mandatos de la praxis utilitaria y de la necesidad, pero llegó un punto en el que se dio una reforma en el entendimiento de la ciencia. La ruptura se introdujo en la Filosofía con la irrupción de la modernidad en el pensamiento de Francis Bacon. La modernidad, entendida como disposición vital, configuró al hombre como "dominador del universo; el que concibe la civilización como un progreso de las artes e invenciones, es decir, de las técnicas mediante las cuales podrán ensancharse los ámbitos de la vida" (Nicol, 1980, p. 50). En ese sentido, la ciencia y la tecnología no difieren en su finalidad: ambas son serviles al afán de dominio del mundo natural y buscan servir al designio humano. La ciencia moderna perdió la *philia* y el desinterés en el ser. Para la ciencia tecnológica que nace en la modernidad, lo más importante es el dominio y el beneficio que pueda traer el conocimiento. Dice Bacon: "La meta verdadera y legítima de las ciencias no es sino la de dotar a la vida humana *novia inventos et copiis*" (Bacon, 2000, I, LXXXI).

Las ideas de Bacon sobre la ciencia y el dominio de la naturaleza comienzan a volver difusa la separación entre ciencia y tecnología. De acuerdo con los planteamientos de éste, la ciencia, el conocimiento y la técnica deben orientarse hacia el dominio de la *natura*: bajo este ideal de control se unifica lo que anteriormente estaba escindido, esto es, la ciencia y la técnica se funden para satisfacer una necesidad pragmática. Con esto, al mismo tiempo, se da un fenómeno de ocultamiento del ser de la naturaleza. Ésta ya no importa por sí misma, sino en tanto puede ser objeto de utilidad pragmática para la humanidad. La naturaleza deviene un inventario de "recursos naturales": "La tragedia del dominio es su incapacidad de posesión.

Al hombre moderno, la naturaleza se le escapa cuando la somete, desmenuzándola, en un puro inventario de 'recursos naturales'" (Nicol, 1990, p. 54).

El programa de Bacon ofrecía una promesa: a través de la investigación se conseguiría el control de los fenómenos naturales. Y con esto sucede, para decirlo con Nietzsche, la transvaloración de los valores en la ciencia; es decir, nace el problema crucial del mundo tecnológico: en Bacon y en nuestro presente el fin fundamental de la ciencia ya no es el conocimiento, ni la verdad. De esta poderosa unión anunciada por Bacon y concretada hoy en el Modo 2 (Gibbons *et al.*, 1994) de producción científica, la ciencia y la tecnología (lo que ahora se denomina *tecnociencia*) interesan principalmente porque pueden controlar, modificar y producir los objetos anhelados por el ser humano. Como comenta Jorge Linares (1995, p. 27): "el programa de Bacon no fue sólo una nueva forma de conocimiento y una concepción de la realidad, sino la inversión de los fines vitales de la ciencia: lo que en Bacon es un ideal, en nuestro mundo ha devenido una realidad problemática. La técnica domina nuestra vida como razón y como poder absoluto".

Con este cambio, comienza a gestarse una nueva forma de razón que analizaremos a profundidad en el siguiente apartado. Se trata de la razón de fuerza mayor, una razón que se impone y cuyo mandato supremo es el de la utilidad. El problema del cambio climático está vinculado con el advenimiento de esta forma de racionalidad. La ciencia y la tecnología no fueron por sí mismas las causantes de la crisis ambiental, pero sí han sido siervas del afán utilitario y de dominio propios de la modernidad. En ese sentido, resulta necesario investigar cuáles son las formas que adquiere esta razón y cómo altera o modifica a la ciencia y la tecnología para así entender si es posible recuperar a la ciencia —e inclusive a la tecnología— para hacer frente al problema ambiental.

La oposición entre estas dos formas de concebir a la razón y sus impactos en la técnica y la ciencia son fundamentales. El programa de dominio técnico de la naturaleza fue recibido con gran entusiasmo por la ilustración y el positivismo, que vieron en ésta una forma de transformar y hacer progresar a la humanidad. Pero con esto también sobrevino un olvido de lo que en

términos de Eduardo Nicol podemos llamar *la razón de verdad*. El poderío de aquella nueva razón ha ido expandiéndose cada vez más, sustituyendo a la verdad por la utilidad. Como señala el filósofo catalán: “y así va quedando reducida, cada vez más, la existencia humana a un sistema de quehaceres urgentes, sin posibilidad de liberarse de la prisa y la necesidad”.<sup>16</sup>

## Razón de fuerza mayor y cambio climático

No se trata, entonces, únicamente de una diferencia de grado. Al principio del escrito se plantea que la diferencia entre la técnica de los primeros *sapiens* y la presente diferiría por el impacto que esta última tiene en el medio ambiente. De ahí que suela pensarse que la tecnología rudimentaria de un campesino romano poco o nada tiene que ver con el alcance de los pesticidas o los organismos genéticamente modificados. Lo anterior es cierto, pero, además, es fundamental comprender que hay una diferencia esencial entre uno y otro modo de la tecnología ya que obedecen a formas distintas de racionalidad. La tecnología se ha separado del ser humano, ha dejado de ser heterónoma para erigirse como una forma autónoma que parece aplastar al hombre.

Esta nueva forma de razón tecnológica y el cambio climático están profundamente relacionados. Si no se estudia y reconoce la operatividad de esta nueva forma de razón, se corre el peligro de andar a ciegas en medio del bosque. Las dimensiones del problema son tales que es posible que estemos ante el fin de la Filosofía (Nicol, 1972). En este nuevo mundo gobernado por la razón de fuerza mayor, la guía ya no la tiene el ser humano. El ser humano pasa de ser el artífice de la historia a un mero engrane más en un sistema que él mismo no controla. Como señala Jamieson Dale: “La ac-

---

<sup>16</sup> Desde luego, la acción utilitaria, la invención tecnológica (desde las herramientas del *homo faber* hasta la monumental y sofisticada construcción de la tecnociencia, con todos sus prodigios) son productos históricos y por consiguiente obra de la humana libertad —y así lo reconoce Nicol (1980, p. 179). Pero tales productos representan un grado y una modalidad de libertad anclada, en gran parte, a la necesidad de ser útil y satisfacer las exigencias materiales. Y en la tecnología actual —cabe añadir— anclada a la satisfacción de las incommensurables necesidades artificiales, creadas por la propia tecnología. A diferencia de esto, las vocaciones innecesarias expresan la libertad por antonomasia.

ción humana es el conductor, pero parece que las cosas, y no la gente, controlan nuestro destino. Nuestras corporaciones, gobiernos, tecnologías, instituciones y sistemas económicos parecen tener vida propia. Se siente como si viviéramos en una extraña perversión del sueño ilustrado. En lugar de que la racionalidad humana gobierne el mundo y a sí misma, estamos a merced de monstruos que hemos creado" (Dale, 2014, p. 30).

La razón de fuerza mayor inaugura un nuevo régimen. En este otro ordenamiento, la *verdad es indiferente*. La finalidad de la razón de verdad era, aunque fracasara, intentar expresar de manera desinteresada el ser. Esto, empero, le es absolutamente ajeno a la razón de fuerza mayor. A ésta sólo le interesa la utilidad para poder asegurar la supervivencia de la especie humana. Para lograr esto, la razón de fuerza mayor se vale de la verdad y en esto estriba su diferencia. La verdad sólo importa en tanto que es *posible de ser utilizada*. "La razón de fuerza mayor es útil. [...] Es necesaria, no sólo porque se impone con fuerza, sino porque es indispensable" (Nicol, 1980, p. 246). Para la razón de fuerza mayor, el mandato supremo se impone por encima de cualquier otra valoración, uniformando las finalidades posibles. El único fin es el de la necesidad biológica: sobrevivir. En el contexto del cambio climático, éste es uno de los mayores peligros. El ser humano podrá sobrevivir como especie; pero no como comunidad si pierde la capacidad de dirigir y enarbolar sus propios proyectos. Nicol da cuenta de cómo el hombre ya no es una especie natural más, sino que se ha determinado a sí mismo, conquistando su libertad y plasmándola en la cultura.

Una consecuencia de lo anterior es que a la razón de fuerza mayor le es *indiferente el ser humano*. Esto quiere decir que, aunque ésta regulara, normara y limitara las acciones del *homo sapiens*, en realidad sólo velaría por la mera supervivencia del ser humano como especie biológica: "la nueva razón regularía la praxis humana, pero no sería una *poiésis* humana. Tendría que ser, de algún modo, indiferente respecto del hombre" (Nicol, 1980, p. 286). El hombre, en el régimen anterior, era el ser del sentido. Gracias a sus diversas formas de praxis, la historia iba desarrollándose. La libre elección de fines constituía el material que mantenía a la rueda de la historia en perpetuo movimiento. Con la razón de fuerza mayor, el ser humano sería únicamente

un ejecutor más, no ya su ordenador. Además, esto tiene como consecuencia que la razón de fuerza mayor no es *responsable*, por lo cual se substraerá a valoraciones éticas. El ser humano no sería responsable del destino del planeta o de la extinción del resto de las especies animales, todo por mor de asegurar su propia supervivencia, lo cual es, cuando menos, cuestionable.

Un último rasgo general de la razón de fuerza mayor es que con su irrupción en el mundo, se dejaría de dar razón de éste. "La vieja razón es la única que puede dar razón de la nueva; y tiene que hacerlo, porque lo más distintivo de esta nueva razón es que no da razón de sí misma" (Nicol, 1980, p. 249). La *nueva razón no da razón*, ni de sí misma ni de nada. A la nueva razón no le interesa comprender los primeros principios de la realidad, mucho menos se plantea preguntas sobre su naturaleza. Para la racionalidad forzosa, lo único importante es la utilidad que le permitirá realizar su fin exclusivo: asegurar la continuidad de la humanidad como especie.

La razón de fuerza mayor, como se mencionó al inicio del texto, puede verse operando en la tecnología y en la ciencia modernas. Nicol detecta con claridad que hay una devaluación de la razón pura, es decir, de la que se limita únicamente a dar razones. Esa pureza se convierte en motivo de descrédito, pues no se subsume a la utilidad generalizada. Lo anterior se puede ver en las ciencias naturales: el problema no está en que la ciencia impulse el desarrollo tecnológico; la cuestión radica en que la ciencia se ha convertido en sierva de la utilidad.

Por su lado, las ciencias naturales, que son tan vocacionalmente puras como la estricta Filosofía, se considera que han quedado sustraídas al orden de la racionalidad desinteresada. En vez de mantener incólume su autonomía, que no les impidió ser inspiradoras del desarrollo tecnológico, adquieren la condición de sirvientes de las necesidades utilitarias, y su legitimidad se cifra en la eficacia con que se someten a esa servidumbre (Nicol, 1980, p. 257).

La razón de fuerza mayor causaría que la ciencia y la tecnología dejaran de ser manifestaciones libres del espíritu humano. De hecho, Nicol pensa-

ba que para esta nueva razón sería un imperativo el continuo desarrollo y crecimiento pragmático de la ciencia y la tecnología, pues éstas serían las garras de la especie; es decir, serían los medios que dispondría la especie humana en su lucha por la vida. El único campo de despliegue para el ingenio creativo del hombre serían la tecnología y la ciencia; pero éstas se verían, por primera vez, supeditadas a la necesidad de evitar la extinción. No habría ciencia y tecnología libre; únicamente producciones en perenne desarrollo para salvaguardar la continuidad de la especie. "La racionalidad se exhibe en la tecnología. Pero la oculta razón de base es la determinante de que la existencia se retraiga, negándose a sí misma para preservar la subsistencia. Esto sólo puede producirse por una fuerza eficiente en grado mayor" (Nicol, 1980, p. 269).

Los cambios que supone el advenimiento de esta otra razón se hacen presentes desde este momento. La razón de fuerza mayor ya se encuentra operando. Uno de sus síntomas más evidentes es la tecnificación e instrumentalización de la naturaleza. El mundo natural ha sufrido una alteración radical. El ser deviene un ente dispuesto para ser utilizado. En este punto, Heidegger y Nicol coinciden. El bosque deja de ser bosque para convertirse en madera, el río deviene una fuente hidroeléctrica. La literal *tecnocracia* bajo la cual vive el hombre ha tenido como consecuencia la uniformidad y homogeneidad de la técnica junto con la cultura. La razón de fuerza mayor hace que la ciencia y la técnica sólo se conviertan en útiles ciegos y autónomos a sus designios.

La razón de fuerza mayor se relaciona en por lo menos tres maneras con el cambio climático. En primer lugar, porque con su sumisión a la utilidad, la tecnociencia tendrá que pagar el precio por haber generado un mundo inhóspito. Nicol hace énfasis en los hechos, frecuentemente ignorados, de la explosión demográfica, el agotamiento de la biodiversidad o los infames e irreversibles estragos hechos a la Tierra. Con ello, crece el reino de la penuria que sólo podría hallar remedio, de acuerdo con la razón de fuerza mayor, con el aumento de los recursos técnicos. Y ahí yace la paradoja: el aumento de los recursos tecnológicos no aumentará la vida ni la libertad, sino que será una última apuesta desesperada por salvar a la especie. Esta

futura carencia de recursos y medios para la subsistencia se anuncia ya desde el cambio climático como muerte: la extinción masiva de animales —los humanos incluidos.

En segundo lugar, Nicol teme que, debido al cambio climático, el ser humano sea gobernado por los impulsos de la especie: es decir, que retorne únicamente a sus necesidades instintivas y biológicas. Sería la pérdida de la libertad a costa de lo que los griegos llamaban *ananké*, necesidad. Esto, que podríamos llamar una in-volución, es el riesgo que la razón corre frente al cambio climático. El último estadio de la razón de fuerza mayor consistiría en el sacrificio de la verdad en pos de la mera supervivencia: utilitaria y pragmática. Los individuos, la libertad y la verdad se volverían indiferentes: lo único que importaría sería la supervivencia de la humanidad como especie. De esta manera, Nicol muestra que la razón de fuerza mayor, de hecho, no es opuesta al desarrollo tecnocientífico; por el contrario, lo potencia y acelera para cumplir con las exigencias de la utilidad y la necesidad. El filósofo catalán imaginaba el peor de los escenarios, en el cual los seres humanos volverían a un estado en el que se carece de lo básico para vivir: en ese sentido, el imperativo sería el de la supervivencia por encima de todo. Poco o nada quedaría para la razón de verdad, el pensamiento teórico, las reflexiones éticas o la libertad.

Cabe destacar entonces que con el advenimiento del cambio climático peligra la libertad. Lo que peligra es la libertad misma y con ella lo propiamente humano del hombre. Si llega el fin de la Filosofía éste no vendrá sólo para ella —afirma Nicol—: también será el fin de las vocaciones libres: de la ciencia como tal, de la poesía, de la mística e igualmente de la política, la economía, la ética, etc. Porque ese fin o final no significa otra cosa para el autor de la *Crítica de la razón simbólica* que la predominancia absoluta de la fuerza de la Necesidad, imposibilitando el ámbito de la libertad. “La razón de fuerza mayor es práctica, puesto que se impone en la dirección de la tecnología; y es vital, en el eminente sentido de que actúa ante un problema de vida o muerte. Pero es indiferente respecto del valor de cuanto ella utiliza o desecha: respecto del valor de la individualidad humana” (Nicol, 1980, pp. 282-283).

En suma, el gran peligro del cambio climático es la posibilidad de que se pierda lo que a ojos de Nicol constituye el núcleo de la humanidad: su libertad y su capacidad de dar razón. Por eso es fundamental entender que hacer frente a la razón de fuerza mayor puede ser la última llamada para preservar la razón de verdad y la libertad. El temor del fin que asalta a Nicol se explica en gran medida por su manera de comprender el riesgo del colapso ecológico; no solamente como peligro de que se extinga la especie humana, sumándose como una especie más de las que han desaparecido, sino de que no haya lugar ya para la "humanidad" del *homo sapiens*: no haya lugar para "aquello que nos hace ser humanos". La especie biológica podrá sobrevivir porque justamente cuenta con la razón tecnológica de fuerza mayor, destinada a asegurar su sobrevivencia. Lo que no está asegurado en cambio, para Nicol, es la condición propiamente libre, histórica y ética del hombre, el potencial humano de existir en libertad y no sólo subsistir.

## Conclusiones

En el escrito se ha argumentado que la tecnología y la ciencia moderna han sido alteradas con la irrupción de la modernidad y el advenimiento de la razón de fuerza mayor. Este cambio ha sido, en parte, una de las razones para explicar la explotación de la naturaleza y el advenimiento del cambio climático. En este proceso, la razón de fuerza mayor ha operado en dos sentidos. Por un lado, esta forma de razón ha operado ejecutando dos encubrimientos. El primero es el olvido de la verdad y la *philia* como *ethos* en la ciencia. El segundo es la dominación utilitaria y pragmática de la naturaleza volviéndola un útil dispuesto para su explotación y devastación desmedido. Por otro lado, el diagnóstico de Nicol es claro: en el cambio climático no sólo está en juego el futuro ambiental del planeta; también pende de un hilo el futuro de la libertad y las vocaciones libres de la humanidad. Por lo cual, vale la pena preguntarse, ¿queda espacio aún para el optimismo o la esperanza?

Aún hay tiempo, piensa Nicol. Pero ello implica que "hemos de filosofar cada día como si fuera el último." En efecto, para hacer frente a esta situación, Nicol intentó mostrar que es necesario una radical transformación del *ethos* occidental: hay que recuperar la Filosofía y el desinterés como

vocación de verdad. De ahí que resulte imprescindible una *re-forma* de la Filosofía, es decir, devolverla a su forma originaria. Sólo a través del análisis de la situación vital y mundana será posible comprender las necesidades del pensamiento frente al presente. Además, habría que salvar y salvarse de la tecnología. Es vital evitar la falsa promesa de una tecnología neutra o como panacea del cambio climático, pero, al mismo tiempo, no hay que satanizar al desarrollo tecnocientífico, pues éste puede contribuir a hacer frente al cambio climático.

Un último camino que habrá que volver a habilitar es el de la comunión entre hombre y naturaleza. Este surgió con la expresión de la verdad mediante el *logos*: la expresión vinculó al ser humano consigo mismo, con la naturaleza y con otros hombres. La Filosofía, entonces, se revela como una forma de restablecer la comunidad ontológica y dialógica entre ser humano y mundo natural, y como una disciplina indispensable si se quiere evitar la catástrofe ecológica.

Ahora ya es fácil reconocer, por la fuerza de los hechos y no de las ideas, que someter a la naturaleza es someterse a ella, y perderla como tal al mismo tiempo. Por esto, en lo que pueda quedarle de vida, la Filosofía debe empeñarse en restablecer la comunión: en recuperar esa naturaleza que se ha desvanecido en el ámbito de la praxis y de la ciencia tecnológica (Nicol, 1980, p. 55).

## Referencias

BACON, F. (2000). *The New Organon*. Cambridge: Cambridge University Press.

CRUTZEN, P.J. & Stoermer, E.F. (2000). The Anthropocene en *IGBP Global Change News* I. 41.

- DALE, J. (2014). *Reason in a Dark Time: Why the Struggle Against Climate Change Failed –and What It Means for Our Future*. Oxford: Oxford University Press.
- DE SOLLA PRICE, D.J. (1963). *Little Science, Big Science*. Nueva York y Londres: Columbia University Press.
- GARDINER, S.M. & Thompson, A. (2017). *The Oxford companion to environmental ethics*. Oxford: OUP.
- GIBBONS, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge*. Nueva York: Sage Publications.
- GIBBONS, M., Nowotny, H., & P. Scott, (2001). *Re-thinking Science*. EEUU: Blackwell Publishers.
- GONZÁLEZ, J. (1981). *La metafísica dialéctica de Eduardo Nicol*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- GORKE, M. (2003). *The death of our planet's species: a challenge to ecology and ethics*. Washington: Island Books.
- HARARI, Y.N. (2014). *Sapiens: de animales a dioses*. Madrid: Debate.
- JONAS, H. (1984). *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for a Technological Age*. Chicago: Chicago University Press.
- LINARES, J.E. (1995). *La razón escindida*. México: UNAM, TESIUNAM. Fuente TESIUNAM: <http://132.248.9.195/ppt1997/0231229/Index.html>

- NASH, R. (1989). *The rights of nature. A history of environmental ethics*. Londres: The University of Wisconsin Press.
- NICOL, E. (1954). *Metafísica de la expresión*. México: FCE.
- NICOL, E. (1965). *Los principios de la ciencia*. México: FCE.
- NICOL, E. (1972). *El porvenir de la Filosofía*. México: FCE.
- NICOL, E. (1980). *La reforma de la Filosofía*. México: FCE.
- NICOL, E. (1982). *Crítica de la razón simbólica*. México: FCE.
- PARKER, W. "Climate Science", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Edición Verano 2018), Edward N. Zalta (ed.), Disponible en: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/climate-science/>
- RUDDIMAN, W. (2005). *Plows, plagues, and petroleum: how humans took control of climate*. Princeton: Princeton University Press.
- STEFFEN, W., Crutzen, P., & McNeill, J. (2007). "The Anthropocene: Are humans Now the Overwhelming Force of Nature?" en *Ambio*; Dic. 2007; Vol. 36, Núm. 8.
- WHITE, L. "The Historical Roots of our Ecological Crisis" en *Science*, New Series, Vol. 155, No. 3767 (Mar. 10, 1967), pp. 1203-1207.

# La Ciencia y la Sociedad

Héctor Rico Morales  
Facultad de Química, UNAM

La ciencia es la mayor obra colectiva de la historia de la humanidad, la que nos ha permitido progresar como especie desde que el hombre descubrió como podía generar y controlar el fuego hace unos 450 000 años. La historia de la ciencia y la tecnología en los últimos 400 años es una historia de gran éxito: ninguna otra aventura del intelecto humano ha logrado transformar de manera tan radical las raíces y la estructura de la sociedad en un plazo tan breve. La ciencia es una actividad que produce resultados que se expresan en conocimientos y debe ser concebida como una práctica social que está dirigida a la producción, difusión y aplicación de conocimientos.

La ciencia ofrece soluciones para los desafíos de la vida cotidiana y nos ayuda a responder a los grandes misterios de la humanidad. En otras palabras, es una de las vías más importantes de acceso al conocimiento. Tiene un papel fundamental en la generación de una serie de beneficios como son: en la mejora de la calidad de vida de la humanidad, nos permite vivir más tiempo y mejor, cuida de nuestra salud, nos proporciona medicamentos que curan enfermedades, alivian dolores y sufrimientos, nos ayuda a conseguir agua para nuestras necesidades básicas –incluyendo la comida–, suministra energía y nos hace la vida más agradable, participa en la transformación de procesos que van desde las necesidades más básicas hasta las tecnologías más avanzadas. A medida que la ciencia genera nuevos conocimientos, éstos son utilizados por la tecnología con el fin de lograr objetivos específicos o solucionar problemas a la sociedad, pues puede desempeñar un papel en el deporte, la música, el ocio y las últimas tecnologías en comunicaciones. Finalmente, aunque no por ello menos importante, la ciencia alimenta nuestro espíritu (UNESCO, 2019).

La tecnología no sólo es la aplicación del conocimiento científico. Si bien uno de sus elementos constitutivos consiste en su estrecha relación con

la ciencia, ella presenta además las dimensiones técnica, organizativa e ideológica (Hernández & Coello, 1999).

Las aplicaciones de los avances científicos, el desarrollo y la expansión de la actividad de los seres humanos han provocado también la degradación del medio ambiente, catástrofes tecnológicas y han contribuido al desequilibrio social o la exclusión.

La práctica de la investigación científica y la utilización del saber derivado de esa investigación deberían estar siempre encaminadas a lograr el bienestar de la humanidad, en particular a la reducción de la pobreza, respetar la dignidad y los derechos de los seres humanos, así como el medio ambiente del planeta, y tener plenamente en cuenta la responsabilidad que nos incumbe con respecto a las generaciones presentes y futuras. Todas las partes interesadas deben asumir un nuevo compromiso con estos importantes principios.

La responsabilidad de los científicos para con la sociedad ha sido una cuestión bastante discutida, hasta hace poco las respuestas a esta pregunta se podían clasificar en dos categorías. La primera, ubicada en una percepción tradicional, defendía que el científico sirve mejor a la sociedad simplemente haciendo investigación de alta calidad, pero dejando a otros la tarea de pensar cómo puede ser utilizada. La otra, en una más activista, decía que el científico tiene la responsabilidad moral de discutir públicamente las implicaciones sociales de su investigación, no solamente promoviendo sus beneficios, sino también, y más importante aún, advirtiendo sobre sus potenciales peligros. En el presente ensayo se abordará esta última cuestión.

La ciencia y los científicos tienen un compromiso especial para con la sociedad en donde se desarrollan y viven. Este compromiso no tiene que ver con el oportunismo, la inmoralidad, el cinismo, la política o el poder, sino con el conocimiento, la ética y la libertad (Academia, 2019). Cuando la investigación científica proporciona unos poderes formidables, ciertamente

temibles, a naciones y líderes políticos falibles, aparecen muchos peligros: uno es que muchos científicos implicados pueden perder la objetividad.

La ciencia se corrompe cuando se pone al servicio de la destrucción, del privilegio, de la opresión o del dogma. Esto es posible porque hay científicos y principalmente dirigentes de instituciones científicas que se corrompen (muchas veces inadvertidamente) colaborando en tareas que repugnan a su propio código moral que rige a la búsqueda y difusión de la verdad. Los motivos son generalmente económicos, ya sea personales, o para dotar a los institutos o universidades que dirigen de personal y equipos. La ciencia puesta al servicio de la destrucción, la opresión, el privilegio y el dogma puede ser muy eficaz y hasta creadora en ciertos aspectos limitados (Schulz, 2005).

La edad moderna ha exaltado los valores de verdad, novedad, progreso, libertad y utilidad. Son los valores que la ciencia justifica y realiza. La ciencia es útil y aprecia como ninguna otra actividad humana la verdad, la novedad y el progreso.

El conocimiento científico permite la autodeterminación y consecuentemente el autogobierno, tanto a escala individual como colectiva. Teniendo en cuenta todo esto, no puede afirmarse que la ciencia es éticamente neutral y que el científico tiene, como investigador, problemas morales y éticos (Bunge, 1972). Pero en los últimos diez años, a juzgar por los comentarios públicos realizados por científicos prominentes, está cada vez más cerca un acuerdo sobre la responsabilidad de los científicos frente a asegurar que los resultados de sus investigaciones sean comunicados efectivamente a la sociedad entera, lo que promete cerrar la brecha entre las dos posiciones (SCIDEV, 2019).

Con demasiada frecuencia cobramos consciencia de las preocupaciones éticas en la búsqueda de la verdad y la investigación académica a través de algún escándalo público. Cuando eso sucede, el público puede perder la fe en los científicos y en las instituciones científicas. Tenemos el deber de prevenir esto, no sólo por nuestro propio interés como miembros de sus insti-

tuciones, sino porque ninguna otra empresa ha hecho tanto para mejorar las vidas de tantas personas tan rápidamente como la ciencia (Koeppell y Ruiz, 2015).

Una de las maneras clásicas de abordar la discusión de la ética de la investigación científica y la integridad científica ha sido en términos de las normas mertonianas de la ciencia. El sociólogo Robert Merton intentó describir cómo funciona mejor la ciencia en lugar de definir un código de comportamiento a partir de principios o abstracciones. Los principios de universalidad, comunidad, imparcialidad y escepticismo organizado describen las prácticas que favorecen el avance de la ciencia. Históricamente, la omisión de estos valores ha provocado retrocesos en la ciencia. El progreso constante de esta última en su búsqueda de la verdad es benéfico también para la sociedad, tanto por el simple hecho de que nos permite conocer mejor el universo como por las consecuencias prácticas que se puedan derivar de ese conocimiento, lo cual significa que hay un interés común en la ciencia y sus instituciones. La práctica científica debe realizarse con valor para la sociedad, que es el contexto en el que opera la ciencia, por ello exige que el investigador asuma un comportamiento ético.

A continuación, se revisarán algunas formas en que los principios de Merton sugieren ciertos tipos de conducta en la interacción entre la ciencia y el público.

## **Universalidad**

En la ciencia, la universalidad significa que el conocimiento es válido dondequiera que uno se encuentre. No hay verdades locales, sino más bien un mundo natural que sólo puede ser entendido a través de leyes absolutas. Hay verdades que pueden ser descubiertas independientemente de nuestras creencias particulares y es el proyecto de la ciencia el descubrirlas independientemente de nuestros prejuicios particulares. Los objetos de la ciencia no se ven afectados por la cultura o la historia. Por tanto, las instituciones de la ciencia deberían dedicarse al mismo tipo de actividad en to-

das partes y aceptarlo como algo natural. Donde quiera que estemos en el mundo, otros científicos están buscando las mismas verdades subyacentes de maneras similares y los resultados de estos estudios nos conducirán a todos, conjunta o separadamente, a los mismos datos básicos sobre el universo. El incumplimiento de esta noción básica puede resultar desastroso. Un claro ejemplo de esto es el Lysenkoismo, la ciencia soviética fracasada, basado en el lamarckismo y el comunismo, que llevó a la muerte quizá a cientos de miles por inanición en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) estalinista.

La teoría darwiniana de la selección natural no se ajustaba a las nociones comunistas de perfectibilidad y cooperación. La idea de que las poblaciones se hacen más fuertes a través de la competencia y la eliminación de los menos aptos como una fuerza natural, así como la pugna por los recursos escasos y el progreso lento de la evolución van en contra de muchos de los preceptos del marxismo. La teoría de la evolución por selección natural no posee implicaciones políticas, sino más bien busca describir la forma en que funciona la naturaleza; sin embargo, los soviéticos lo tomaron como propaganda imperialista y anti-comunista, peligrosa para la revolución en curso. Es por lo anterior que se adoptó un punto de vista diferente de la naturaleza conforme a la ortodoxia del Estado de la Unión Soviética, que tuvo consecuencias desastrosas. Trofim Lysenko adoptó la teoría de la evolución de Jean-Baptiste Lamarck, a través de la herencia no sólo de rasgos de la especie, sino de características adquiridas. En otras palabras, la evolución podría ser dirigida por la perfección de los individuos y sus rasgos en lugar de confiar en la naturaleza para eliminar a los menos adaptados frente a un entorno cambiante. Esta teoría se ajustaba mejor a la noción hegeliana del materialismo dialéctico que subyace a la teoría comunista y por ello se consideró correcta. No obstante, la teoría Lamarckiana estaba fundamentalmente errada.

Esta teoría sobre cambios en las especies a través del tiempo no se ha confirmado por la observación o la experimentación, a diferencia de la teoría darwiniana de la selección natural que se ha confirmado en múltiples ocasiones desde hace cien años con evidencia empírica. Debido a la más

estrecha correspondencia entre la teoría de Lamarck y la visión soviética de la perfectibilidad de los seres humanos, como también a la necesidad de la cooperación y la no competencia en la sociedad comunista, tanto la teoría de la selección natural como la teoría genética de la herencia fueron consideradas subversivas. Lysenko surgió del Partido Comunista en la URSS y sus ideas acerca de la manipulación de las especies al forzar cambios en sus fenotipos fueron adoptadas contra toda evidencia debido a la ideología. Ésta fue considerada la ciencia soviética a diferencia de la ciencia occidental, decadente y capitalista. Lysenko recibió el apoyo de Stalin debido a su ideología, aun en vista de los repetidos fracasos al aplicar sus puntos de vista en la agricultura. Miles de genetistas que se opusieron a la ciencia de Lysenko fueron encarcelados e incluso ejecutados, y la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas decretó que sólo el Lysenkoismo se enseñaría en las escuelas y no la teoría genética de la herencia. El resultado neto fue que los rendimientos de los cultivos en la URSS cayeron debido a los intentos de aplicar las teorías de Lysenko, incluso en un momento en que ya había escasez de alimentos y malas cosechas generalizadas. Esto bien puede haber contribuido a la crisis de hambre que afligió a la URSS bajo Stalin. Por otra parte, esta doctrina representó un retroceso de décadas para la ciencia soviética.

No hay una ciencia soviética como tal. Las verdades universales reveladas por el descubrimiento de la herencia genética y los hallazgos de la teoría de la selección natural, como el mecanismo que determina la transformación de las especies, no dependen de las condiciones locales y mucho menos de opiniones políticas. La idea de que una teoría científica debe ser priorizada por su relación más estrecha con una ideología política va directamente en contra de la universalidad de la ciencia. La adopción del Lysenkoismo resultó perjudicial para la sociedad y un retroceso para la ciencia. Los científicos soviéticos que valientemente se opusieron a esta teoría le hicieron justicia a dicho principio y literalmente arriesgaron sus vidas en la defensa de la verdad de estos principios científicos. La universalidad significa que no se puede elegir entre hipótesis o teorías por democracia (por ejemplo, la opinión de la mayoría) o a partir de la ideología política dominante en una sociedad.

Por el contrario, todos los investigadores que trabajan en un campo, independientemente de dónde se encuentren, sus puntos de vista, preferencias o creencias, deben aceptar la evidencia tal como se presente y seguirla hasta donde lleve. Las leyes de la naturaleza son las mismas en todas partes. Esto significa que incluso cuando alguna observación científica lleve a una hipótesis que no se ajuste a los puntos de vista de un investigador, ya sea acerca de la ciencia o la sociedad, está obligado a confirmar la hipótesis en otro lugar para conformar o ajustar sus propias ideas. Las posturas individuales, locales, nacionales o ideológicas no deben influir en la búsqueda de la verdad. Cuando una verdad llega a ser demasiado inconveniente desde un punto de vista ideológico particular, o incluso cuando se desmiente una verdad científica anteriormente aceptada a la luz de nuevas pruebas, el investigador está obligado a aceptar la evidencia y cambiar de punto de vista o, de otra forma, la sociedad y la propia ciencia pueden resultar perjudicadas. No debe colocarse a la ideología por encima del hecho o la evidencia. La sociedad confía la búsqueda de leyes de la naturaleza a los científicos y tiene derecho a conocer los frutos de esa búsqueda, independientemente de la política o ideología imperante.

## **Comunidad**

La ciencia no puede llevarse a cabo con éxito en el vacío, su progreso depende del trabajo de grupos de investigación en todo el mundo, que compiten entre sí en muchos sentidos, pero que siempre trabajan con el mismo objetivo: la verdad. Para alcanzar esa meta, a pesar de la rivalidad entre investigadores, todas las partes involucradas deben reconocer que las instituciones de la ciencia son, en última instancia, comunales. En otras palabras, cada investigador trabaja de alguna manera en conjunto con todos los demás, incluso cuando compiten entre sí. Para ser científica, una hipótesis debe ser comprobable a través de un experimento que pueda ser replicado. Además de quienes idearon la hipótesis, es vital que otros investigadores en entornos dispares y de diversas procedencias puedan realizar pruebas. Cualquier número de sesgos y errores puede causar falsos positivos o negativos, por ello es fundamental que otros puedan confirmar los hallazgos y, así, alcanzar un mayor grado de certeza. Para que esto funcione,

no sólo los resultados deben ser publicados, sino que los métodos y mecanismos también deben ser revelados.

Para que la naturaleza comunitaria de la ciencia funcione correctamente, los demás deben ser capaces de replicar y reproducir todos los aspectos de un estudio, quizá con algunos ajustes menores a fin de confirmar los resultados del mismo y, posteriormente, deberán publicarse. Si alguien esconde sus datos, no da a conocer sus métodos u obstaculiza de otra forma la conformación de las hipótesis, está incumpliendo el *ethos* de la ciencia.

Ciertos intereses económicos pueden ser responsables de dificultar el acceso a las publicaciones científicas por medio de algún cobro. Sin embargo, los investigadores modernos tienen siempre la opción de publicar en revistas de acceso abierto con el fin de aumentar las posibilidades de que otros colegas repitan el experimento y confirmen sus hallazgos. Actualmente, éstos cuentan con oportunidades para aumentar la disponibilidad de los estudios para la comunidad en general y cumplir con sus obligaciones hacia ella y la ciencia. El principio de comunidad exige que el investigador se involucre en el trabajo de otros, publique su propio trabajo, se mantenga al día sobre los avances técnicos y científicos, y lleve a cabo las mejores prácticas científicas. Asimismo, ignorar la naturaleza comunitaria de la ciencia resulta dañino para la sociedad, puesto que es el motor que la impulsa en su búsqueda de verdades a través de la financiación y la educación. No compartir los resultados de un trabajo que en gran medida se logró a través de la buena voluntad y disposición de la sociedad, es una forma de robo. La ciencia le debe a esta última los resultados de su estudio y esto significa que los investigadores deben compartir con sus pares y la sociedad en general, tanto como sea posible los frutos de sus estudios. Guardar la confidencialidad de un descubrimiento no sólo obstaculiza el quehacer científico, sino que constituye la privación de un derecho.

## **Imparcialidad**

Para funcionar correctamente, los científicos deben mantener un estado de desapego o imparcialidad. Esto no significa apatía, sino que, independientemente

de los resultados alcanzados, el investigador se mantendrá fiel a su estudio incluso si llegara a contradecir sus expectativas. Por lo general, éstas se refieren a que una hipótesis se pueda confirmar a través de algún experimento, pero en la mayoría de los casos esto no es cierto; más bien, las hipótesis a menudo son rechazadas o quedan sin confirmar. Sin embargo, la expectativa en un resultado determinado puede conducir a errores o, en el peor de los casos, al fraude.

La imparcialidad exige dejar de lado las expectativas al realizar un experimento para poner a prueba una hipótesis y aceptar los resultados. No hacerlo constituye un perjuicio para la sociedad y puede dar lugar a errores costosos o trágicos. Los callejones sin salida en la investigación deben ser registrados a fin de encontrar nuevas vías y que la verdad pueda ser alcanzada. Perseguir los intereses propios puede llevar a un investigador a un callejón sin salida y mantenerlo ahí, lo cual representa un desperdicio de recursos y un engaño a la sociedad. Incurrir en este tipo de faltas es dañino para las instituciones de la ciencia y despierta desconfianza por parte de un público cauteloso. Inclusive si la práctica científica se realiza correctamente y la hipótesis es confirmada, puede perderse la confianza de la sociedad en los investigadores por algún interés personal en el resultado. Aun la apariencia de un interés se debe evitar y los investigadores deben mantenerse desinteresados en el resultado de sus estudios con el fin de evitar los sesgos y mantener la confianza del público. Esto significa permanecer indiferente al resultado, incluso ante la posibilidad de un beneficio (una publicación, notoriedad, crecimiento profesional, entre otros). El interés de los investigadores debe centrarse en el descubrimiento de la verdad.

Un ejemplo que ilustra los peligros del sesgo en la investigación es el reciente escándalo de Climategate, en el que salieron a la luz varios correos electrónicos que fueron revelados aparentemente sin autorización por una organización de noticias (Orozco *et al.*, 2010).

Por otro lado, la posibilidad de que el conocimiento científico y la tecnología se usen para bien y para mal ha dado lugar a concepciones encontradas acerca de su naturaleza y de los problemas éticos que plantean. Una de

esas concepciones sostiene la llamada *Neutralidad valorativa* de la ciencia y la tecnología. Ésta afirma que los conocimientos, las técnicas y los instrumentos son medios para obtener fines determinados, y que su evaluación dependerá de cómo se usen. Los conflictos éticos surgen ante la elección de los fines a perseguir, pues son éstos los que pueden ser buenos o malos desde un punto de vista moral. A la anterior concepción se opone otra que propone un análisis según el cual la ciencia y la tecnología ya no pueden concebirse como indiferentes al bien y al mal. La razón es que la ciencia no se entiende únicamente como un conjunto de proposiciones o de teorías, ni la tecnología se entiende sólo como un conjunto de artefactos o de técnicas. La ciencia y la tecnología se entienden como constituidas por sistemas de acciones intencionales.

Es decir, como sistemas que incluyen a los agentes que deliberadamente buscan ciertos fines, en función de determinados intereses, para lo cual ponen en juego creencias, conocimientos, valores y normas. Los intereses, los fines, los valores y las normas forman parte también de esos sistemas, y sí son susceptibles de una evaluación moral (Olivé, 2004).

Para tratar de armonizar los valores tanto científicos como sociales, es importante tener en cuenta cómo surge la moral. Según Nietzsche, se originó por el deseo de un grupo social de imponerse a otro. Cuando uno de ellos carece de una posición de fuerza, hace prevalecer sus valores y su forma de concebir la vida. De esta manera, cuando nace un individuo, éste no decide qué valores adoptará, sino que los encuentra como parte de su sociedad y, si quiere integrarse a ella, debe simplemente seguirlos. El individuo moral pierde de vista que la capacidad de crear valores es una prerrogativa humana; de esta manera, reduce y deprime su propia capacidad para autorregularse, pues acepta sin cuestionamientos como valores absolutos las normas impuestas por una sociedad, una religión o una institución, y como recompensa recibe el calificativo de individuo "moralmente bueno". El cuerpo teórico de la moral tiene como principal característica la pretensión de justificar una serie de dogmas que han de ser considerados incuestionables. Puede analizarse la relación del individuo con una determinada moral y juzgar si su conducta es buena o mala. La moral no es sinónimo de "bueno",

sino que denota si una acción puede ser juzgada como buena o mala, de acuerdo con las costumbres vigentes.

Sin embargo, los sujetos "moralmente buenos" carecen de algo que sólo puede provenir de su interior: la convicción que brota del autocuestionamiento, de la deliberación libre y auténtica y, por supuesto, de la elección sin imposiciones. Esto sólo puede existir cuando se ejerce la capacidad humana de pensar, de reflexionar antes de actuar; cuando se plantean algunas preguntas antes de actuar, en lugar de obedecer automáticamente una norma: ¿por qué hago esto?, ¿por qué "debo" hacerlo?, ¿actúo por convicción, por conveniencia o por inercia?, ¿estoy actuando como quiero o como debo? Y al inquirir ¿qué relación ha de existir entre mi "querer" y mi "deber"?; ¿he de hacer lo que quiero o lo que debo? o, ¿tengo que elevar a nivel de deber absoluto precisamente aquello que más quiero? (¿o negarme a lo que menos deseo?).

Por otro lado, surge la ética: cuando un individuo deja de seguir sin cuestionamientos las reglas que la sociedad, el partido, el Estado, la Iglesia o en general, las normas que el mundo exterior le impone.

La acción ética –a diferencia de la acción moral– implica una reflexión, una interiorización y, por lo mismo, exige que la persona tenga la valentía necesaria para ser auténtica. En contraste, la moral no exige tanto, sino tan sólo su cumplimiento. La ética demanda que el individuo tenga el valor necesario para someter a juicio la moral vigente, requiere que éste sea capaz de romper con ella (si al analizarla encuentra que carece de fundamentos) y crear algo nuevo. En pocas palabras requiere que cada ser humano tenga la firme determinación de ser libre, no sólo para elegir, sino para comprometerse con sus propias creaciones, con los valores que deduce y escoge.

Dicho en palabras de Kant, la moral es heterónoma, ya que los individuos que la aceptan siguen múltiples normas exteriores sin someterlas a un juicio crítico, mientras que la ética es autónoma, pues el individuo éticamente bueno crea, gracias a sus capacidades intelectuales, sus propios valores, y

se impone a sí mismo una ley autónoma tomando en cuenta las limitantes de toda acción.

La ética lo salva de ser “uno más” del montón, uno más de esos dóciles seguidores y le hace pensar por cuenta propia y seguir sus propias normas; la ética nos salva de la moral. Por ello decimos que debemos estar dispuestos a ser inmorales, si aspiramos a ser éticos. Sócrates fue un inmoral y por eso lo condenaron a muerte. El ser humano está en constante cambio, y su destino se teje con base en las costumbres que elige: nuestro carácter traza nuestro destino, como dijo el poeta: “cada quien es el arquitecto de su propio destino”. Si adoptamos costumbres injustas, actuaremos de manera injusta, y nuestras acciones no serán aisladas ni circunscritas, sino que las incorporaremos a nuestro ser. Toda persona tiene un *ethos*, pero sólo puede merecer el calificativo de ético cuando se ha conformado de manera activa, deliberativa y libre; cuando el individuo ha elegido conscientemente su propio ser. Viene muy al caso aquella bella metáfora del pensador renacentista Pico della Mirandola, quien nos relata la creación del mundo. Narra cómo cada ser creado acudía a Dios para que le concediera una cierta forma de ser: así le dio un ser a cada ente. Al ave le decía: tú volarás y harás tal y cual cosa. Al pez, tú nadarás y vivirás de tal forma. Cuando tocó el turno al ser humano, Dios le otorgó el más bello regalo: no le dio nada, no le dio ser, sino que lo dejó en libertad de adquirirlo y le dijo algo como esto: No te daré una forma, ni una función específica, tú tendrás la forma y función que desees. La naturaleza de las demás criaturas la he dado constreñida a mi deseo, pero tú no tendrás límites. Tú definirás tus propias limitantes, de acuerdo con tu libre albedrío. No te he hecho ni mortal, ni inmortal. Ni de la tierra, ni del cielo. De tal manera, que tú podrás transformarte a ti mismo en lo que desees. Podrás descender a la forma más baja de existencia, como si fueras una bestia, o podrás, en cambio, renacer más allá del juicio de tu propia alma, entre los más altos espíritus, y serás como los dioses.

Éste fue el regalo de Dios al hombre: su libertad, y con ella también le concedió la más alta dignidad. Se trata de una bella metáfora sobre el ser humano, que no es nada, sino que adquiere su ser a lo largo de su vida. Llega a convertirse en Gandhi o Hitler, Beethoven, un asesino, un amante de la

vida o un suicida. El pensamiento ético es una invitación a elegir nuestro ser, a dejar de obedecer o funcionar como autómatas; a comenzar a pensar y elegir. Por eso la libertad es la esencia de la ética. La ética es el único ámbito en que ejercemos la auténtica libertad, por ello vale la pena ser in-moral, si a cambio se logra ser ético (Rivero, S.D.).

Por otro lado, la ética deontológica también contribuye a la formación y toma de conciencia de los deberes y obligaciones dentro de una profesión determinada. Una profesión es un número de individuos con la misma ocupación, que se organizan voluntariamente para ganarse la vida sirviendo abiertamente a un ideal moral, en una manera moralmente permisible más allá de lo que la ley, el mercado y la moralidad de otra forma requerirían. Es habitual que se plasmen en códigos, códigos de ética que rigen la actuación de los representantes de la profesión (colegiados) con el fin de que a través del buen hacer se obtengan resultados deseables. Por lo tanto, es una ética aplicada y aceptada por un colectivo profesional. Particularmente, la práctica de la Química y todas las otras ciencias produce cuestionamientos éticos en varios niveles, por lo que los químicos tienen una responsabilidad profesional de servir al interés y bienestar público y de fomentar el conocimiento de la ciencia. Los químicos deben preocuparse activamente por la salud y bienestar de compañeros de trabajo, consumidores y la comunidad. Los comentarios públicos en materias científicas deben hacerse con cuidado y precisión, sin declaraciones insustanciales, exageradas o prematuras (ACS, S.D.).

La profesión química debe, a través de las instituciones y asociaciones profesionales, reexaminar los códigos de ética para asegurarse de que respondan a los retos prácticos y éticos del mundo actual (Kovac, 2015).

Todo ciudadano-científico tiene un compromiso consigo mismo y con la sociedad en su conjunto sobre los valores que permean el ámbito de la ciencia y la tecnología para regular las acciones y consecuencias de éstas. La sociedad evalúa a la ciencia cada vez más promoviendo la discusión pública de temas como clonación, transgénicos, etc.

Los desafíos actuales son multidisciplinarios y cubren el ciclo de vida completo de la innovación (desde la investigación al desarrollo de conocimientos y sus aplicaciones). La ciencia, la tecnología y la innovación deben conducirnos hacia un desarrollo más equitativo y sostenible (Hernández & Coello, 1999).

## Referencias

AMERICAN CHEMISTRY SOCIETY (ACS), (S.D.). *The Chemical Professional's Code of Conduct*. Consultado el 7 de agosto de 2021 en <https://www.acs.org/content/acs/en/careers/career-services/ethics/the-chemical-professionals-code-of-conduct.html>

BUNGE, M. (1972). *Ética y Ciencia*, 3ª edición. Buenos Aires: Ediciones Siglo XX.

HERNÁNDEZ, R., & Coello, S. (1999). *Desarrollo científico técnico de la sociedad*. Las Villas, Cuba, 31-39 pp.

KOEPSSELL, D., & Ruiz, M. (2015). *Ética de la Investigación. Integridad científica*. México: Conbioética-CONACYT.

KOVAC, J. (2015). Ethics in Science: The Unique Consequences of Chemistry; *Accountability in Research*, 22:6, 312-329 pp.

OLIVÉ, L. (2004). *El bien, el mal y la razón, facetas de la ciencia y de la tecnología*; Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos. México: Editorial Paidós.

OROZCO, L., Chavarro, D., Merton, R. (2010). La Ciencia como Institución; *Revista de Estudios Sociales*, Núm. 37, 143-162 pp.

RIVERO, P. (S.D.). *Apología de la inmoralidad*, Seminario el ejercicio de la medicina. Consultado el 17/07/19 en [http://www.facmed.unam.mx/eventos/seam2k1/2004/ponencia\\_ene\\_2k4.htm](http://www.facmed.unam.mx/eventos/seam2k1/2004/ponencia_ene_2k4.htm)

RUVALCABA, J. (2008). *El compromiso social de la ciencia y de los científicos en Ética, compromiso y metodología. El fundamento de las ciencias sociales*. México: CIESAS. Consultado el 2/07/19 en [www.academia.edu/16579266/El\\_compromiso\\_social\\_de\\_la\\_ciencia\\_y\\_de\\_los\\_cient%C3%ADficos](http://www.academia.edu/16579266/El_compromiso_social_de_la_ciencia_y_de_los_cient%C3%ADficos)

SCHULZ, P. (2005). La Ética en la Ciencia, *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Vol. 6(2), 120-156 pp.

SCIDEV (2010). *Comunicación. responsabilidad de todos los científicos*, consultado el 05/07/19 en [www.scidev.net/america-latina/comunicacion/editoriales/comunicacion-responsabilidad-de-todos-los-cient-ficos.html](http://www.scidev.net/america-latina/comunicacion/editoriales/comunicacion-responsabilidad-de-todos-los-cient-ficos.html)

UNESCO (2019). *La ciencia al servicio de la sociedad*, consultado el 01/07/19 en [www.unesco.org/themes/ciencia-al-servicio-sociedad?language=fr](http://www.unesco.org/themes/ciencia-al-servicio-sociedad?language=fr)

# La modernidad y el aspecto social de la ciencia

Rogelio Laguna  
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

## Introducción

En las últimas décadas, la perspectiva de que la ciencia involucra aspectos sociales es prácticamente un acuerdo. La cuestión social de la ciencia debe entenderse en diversos niveles, por ejemplo a) al considerar que la ciencia se lleva a cabo a partir de comunidades científicas y b) que está inserta dentro de una sociedad en un camino de “ida y vuelta”, es decir, en una relación donde se influyen y modifican una a otra.

Esta perspectiva, sin embargo, no ha sido siempre mantenida ni por los científicos ni por los filósofos de la ciencia, sino que es resultado de una serie de debates y enfrentamientos teóricos en el siglo pasado, que poco a poco lograron hacer patente que la relación de la ciencia con la sociedad era una variable insoslayable para entender el quehacer, la responsabilidad y los fines del saber científico. En nuestro país, en el reciente cambio de siglo, pensadores como Luis Villoro (2009) y León Olivé (2000) insistieron en el componente social de la ciencia, y en comprender este saber dentro de un contexto social y cultural.

Y aunque los debates sobre este componente son relativamente recientes, ya la revolución científica del siglo XVII, en la que nuestra ciencia se gestó, había anunciado el aspecto social del saber y lo había integrado en su propuesta epistemológica. Esto puede observarse en las obras de los padres de la modernidad: René Descartes (1596-1650) y Francis Bacon (1561-1626). Es justo a este importante antecedente histórico sobre la cuestión social del saber y el quehacer científico al que dedicamos las siguientes páginas. Consideramos que si podemos mostrar que la ciencia moderna ha estado estrechamente acompañada por una importante preocupación social desde sus orígenes, comprenderemos mejor la responsabilidad de tener presente y actualizar en cada momento este compromiso.

## Los orígenes de la ciencia moderna

Es en la frontera del siglo XVII donde surge la ciencia moderna (Koyré, 1979), en las décadas cercanas a dicho siglo convergieron una serie de ideas renovadoras que buscaron establecer nuevas rutas para el conocimiento de la naturaleza, para la incorporación crítica del saber antiguo y medieval, y para establecer nuevos métodos de observación e investigación. Las leyes de Kepler y la revolución copérnica, la cosmología heterodoxa de Giordano Bruno, los desarrollos técnicos galileanos y sus descubrimientos celestes abonaron al que sería el siglo de la Revolución científica, que cristalizó en una nueva noción del saber que sistematiza las observaciones, pone a prueba los prejuicios y evita admitir todo aquello que resulte dudoso partiendo de un método. Al frente de este proyecto, de lo que se ha denominado la ciencia moderna, se observan a dos principales exponentes: Francis Bacon y René Descartes.

Aunque en ambos pensadores sobreviven diversos elementos renacentistas y medievales, son reconocidos como constructores de la modernidad porque abonaron, cada uno según sus propias preocupaciones y conceptos, a una nueva propuesta epistemológica (Benítez, 2004) en la que:

1) Se hace patente el papel del sujeto en la construcción del conocimiento. Se ofrece un recuento de cuáles son las potencias y los límites del entendimiento y se evita la especulación infundada. Ambos autores contribuyeron de manera decisiva a una nueva comprensión del sujeto, que se vuelve el punto de partida del saber en la modernidad. Descartes en la célebre formulación del *cogito* y Bacon al observar el proceso de representación en la mente, en la que el sujeto representa el mundo según sus propias estructuras: "El entendimiento humano es con respecto a las cosas, como un espejo infiel, que, recibiendo sus rayos, mezcla su propia naturaleza a la de ellos, y de esta suerte los desvía y corrompe" (Bacon, 2011: 40).

2) Se rechaza el saber libresco, es decir, la creencia dogmáticamente en los argumentos provenientes de la tradición y se busca la verificación

a partir de la experiencia. Bacon insistirá en su obra en la necesidad de que el pensamiento no sea como una “araña” que saca toda su materia prima de ella misma para construir su red.<sup>17</sup> Descartes, por su parte, insistirá en la primera parte del *Discurso* sobre su necesidad de viajar y verificar en la experiencia aquello que sus maestros le habían enseñado en la escuela.

3) Cada uno desarrolla una noción de método. Conciben al método como un paso indispensable en la selección de datos y su incorporación al saber. Observar o reflexionar sin método, así como coleccionar experiencias, no conduce a ningún lugar e incluso puede derivar en un peligro puesto que se puede llegar a conclusiones erróneas y tomar vías equivocadas. Bacon en su *Novum organum* nos presenta la tabla de presencias y ausencias que permite filtrar y organizar los datos de la experiencia, mientras que Descartes describe cuatro pasos en su *Discurso*.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> “31.- Es en vano esperar gran provecho en las ciencias, injertando siempre sobre el antiguo tronco; antes al contrario, es preciso renovarlo todo, hasta las raíces más profundas, a menos que no se quiera dar siempre vueltas en el mismo círculo y con un progreso sin importancia y casi digno de desprecio” (Bacon, 2011: 38).

<sup>18</sup> “Por todo lo cual, pensé que había que buscar algún otro método que juntase las ventajas de esos tres, excluyendo sus defectos. Y como la multitud de leyes sirve muy a menudo de disculpa a los vicios, siendo un estado mucho mejor regido cuando hay pocas, pero muy estrictamente observadas, así también, en lugar del gran número de preceptos que encierra la lógica, creí que me bastaría los cuatro siguientes, supuesto que tomase una firma y constante resolución de no dejar de observarlos una vez siquiera.

Fue el primero no admitir como verdadera cosa alguna, como no supiese con evidencia que lo es; es decir, evitar cuidadosamente la precipitación y la prevención, y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentase tan clara y distintamente a mi espíritu, que no hubiese ninguna ocasión de ponerlo en duda.

El segundo, dividir cada una de las dificultades que examinare en cuantas partes fuere posible y en cuantas requiriese su mejor solución.

El tercero, conducir ordenadamente mis pensamientos, empezando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para ir ascendiendo poco a poco, gradualmente, hasta el conocimiento de los más compuestos, e incluso suponiendo un orden entre los que no se preceden naturalmente.

Y el último, hacer en todos unos recuentos tan integrales y unas revisiones tan generales, que llegase a estar seguro de no omitir nada” (Descartes, 2010, II).

4) Finalmente, hay una preocupación por la aplicación del saber y evitar que se trate de una mera colección de datos o que se tenga a la contemplación como objetivo último. Descartes, por ejemplo, desarrollará en su *Dióptrica* el saber necesario que desemboque en la adecuada elaboración de lentes tan indispensable para la elaboración de instrumentos. Asimismo, Bacon en su *Nueva Atlántida*, su utopía, insistirá en que el saber de la ciencia debe desembocar en su aplicación.

Ahora bien, como el proyecto epistemológico de la modernidad parte del sujeto y en éste tienen lugar los criterios epistemológicos del método, es fácil pensar que el saber en la modernidad es un asunto primordialmente individual; esto se le critica frecuentemente al proyecto moderno. Sin embargo, la relación entre el saber y la sociedad es una cuestión que contemplaron y promovieron estos pensadores, y como veremos en la siguiente sección, esto no puede soslayarse si quiere comprenderse la tradición de pensamiento surgida en la Revolución científica y a la cual la ciencia contemporánea sigue vinculada.

## **La ciencia moderna y la sociedad**

El aspecto social de la ciencia moderna está presente tanto en Descartes como en Bacon en diversas rutas, pero nos interesa concentrarnos en dos aspectos: la filantropía y el desarrollo colectivo del saber científico.

En cuanto a la filantropía, en ambos pensadores la ciencia aparece como un proyecto que tiene como fin ayudar a la humanidad y mejorar la vida de las personas, facilitar el trabajo, mejorar la salud y las condiciones de la existencia. Esto es comprensible si entendemos que en el siglo XVII eran desconocidos los remedios para males que en el siglo XXI se curan con una pastilla o ungüento fácil de adquirir. Además no se contaba con máquinas eficientes para la producción y se requería mucha fuerza manual de trabajo que implicaba grandes fatigas y desgaste.

Bacon en su obra *La gran restauración*, en la que estaba incluida el *Novum organum*, se inserta dentro de la filantropía cuando señala su intención de *restaurar* aquel momento del hombre en la creación antes de su caída en la que tenía a su disposición el paraíso. La ciencia será la manera, como lo deja ver también en su *Nueva Atlántida*, en la que el hombre podrá regresar al *Sabbat*. Con el poder del conocimiento, la naturaleza estará del lado del hombre, permitiéndole una vida apacible, lejos de las carencias y los peligros, tal como viven los habitantes de su utopía. Así lo expresa Bacon en el plan de la *Instauratio Magna*:

Explicadas estas cosas y después de que por fin quede patente qué proviene de la naturaleza de las cosas y qué de la naturaleza de la mente, creemos haber preparado y adornado el tálamo para las bodas de la Mente y del Universo bajo los auspicios de la bondad divina. Sea el augurio del canto nupcial que de esta unión nazcan ayudas para los hombres y una estirpe de inventores que domén y sometan, al menos en parte, las necesidades y miserias humanas (Bacon, 2011: 35).

Descartes, por su parte, coinciden varios biógrafos, demostró durante toda su vida un gran interés por difundir los resultados de sus descubrimientos a artesanos y personas de a pie que se vieran beneficiadas por ellos. Asimismo, el *Discurso* lo publica en francés, pensando en un público amplio, que pueda obtener las bondades del método:

Y si escribo en francés, que es la lengua de mi país, en lugar de hacerlo en latín, que es el idioma empleado por mis preceptores, es porque espero que los que hagan uso de su pura razón natural juzgarán mejor mis opiniones que los que sólo creen en los libros antiguos; y en cuanto a los que unen al buen sentido el estudio, únicos que deseo sean mis jueces, no serán solamente tan parciales en favor del latín que se nieguen a oír mis razones por ir explicadas en lengua vulgar. (Descartes, 2010, I)

En esta misma obra el filósofo francés declara que investigará cómo alargar la vida humana y reducir las fatigas a las que las personas de la época

se veían sometidos día a día (Descartes,2010, VI). He ahí la filantropía caritativa (Velázquez, 1994):

[...] es posible llegar a conocimientos muy útiles para la vida, y que, en lugar de la Filosofía especulativa, enseñada en las escuelas, es posible encontrar una práctica, por medio de la cual, conociendo la fuerza y las acciones del fuego, del agua, del aire, de los astros, de los cielos y de todos los demás cuerpos, que nos rodean, tan distintamente como conocemos los oficios varios de nuestros artesanos, podríamos aprovecharlas del mismo modo, en todos los usos a que sean propias, y de esa suerte hacernos como dueños y poseedores de la naturaleza. Lo cual es muy de desear, no sólo por la invención de una infinidad de artificios que nos permitirían gozar sin ningún trabajo de los frutos de la tierra y de todas las comodidades que hay en ella, sino también principalmente por la conservación de la salud, que es, sin duda, el primer bien y el fundamento de los otros bienes de esta vida, porque el espíritu mismo depende tanto del temperamento y de la disposición de los órganos del cuerpo, que, si es posible encontrar algún medio para hacer que los hombres sean comúnmente más sabios y más hábiles que han sido hasta aquí, creo que es en la medicina en donde hay que buscarlo (Descartes, 2010, VI).

Ahora bien, además de considerar el mejoramiento de la sociedad como fin del saber para los modernos, la ciencia también es contemplada como un proyecto colectivo en ambas perspectivas. Las razones para esto son diversas, por ejemplo, las limitadas experiencias que una persona puede llevar a cabo durante su vida, la necesidad de dividir el trabajo científico para poder realizar una serie de procesos y, por supuesto, aunque esto tal vez de manera implícita, la necesidad de contar con una serie de interlocutores que ayuden a validar el conocimiento, encontrar su debilidades y poner a pruebas las ideas. Descartes así lo señala en la Sexta parte del *Discurso*, advirtiendo la necesidad que en el futuro se continúe la investigación por nuevos actores:

Verdad es que la que ahora se usa contiene pocas cosas de tan notable utilidad; pero, sin que esto sea querer despreciarla, tengo por cierto que no hay nadie, ni aun los que han hecho de ella su profesión, que no confiese que cuanto se sabe, en esa ciencia, no es casi nada comparado con lo que queda por averiguar y que podríamos librarnos de una infinidad de enfermedades, tanto del cuerpo como del espíritu, y hasta quizá de la debilidad que la vejez nos trae, si tuviéramos bastante conocimiento de sus causas y de todos los remedios, de que la naturaleza nos ha provisto. Y como yo había concebido el designio de emplear mi vida entera en la investigación de tan necesaria ciencia, y como había encontrado un camino que me parecía que, siguiéndolo, se debe infaliblemente dar con ella, a no ser que lo impida la brevedad de la vida o la falta de experiencias, juzgaba que no hay mejor remedio contra esos dos obstáculos, sino comunicar fielmente al público lo poco que hubiera encontrado e invitar a los buenos ingenios a que traten de seguir adelante, contribuyendo cada cual, según su inclinación y sus fuerzas, a las experiencias que habría que hacer, y comunicando asimismo al público todo cuanto averiguaran, con el fin de que, empezando los últimos por donde hayan terminado sus predecesores, y juntando así las vidas y los trabajos de varios, llegásemos todos juntos mucho más allá de donde puede llegar uno en particular [...] (Descartes, 2010, VI).

Bacon, por su parte, en la *Nueva Atlántida* realiza explícitamente una importante división del quehacer científico y establece toda una red de técnicos, burócratas, funcionarios y expertos que participan en el proceso de generar nuevos saberes científico-tecnológicos, y que para muchos establecería las bases para una concepción social del quehacer de la ciencia. El trabajo científico, según refiere el inglés dentro de la obra, está dividido de la siguiente manera: (Bacon, 1941: 146 y ss.).

1. Los "mercaderes de luz" buscan por diversos países libros, resúmenes y modelos de experimentos que transportan a la isla.
2. Los "depredadores" recogen los experimentos de los libros.
3. Los "hombres del misterio" recogen los experimentos directamente en las artes mecánicas y en las ciencias liberales.

4. Los “exploradores o mineros”, quienes ensayan nuevos experimentos según les parezca bien.
5. Los “compiladores” ordenan los experimentos de los cuatro anteriores para facilitar la extracción de axiomas y observaciones.
6. Los “donadores y bienhechores” estudian los experimentos de sus compañeros e intentan sacar cosas prácticas para la vida del hombre, así como para el conocimiento y causas de los cuerpos.
7. Los “lámparas”, quienes trabajan después de reuniones de discusión y análisis para estudiar los trabajos y compilaciones, ellos se encargan de dirigir nuevos experimentos que profundicen más en la naturaleza.
8. Los “inoculadores” realizan los experimentos preparados por los “lámparas”.
9. En lo más alto de la cadena están los “intérpretes de la naturaleza”, quienes elevan los experimentos y las observaciones a axiomas y aforismos. Son quienes estarían llevando a cabo propiamente la tarea a la que Bacon ha destinado su Filosofía.
10. Un ejército de sirvientes y asistentes completan el trabajo de todos los anteriores.

Para diversos comentaristas, la división del trabajo en la ciencia planteada por Bacon y su concepción colectivista será el gran antecedente del surgimiento de las sociedades científicas, empezando por la Royal Society en Inglaterra.

## **Los riesgos de la sociedad para la ciencia**

La filantropía y la dimensión colectiva del conocimiento científico hacen patente que los proyectos de los fundadores de la modernidad no se agotan en la individualidad, sino que suponen una importante dimensión social. Además de lo que ya hemos dicho, también los pensadores modernos no olvidan considerar posibles distorsiones epistemológicas que pueden provenir de la sociedad y advierten que deben mantenerse a raya para la consecución de su proyecto.

En el caso de Bacon, no olvida que es en la sociedad donde tienen cabida los llamados "ídolos" del foro y del teatro que pueden distorsionar el saber y "contaminar" la verdad. Asimismo, Descartes concibe en el Discurso que el conocimiento podría estar construido de manera inexacta o poco clara cuando depende de muchas manos, como un edificio que no ha sido diseñado por un solo hombre, sino por muchos. Es también en el aspecto social donde el individuo se ve compelido por el saber libresco y la autoridad. Frente a ello el francés recomienda la aplicación del método y la evaluación de las ideas hasta tener certeza sobre ellas.

Para los modernos, la sociedad motiva el quehacer de la ciencia y lo enmarca, pero también le supone retos y peligros que deben observarse. La ciencia en nuestra época no sólo debe considerar lo anterior, sino también preocuparse por cuáles son los riesgos que la ciencia puede conllevar en el ámbito social, toda vez que en nuestros días este saber no siempre recuerda sus raíces filantrópicas y puede estar al servicio de diversos intereses egoístas que atenten más bien contra la humanidad. Así lo ve, por ejemplo, León Olivé (2000: 14-15):

Así como por una parte la ciencia y la tecnología nos dan seguridad y confianza, por otra infunden temores. Todos conocemos alguna persona que de ninguna manera se sube a un avión, aunque reconozca la irracionalidad de su fobia. Pero muchos temores sobre la ciencia y la tecnología, a diferencia de las fobias, tienen *razones* de ser: basta pensar en su poder para infligir sufrimiento, en las armas nucleares, químicas y biológicas, o en la manipulación genética, la cual puede conducir a resultados dignos de encomio, pero también a posibilidades condenables. El deterioro ambiental, por sí solo, justifica de sobra nuestros temores acerca de las consecuencias negativas de la ciencia y la tecnología.

La ciencia contemporánea se ha encontrado, por tanto, con una dimensión no vista por los modernos, pero que es insoslayable: que la ciencia y la tecnología pueden también ser nocivas para la humanidad y esto requiere nuevas disposiciones para el quehacer científico.

## Conclusiones

Con lo que hemos expuesto en las páginas anteriores hemos buscado explicar por qué la nueva ciencia se construyó entre la crítica y la preocupación por aspectos sociales. Señalamos que la ciencia moderna, particularmente en su fundación en los pensamientos de Bacon y Descartes, no se concibe como un saber aislado de la sociedad, sino que la toma en cuenta. Y por lo tanto la modernidad, al menos la temprana, está lejos de ser un proyecto que sólo busque beneficios individualistas y económicos. Incluso expusimos que la filantropía guía el quehacer de esta ciencia y sus objetivos.

Finalmente, apuntemos que la revisión de la gestión de la ciencia moderna nos permite realizar un contraste entre la ciencia en su formulación contemporánea con los orígenes de dicho proyecto en el siglo XVII. Es cierto que la ciencia con tiempo ha ganado especialización, precisión técnica y un vocabulario propio, pero también frecuentemente ha olvidado su origen filantrópico y su interconexión con la sociedad. Una perspectiva histórica se hace indispensable para recuperar dichos aspectos.

## Referencias

- BENÍTEZ, L. (2004). "Las vías de reflexión filosófica" en *Descartes y el conocimiento del mundo natural*. México: Porrúa.
- BACON, F. (2011). *La gran restauración (Novum organum)*, trad., introd. y notas Miguel Ángel Granada, apéndice Julian Martin. Madrid: Tecnos.
- BACON, F. (1941). *La nueva Atlántida*, Trad. Juan Adolfo Vázquez. Buenos Aires: Losada.
- DEBUS, A.G. (1986). *El hombre y la naturaleza en el Renacimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.

- DESCARTES, R. (2010). *Discurso del método*, trad. Manuel García Morente, Madrid, consultado el 6/10/19 en <http://www.posgrado.unam.mx/musica/lecturas/LecturaIntroduccionInvestigacionMusical/epistemologia/Descartes-Discurso-Del-Metodo.pdf>
- KOYRÉ, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. México: Siglo XXI.
- GAUKROGER, S. (2001). *Francis Bacon and the Transformation of Early-Modern Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MANZO, S. (1996). "El hombre como demiurgo en el pensamiento de Francis Bacon". *Revista de Filosofía y Teoría Política*, 1996, No. 31-32, p. 201-207.
- MANZO, S. (2004). Francis Bacon: la ciencia entre la historia del hombre y la historia de la naturaleza. *Cronos. Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, volumen 7, número 2, pp. 277-346.
- OLIVÉ, L. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*. México: Paidós-UNAM.
- TURRÓ, S. (1985). *Descartes, Del hermetismo a la nueva ciencia, prólogo de Emilio Lledóm*. Barcelona: Anthropos.
- VELÁZQUEZ, A. (1994). "De la filantropía en la ciencia cartesiana" en Laura Benítez, *De la filantropía de las pasiones*. México: UNAM.
- VILLORO, L. (2009). *Crear, saber, conocer*, decimocuarta reimpresión. México: Siglo XXI.

**DE TECNOCENCIA Y COSAS  
PEORES: CIENCIA, TECNOLOGÍA  
Y REGULACIÓN SOCIAL**

## Ciencia, innovación y responsabilidad social<sup>19</sup>

Adalberto de Hoyos Bermea  
Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales  
(CIECAS)-Instituto Politécnico Nacional

En el presente trabajo nos proponemos exponer los principales cambios que ha habido en la ciencia de nuestro tiempo, respecto a aquella que conocimos y su forma de estudio hasta las últimas décadas del siglo XX. Estos cambios tienen que ver, principalmente, con la introducción de la tecnología en un lugar privilegiado en la ciencia, dejando un lugar sólo instrumental. En esta tecnociencia que se configura, los dos elementos son esenciales para poder desarrollarse y los productos que provienen de ella tienen un carácter cada vez más aplicado en la producción de bienes y soluciones técnicas a muchos de los problemas que enfrentamos día a día. En una sociedad del conocimiento, donde la producción de bienes y servicios involucra una gran cantidad de conocimiento, la innovación tiene un papel central, que ya no está concentrado únicamente en el tema científico, sino también en el económico. Este cambio implica una transformación de los valores centrales de la ciencia y la tecnología, que guiaron las prácticas de sus comunidades hasta tiempos recientes.

En este trabajo expondremos algunas de las principales diferencias valorativas de las comunidades tecnocientíficas de nuestra época, para revisar cómo también es necesario una nueva ética de la investigación que involucre, no sólo los tradicionales supuestos teóricos de la ciencia y su aplicación, sino que suponga de antemano una estructura de investigación, desarrollo e innovación, que hará variar los valores y normas éticas de la ciencia tradicional. Uno de los puntos en los que habremos de concentrarnos es cómo esta ética de la investigación sería adecuada para las sociedades del conocimiento, al favorecer la objetividad de la investigación, a la vez que garantizaría formas en las que el conocimiento que se produce sea útil socialmente e incluya a todas las personas en una sociedad

---

<sup>19</sup> Este trabajo se realizó gracias al apoyo del proyecto de investigación SIP 20195712 de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

culturalmente diversa, al poder entregarles acceso a los bienes producto de la ciencia y la tecnología.

## **Ciencia e innovación en las sociedades del conocimiento**

La ciencia en la modernidad ha estado íntimamente ligada con la tecnología, donde ésta pasó de un lugar instrumental y a menudo despreciado, a uno tan importante como la ciencia; dependiendo del área de estudio o aplicación, puede tomar preminencia. Los ejemplos de esta simbiosis quedan ampliamente elaborados en los grandes proyectos científicos contemporáneos, como el Gran Colisionador de Hadrones o las perspectivas actuales de construcción de nuevos colisionadores 4 o 5 veces más grandes que este último (Gibney, 2018), son proyectos que tienen tanto de tecnológicos como científicos. Es por ello que muchos teóricos suponen que en nuestros días es imposible distinguir muchas veces ciencia de tecnología, por lo cual se prefiere hablar directamente de una tecnociencia (Echeverría, 2010).

En una sociedad del conocimiento suponemos que la producción de bienes y servicios incluyen una gran cantidad de conocimiento tecnocientífico, y éste queda disponible para el goce de la población, cuya vida se encuentra ya influenciada de distintas formas por dicho conocimiento en la forma de medios de comunicación, transporte, servicios de salud y casi cualquier otra área de la vida humana. Los distintos retos económicos, políticos y sociales buscan soluciones a través de la aplicación de conocimiento tecnocientífico, logrando en ocasiones mejorar la calidad de vida de aquellos que están involucrados en la problemática. Éste sería el caso de la salud, donde gracias al desarrollo de mucha tecnología y conocimiento científico se pueden curar hoy enfermedades que antes no era posible. La esperanza de vida hoy es mayor que en el pasado gracias a ese conocimiento, que queda cristalizado en instituciones de salud, tratamientos y fármacos.

Se expone a menudo que la ciencia pasó de un sistema de producción científico donde el interés básico era el conocimiento, a uno donde el interés está puesto en el logro de la innovación, en el poder producir una solución patentable. Este sistema obedece a un modelo de investigación, desarrollo

e innovación (I+D+i). Considerar que el conocimiento científico tiene como finalidad la producción de la innovación supondrá que el componente tecnológico es indispensable a la producción científica (García-Palacio *et al.*, 2001).

Existen múltiples críticas al modelo I+D+i, dado que su simplicidad no captura con precisión la complejidad del proceso científico, ni el de la invención, pero de alguna manera capta la importancia que tiene la innovación en muchos de los procesos de investigación que se desarrollan en la actualidad y deja ver cómo se ha acentuado el valor económico en la producción científica. Es verdad que siempre ha habido una relación importante entre la ciencia, la tecnología y la economía, piénsese en la Revolución Industrial y la importancia de los tecnólogos, así como el conocimiento de la ciencia de su época para la creación de los primeros motores de vapor, el impacto que tuvieron socialmente y en las economías de los países que los desarrollaron y aplicaron en la producción. Sin embargo, podrían todavía distinguirse varias esferas de estos campos, donde hoy en día quedan a menudo diluidas las esferas entre las distintas disciplinas científicas, así como sus aplicaciones tecnológicas y su desarrollo para la industria y la producción en diferentes ámbitos.

Lo anterior hace que la tecnociencia actual tenga valores distintos de aquellos que tradicionalmente fueron los que guiaron a las comunidades científicas; aunque habrá que admitir que entre las distintas disciplinas había una significativa diferencia entre los valores que se consideraban, podemos ver en la ciencia de la modernidad, hasta antes del giro que estamos describiendo, una preocupación central por los valores epistémicos de la práctica científica. Se podía tener una gran disputa sobre los valores sociales o culturales que se debían atender y favorecer a través de la práctica científica, pero en el centro de una comunidad debía de haber valores epistémicos como la verdad, la objetividad y la coherencia, lo cual otorgaba al ejercicio científico una gran legitimidad y una forma de dirimir conflictos entre teorías rivales.

Ante la aparición de una tecnociencia aparecen valores distintos, que hacen del componente tecnológico un componente central, así como del económico. El primero de ellos es la eficiencia, que es el sello propio de la tecnología. Se trata de un valor que dirige la práctica a preocuparse por la elicitación de los resultados lo más completos posibles, de forma más económica o rápida posible. Un valor como la eficiencia es un valor práctico, que desplaza valores teóricos como la explicación, la objetividad y la verdad, que discutíamos anteriormente (Echeverría, 2003).

Igualmente, al tratarse de una práctica científica y tecnológica que como decíamos tiene la posibilidad de crear soluciones que se incorporan en la forma de procesos, inventos o modelos, hace que todos ellos sean susceptibles de protección por parte de las distintas formas de propiedad industrial. Lo cual influye para que muchos de los proyectos de investigación y desarrollo estén alentados a llegar al patentamiento de una invención. Sin embargo, para patentar cualquier invención es necesario, aparte de ser nuevo y contar con un paso no obvio, no ser conocido previamente por el resto de la comunidad. Un tema que hace que no puedan ser difundidas partes importantes de la investigación, sino hasta que se haya concedido la patente (MacLeod & Radick, 2013).

Lo anterior hace que un valor como la comunicación de la ciencia, tan importante para su avance, representado en la evaluación por pares y sus resultados, ya no sea importante para la tecnociencia de nuestros días. El que un valor como el secreto se haya introducido de forma tan importante afecta la manera en que tienen que trabajar muchos de los científicos y tecnólogos en la actualidad. Ello significa algunos problemas, precisamente, para el acceso a la población en general al conocimiento científico y sus beneficios, lo cual supone que las previsiones éticas concebidas para la ciencia tradicional requieran de una revisión profunda que permita que las dinámicas actuales de las comunidades tecnocientíficas puedan entregar sus frutos a una sociedad, permitiéndole una mejor calidad de vida, ofreciéndole soluciones a las problemáticas que enfrenta, pero también importantes bienes y servicios que hagan posible el desarrollo de las formas de vida de distintas comunidades.

## Ética de la investigación I+D+i

La ética de la investigación científica es una de las áreas de estudio que fue cobrando relevancia durante el siglo XX. Aunque tiene una larga historia diferenciada en cada una de las disciplinas científicas, podemos ir encontrando a partir de mediados del siglo pasado reglamentaciones explícitas que regulan la actuación de las comunidades científicas, introduciendo en los laboratorios, consultorios y en la publicación requerimientos de observaciones éticas para poder aprobar un proyecto de investigación, o bien, difundir sus resultados.

El primero de los códigos éticos de los que tenemos conocimiento en Occidente es el juramento hipocrático, donde los médicos juraban ante Apolo, Asclepio y Panacea el cumplir con sus obligaciones en la mejor de sus habilidades con sus pacientes. En este juramento se establecen muchas de las obligaciones que todavía hoy rigen la relación médico-paciente, siendo la principal de ellas el no dañarle (Jonsen, 2008). Sin embargo, en el caso de muchas de las atrocidades de la investigación médico-biológica que se desarrollaron en los siglos XIX y XX, apareció una clara insuficiencia de la deontología del juramento hipocrático, pues muchas veces la investigación se desarrolló en sujetos que no eran pacientes, sino que fueron estrictamente sujetos de investigación. Tal fue el caso del experimento Maitland en el que algunos de los primeros sujetos en que se probó la vacuna de la viruela eran presos condenados a muerte, a quienes se les ofrecía el perdón si se sometían al tratamiento con el riesgo de morir (Amiel, 2014).

En los juicios de Nuremberg, parte de la defensa de los médicos nazis fue que no violentaron a pacientes, ya que ninguno de sus sujetos de experimentación lo eran, sino prisioneros de guerra sometidos a distintos y crueles experimentos (Amiel, 2014). A partir de la evidencia que fue surgiendo, fue claro que se necesitaban códigos éticos específicos para la labor de investigación y experimentación con humanos, pero fueron obligaciones que rápidamente se expandieron a muchas de las otras ciencias más allá de las médico-biológicas, para ser consideradas también en las ciencias sociales.

De las ciencias sociales, por ejemplo, la Antropología fue una de las primeras en tener algunas dudas sobre los valores éticos y sociales que estaban guiando su investigación, así como los usos que estaban haciéndose de los resultados que obtenían. En estas investigaciones, el conocimiento no era neutro, sino estaba siendo utilizado con fines políticos para colonizar pueblos e incorporarlos a una modernización ajena a los parámetros culturales y los fines que se tenían en estas culturas (Jorgensen, 1971).

La posición de poder y conocimiento que tienen muchos de los científicos que están realizando investigaciones en una comunidad, o bien, con fines clínicos vuelve importante de forma transversal que se cuiden los aspectos éticos de esa investigación y no sólo éstos que deben cuidar a los sujetos de investigación, también es necesario considerar las relaciones que tiene la ciencia, en específico las comunidades científicas, con las sociedades que los acogen y sostienen en su seno.

Olivé (2008) supone la necesidad de un nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología, en la que las comunidades científicas estén involucradas con las posibles soluciones para aquellos problemas que enfrentan las sociedades en las que se desarrollan. Una sociedad en la que el conocimiento tiene un lugar privilegiado para resolver los retos de su comunidad, pero en la que, aunque no todos son expertos, se toma en consideración el punto de vista de aquellas personas involucradas en la problemática con un conocimiento íntimo de la situación, e incluso perspectivas valiosas para su resolución.

Tal configuración del contrato social debe hacer que tanto la comunidad científica como las empresas que se benefician de la innovación y la desarrollan estén conscientes de su responsabilidad social, que no queda restringida únicamente al desarrollo de la tecnociencia, sino también de la responsabilidad social que tienen para que exista una cultura material, ambiental y cultural que aliente el desarrollo de todos los miembros de una comunidad, siendo por tanto democrática (Olivé, 2008).

La producción de los bienes y mercancías que consumimos y utilizamos en la vida cotidiana involucra a menudo una gran cantidad de tecnología, por tanto, su desarrollo tiene un impacto directo en las comunidades donde se desenvuelven; pero igualmente, al analizar el impacto que tienen, no sólo la producción, sino el uso de estas mercancías y la tecnología que ellas encargan, se puede observar un impacto directo en las formas de vida de las comunidades en las que se insertan. Por tanto, es muy importante que la introducción de una tecnología se haga con la evaluación de las necesidades de esa comunidad, pero también con una evaluación de los riesgos que conlleva (Genus & Iskandarova, 2018).

Tomemos, por ejemplo, las insuficiencias alimenticias en una población dada, por lo cual hacemos una innovación directa sin tomar en consideración los hábitos alimenticios de una población, como sucedió en México ante la incorporación de la soya a la dieta de los pueblos indígenas y que resultó en un proceso de afectación a la identidad cultural de México (Reynoso, 2004). Visto desde una perspectiva de exclusivamente medir la ingesta de los nutrientes podría estar resolviendo el problema, pero en un tema de las cadenas de producción-consumo, se trastocó gravemente la vida social de los pueblos indígenas.

Una innovación que tome en consideración las necesidades de las comunidades en las que se desarrolla, no sólo en términos de las necesidades de ciertos productos, sino también de las capacidades de explotación de los recursos de una comunidad, así como las formas sociales en las que ello se realiza, posibilitarán un diseño sensible a los valores de las comunidades (De Hoyos, 2016), haciendo que participen de forma amplia todos aquellos que estén involucrados en una problemática dada y permitiendo que las soluciones sean orgánicas y acordes al entorno en la que se busca implementar.

En este sentido, una democratización de la innovación (von Hippel, 2005) permite que la innovación sea desarrollada de forma sensible a los valores de aquellas sociedades que acogieron su desarrollo y que respete las formas de vida y los intereses de los distintos agentes involucrados, o que podrían ser afectados por la innovación a aplicarse por parte de cualquiera

de los sectores productivos, pero también a partir de las políticas públicas que se apliquen.

## **Acceso a los bienes públicos de la ciencia y la tecnología**

Un punto más que debe ser garantizado en la I+D+i es que en las sociedades democráticas no es posible esperar que unos sujetos lleven el peso del daño o los riesgos de la innovación tecnológica, mientras que otros reciben exclusivamente sus beneficios. Esta regla de distribución es el frente y revés de suponer que todos debemos tener acceso a los bienes de la ciencia y la tecnología, pero en aquellos casos en los que existen también riesgos no deberán concentrarse en las poblaciones más vulnerables como suele suceder de forma ordinaria (Olivé, 2008). Este diseño institucional puede considerarse que parte también de principios éticos de la labor científica, al prohibirse, a partir de Núremberg y los tratados internacionales en la materia, la experimentación sin consentimiento informado. Hoy en día, esta distribución del riesgo debe formar parte de este nuevo Contrato Social de la Ciencia y la Tecnología.

La explotación de fuentes de energía como aquellas que obtenemos a partir de técnicas como el *fracking* ha permitido que comunidades activen su producción petrolera a través de estas técnicas de extracción; sin embargo, la toma de decisión sobre su implementación debe tomar en consideración las consecuencias ambientales y de salud que tendrá para una comunidad en general. ¿Serían los beneficios de dicha explotación lo suficientemente amplios como para compensar los riesgos de salud que enfrentarían? Esta pregunta no tendrá una respuesta unívoca y dependerá mucho de la configuración social y productiva, pero lo que nos deja en claro es que no se puede esperar que una población sufra los riesgos y sean otros quienes cosechen los beneficios (Mouter, De Geest, & Doorn, 2018).

Entonces, en una sociedad democrática tienen que estar distribuidos de manera equitativa los riesgos, así como el acceso a los bienes científicos que se produzcan (Kitcher, 2011). En el caso, por ejemplo, de los avances clínicos en temas de salud, progresivamente se deben ir integrando los beneficios

que tenemos en un área como la del conocimiento genético y endocrinológico. Si suponemos que una prueba como la del tamiz neonatal puede prevenir enfermedades graves que aparecerían de otra manera sin tratamiento, el acceso universal al tamizaje es un beneficio que permite proteger a partir de estos conocimientos a toda la población. Un punto todavía discutible es el de aquellos beneficios en los que sólo una fracción muy pequeña tiene acceso, como en el caso de las tecnologías de mejoramiento en las que individuos sanos pueden mejorar su desempeño o configuración genética. En este caso, se trata de un bien que no será posible distribuir equitativamente en una sociedad.

La idea de Kitcher (2011) es que una ciudadanía que participa y tiene una cierta influencia en las políticas científicas y tecnológicas buscará favorecer las formas de vida de los miembros de esa comunidad, y que precisamente la opinión pública permitirá acelerar o retardar distintas políticas públicas o favorecer ciertas innovaciones, de acuerdo con el conocimiento que se tenga. Por tanto, para ello es importante, por un lado, una difusión y divulgación significativa de la ciencia y, por otro, la formación básica de la ciudadanía en temas científicos. Ninguna de las dos opciones podrá avanzar demasiado sin que la otra lo haga también, pues son anverso y reverso de la misma moneda.

Empecemos por aquellas partes que las comunidades de científicos y tecnólogos podrían hacer para habilitar a los ciudadanos a participar en estas discusiones, pues a menudo la primera etapa, la divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología, es vista como una labor que deberá recaer en terceros, donde periodistas y divulgadores profesionales y especializados deben encargarse de esta tarea, siendo necesario que los medios de información contengan secciones importantes destinadas a estos debates. Sin embargo, también es necesario que los científicos y tecnólogos tomen parte importante en la tarea de la divulgación y que estén preparados para participar en una discusión más amplia y no sólo dentro de las comunidades científicas. En este sentido, los productos de la divulgación científica deberán ser tratados como parte del trabajo del científico y tecnólogo, no como tareas de segundo plano para esas comunidades.

Por otro lado, el acceso a la información científica es importantísimo para que se pueda informar a la población en general. Hoy en día, el acceso a la información científica es sumamente restringido, sobre todo en los países en desarrollo donde únicamente un puñado de instituciones pueden tener acceso a las bases de datos especializadas en temas tecnocientíficos y que son operadas de forma privada. Actualmente, la Unión Europea (UE) tiene iniciativas muy interesantes en las que puede ofrecer de forma abierta los resultados de toda la investigación realizada con financiamiento público de la misma. Lo anterior busca desarrollar los principios de publicación FAIR (*Findable* [encontrable], Accesible, Interoperable, Reusable), que suponen la incorporación de los más individuos posibles en una discusión en donde las aplicaciones de la ciencia y la tecnología habrían de tener efectos sobre una sociedad y sus formas de vida (European Commission, 2018).

Más aún, será también importante reforzar la presencia de un currículo STEM<sup>20</sup> en las escuelas, que permita incluir de forma bien estructurada el conocimiento básico de las ciencias, la tecnología y las Matemáticas como una parte fundamental de aquello que deban conocer los ciudadanos de un país, y a la vez el desarrollo de carreras afines, actualizadas y vinculadas con el sector productivo para que pueda, a través de estos profesionales, ir teniendo cada vez una capacidad mayor de aplicación científica y tecnológica en la producción de bienes y servicios que se habrían de producir, pero también de aquellos que se estarían relacionando con la política pública. A la vez, desde un enfoque humanista, que el currículo permita a los estudiantes conocer las consecuencias sociales y ambientales de esta toma de decisiones.

Un buen ejemplo de innovación en el sector gubernamental serían las políticas de implementación de un gobierno digital, en los que para acceder a sus beneficios es necesario que tanto la población en general como el gobierno tengan mayores capacidades digitales, empezando por la alfabetización digital para lograr un efecto de incorporación y mayor alcance de los servicios gubernamentales. Además de estos sectores, es necesario también el desarrollo de toda la infraestructura en *software* y *hardware*, el cual no

<sup>20</sup> De las siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics*.

será posible sin la participación de proveedores y de la industria telemática, pues la capacidad de almacenamiento y procesamiento de los distintos servicios requerirá de la convergencia de todos los sectores para que un gobierno digital logre volver sus servicios más accesibles y no lo contrario, al excluir sectores de acceso al gobierno. Estas estrategias e innovación, que se pueden desarrollar para que las herramientas tecnológicas favorezcan el acceso democrático a servicios gubernamentales, tendrán que ir desde la alfabetización digital hasta facilitar el acceso a internet de todos los sectores de la población. Una vez más, volviendo accesibles públicamente aquellos bienes que surgen de la ciencia y la tecnología.

## **Conclusiones**

Una regulación ética de la ciencia y la tecnología puede, en ocasiones, levantar sospechas sobre las limitaciones que habrán de integrarse a las prácticas de estas comunidades y el efecto que podría tener en frenar el desarrollo científico y tecnológico. Aunque, en efecto, se puede decir que hay restricciones, éstas no sólo favorecen la integridad de las personas que habrán de participar en las investigaciones, así como de las comunidades en las que se habrán de desarrollar, tienen también la virtud de favorecer la objetividad de la ciencia al permitir que un riesgo se distribuya equitativamente entre las poblaciones sobre las que se investiga, aplica o experimenta, y al permitir la participación de un público amplio fomenta que se atiendan las preocupaciones más urgentes de la sociedad a través de la investigación y la innovación.

La ciencia y la tecnología enfocadas en la innovación tienen un componente de mercado importante, lo cual no hace necesariamente que se tenga que caer en la dicotomía del interés público contra el privado. Existen modelos de negocios que, si se enfocan en la innovación socialmente sensible, pueden generar beneficios comunes a partir de los esfuerzos de las compañías que desarrollan ciencia y tecnología, o que tienen éxito en aplicarla. La forma en que el modelo de la FAIR europea trata de hacer que la información esté disponible y sea rentable para aquellos editores y revistas

que entran en el proceso de difusión de la ciencia es una muestra de ello y garantiza la utilidad social de los modelos de negocios propuestos y la responsabilidad social de aquellas empresas que participan en él.

De esta forma se muestra que la participación democrática en los asuntos de política pública sobre ciencia y tecnología no deben estar restringidos específicamente a la figura del experto, pues los problemas que se atiendan serán no los que aquellas comunidades de científicos y tecnólogos puedan identificar, sino que se trata de tener una participación amplia, a partir de los puntos de vista de una ciudadanía cada vez mejor informada y comprometida, no sólo con un enfoque tecnocientífico, sino que desde una perspectiva humanista pueda concebir las consecuencias sociales de la toma de decisiones en este ámbito.

## Referencias

- AMIEL, P. (2014). *Del hombre como conejillo de indias*. México: FCE.
- DE HOYOS, A. (2016). "El método científico en la época de la inter y la transdisciplina", en *Estudios sobre metodología de la ciencia: su impacto en la teoría y la práctica* (pp. 253-268). México: Instituto Politécnico Nacional.
- ECHEVERRÍA, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.
- ECHEVERRÍA, J. (2010). De la Ciencia a la Tecnociencia. *Daimon. Revista Internacional de Filosofía*, 50(1), 31-41.
- EUROPEAN COMMISSION (2018). *Cost-Benefit analysis for FAIR research data- Policy recommendations*. Luxemburg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/706548>
- GARCÍA-PALACIO, E., González-Galbarte, J.C., López-Cerezo, J.A., Lujan, J.L., Osorio, C., & Valdés, C. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: un enfoque conceptual*. Madrid: OEI.

- GENUS, A., & Iskandarova, M. (2018). Responsible innovation: its institutionalisation and a critique. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.029>
- GIBNEY, E. (2018). Inside the plans for Chinese mega-collider that will dwarf the LHC. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07492-w>
- JONSEN, A.R. (2008). *A short history of medical ethics*. Oxford: Oxford University Press.
- JORGENSEN, J.G. (1971). On Ethics and Anthropology. *Current Anthropology*, 12(3), 321-334. <https://doi.org/10.1086/201209>
- KITCHER, P. (2011). *Science in a democratic society*. New York: Prometheus Books.
- MACLEOD, C., & Radick, G. (2013). Claiming ownership in the technosciences: Patents, priority and productivity. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(2), 188-201. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2012.11.010>
- MOUTER, N., De Geest, A., & Doorn, N. (2018). A values-based approach to energy controversies: Value-sensitive design applied to the Groningen gas controversy in the Netherlands. *Energy Policy*, 122, 639-648. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.020>
- OLIVÉ, L. (2008). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*. México: FCE.
- REYNOSO, J. (2004). Manuel Gamio y las bases de la política indigenista en México. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 10(22), 333-355.
- VON HIPPEL, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.

# Tecnociencia, riesgo y formas de control social<sup>21</sup>

Edgar Tafoya Ledesma  
Centro de Estudios Sociológicos de la Facultad de  
Ciencias Políticas y Sociales, UNAM

El objetivo del artículo consiste en analizar la relación entre tecnociencia, producción de riesgos y formas de control social. En particular, se trata de considerar tres aspectos problemáticos de esta relación que adquieren un grado de correspondencia: 1) la imposibilidad de sostener un modo democrático de planificar, evaluar y regular el desarrollo tecnocientífico, considerando los fines militares, industriales y comerciales que persigue; 2) asumir que la tecnociencia es intrínsecamente antidemocrática, dada la producción continua de daños colaterales y escenarios de riesgo, derivados de sus objetivos; y 3) debido a lo anterior, argumentar que la tecnociencia representa formas actuales de poder y control socioambiental. Para ello, nos centraremos en los planteamientos expuestos por Javier Echeverría (2003) en su texto *La revolución tecnocientífica*, acerca de las características generales de la tecnociencia, que la tipifican como una forma de poder; así como en los argumentos planteados por Ulrich Beck (2009), en torno a la tesis de la sociedad del riesgo global, para dar cuenta de la capacidad adquirida por el desarrollo tecnocientífico en la generación de daños socioambientales.

## Surgimiento de la tecnociencia

Una característica central de las sociedades complejas es la identificación estructural entre la ciencia y la tecnología, como parte de un entramado de relaciones de mutua dependencia que ha generado la emergencia de lo que

---

<sup>21</sup> Este artículo se presentó en la forma de una ponencia para la mesa redonda *Ciencia, Tecnología y Políticas públicas: la institucionalización de la ciencia y el control social*, dentro del marco del 1<sup>er</sup> Coloquio de Ciencia, Filosofía y Sociedad (CFS): *Sociedad Con-ciencia*, organizado por el Dr. José Ramón Orrantía y el Dr. Rolando Bernal, mismo que se llevó a cabo los días 2 y 3 de abril del 2019, a través de una colaboración entre la Facultad de Química y la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

suele denominarse como *tecnociencia* (Latour, 1992; Hottois, 1991; Echeverría, 2003). Ésta se distingue estructuralmente de la ciencia tradicional, descrita por Thomas Kuhn en los términos de “ciencia normal” (1971); toda vez que genera nuevas formas de producción de conocimiento que ya no responden a los esquemas epistémicos asumidos en la sociedad industrial de los siglos XVIII y XIX.

De esta forma, a diferencia de la ciencia normal, la tecnociencia se caracteriza por involucrar intereses y valores de tipo militar, político, industrial y comercial, que rompen con la representación habitual que se tenía de la ciencia moderna. La imagen tipológica de la ciencia, en un sentido normal y académico, mantenía algunos de los siguientes elementos: i) ubicada dentro de un espacio específico (el laboratorio dentro de una Universidad o centro de investigación), ii) desarrollada por un sujeto particular (el científico o inventor), iii) bajo un esquema organizativo singular (comunidades científicas que realizan prácticas de investigación), iv) persiguiendo fines estrictamente epistémicos (producir conocimiento por el conocimiento mismo), v) en función de una serie de valores metodológicos y epistémicos centrales (la búsqueda de la verdad, objetividad, neutralidad), vi) relacionada a la generación de innovaciones artefactuales entendidas como conocimiento científico aplicado (tecnología), vii) producida en términos de la relación de correspondencia entre representación y base empírica (teoría), y viii) expresada a través de un tipo de lenguaje particular (sintáctico, lógico, estructural, formal y representacional).

A decir de Javier Echeverría, la transición de la ciencia normal a la macrociencia industrializada y de ésta a la tecnociencia ocurre principalmente en Estados Unidos, en el contexto de la Segunda Guerra Mundial, tiene como uno de sus ejemplos paradigmáticos el desarrollo del *Proyecto Manhattan* y el financiamiento privado de la investigación, así como objetivos político-militares (2003: 62-66). Así, la transformación que sufrió la ciencia hacia la segunda mitad del siglo XX cambió por completo y de manera radical las prácticas científico-tecnológicas tradicionales (ubicadas principalmente en los centros de investigación, las universidades y los laboratorios) se extendieron hacia las agencias militares, corporativos industriales

y empresariales. Esto generó nuevas dinámicas de investigación, nuevas formas de organización y prácticas; sobre todo, nuevas dinámicas de poder económico y político, asociadas a la lógica productiva de la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación).

Debido a esta transformación, Echeverría considera que una revisión filosófica sobre los cambios que ha sufrido la ciencia desde el siglo XIX, con el proceso de industrialización y tecnificación, no tiene que darse solamente en términos de ritmo y aumento de tamaño, sino, sobre todo, en función del cambio estructural producido al interior de las prácticas científicas y los valores de investigación. Esto quiere decir que el tránsito característico de la ciencia y la tecnología en el siglo XX está relacionado con una profunda revolución en la estructura organizativa de las prácticas científico-tecnológicas y sus valores asociados. De esta manera, la revolución tecnocientífica se expresa en los términos de una transformación "praxiológica" (2003: 229-237): es decir, en la metamorfosis de prácticas y valores (2003: 183-185).

## **Características de la racionalidad tecnocientífica**

Considerando lo anterior, hablamos de tecnociencia para definir un tipo de producción de conocimiento que, entre otras cosas, se caracteriza por la hibridación e interdependencia entre la ciencia y la tecnología (Latour, 1992, p. 29). En particular, se trata de una dependencia entre los sistemas de ciencia y tecnología<sup>22</sup> asociados a intereses y valores extra-epistémicos, que pueden ser calificados brevemente como de tipo económico, militar,

---

<sup>22</sup> Si tomamos en cuenta ésta como la transformación estructural, la relación entre ciencia y tecnología debe tratarse, descriptivamente, como "interdependiente", sobre todo ante la presencia evidente de la macrociencia (*Big Science*): "Las relaciones entre ciencia y tecnología proceden de la sociedad industrial y se vieron considerablemente reforzadas con la emergencia de la macrociencia [...] El propio diseño de los experimentos y de los proyectos de investigación científica es tecnológico, puesto que hay que enunciar previamente unos objetivos, precisar una metodología y un plan de trabajo y prever los resultados que piensan obtenerse, valorando su posible importancia y utilidad, así como las expectativas de generar innovación. Recíprocamente, las diversas acciones tecnológicas han de tener una base científica. La ciencia es requisito de la tecnología y la tecnología de la ciencia" (Echeverría, 2003, p. 66).

político e industrial (Echeverría, 2003: 61-82). Así, la tecnociencia es una forma contemporánea de producción de conocimiento que se caracteriza, entre otras cosas, por la hibridación entre sistemas tecnológicos, técnicas, artefactos y conocimientos científicos; con un poder expansivo de alcance global que no distingue nacionalidad ni diferencias culturales, capaz de transformar radicalmente los ecosistemas naturales y las formas de vida en la sociedad contemporánea.

Tomando en cuenta sus intereses y objetivos, la tecnociencia puede considerarse como una forma militar, industrial y empresarial de producción de conocimiento científico-tecnológico, surgida hacia mediados del siglo XX (Echeverría, 2003: 67), que se ha convertido en una de las principales referencias para la comprensión de la cultura global contemporánea (Luján y Echeverría, 2004; Medina, 2000). Su entorno organizativo desborda los centros universitarios de investigación, para instalarse en grandes corporativos de innovación que operan en red y a escala global.

De esta forma, la tecnociencia presenta rasgos singulares que Javier Echeverría desarrolla con particular detenimiento y precisión histórica. Entre sus características principales destacan las siguientes: i) financiamiento privado de la investigación; ii) interdependencia e hibridación entre ciencia y tecnología; iii) aparición del primer Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SCyT), en el caso norteamericano; iv) emergencia de empresas y corporativos de innovación científico-tecnológica; v) aparición de una estructura financiera para orientar actividades productivas empresariales de I+D; vi) comercialización de innovaciones e industria de patentes; vii) regulación jurídica de los resultados de investigación e innovaciones tecnocientíficas; viii) innovaciones como formas de propiedad privada y privatización del conocimiento; ix) explotación y rentabilización de la propiedad del conocimiento; x) financiamiento militar y orientación de la investigación hacia tecnología armamentística con fines bélicos; xi) control político de la investigación científico-tecnológica; xii) transformación estructural de las prácticas científicas y cognitivas; xiii) aparición de redes internacionales de investigación y emergencia de laboratorios-red; xiv) surgimiento de macroproyectos de investigación donde confluyen empresas, investigadores,

científicos, tecnólogos, innovadores, gestores, militares y funcionarios públicos del Estado; xv) presencia de una pluralidad de valores y agentes tecnocientíficos; xvi) informatización del conocimiento tecnocientífico; así como xvii) surgimiento de un nuevo contrato social de la tecnociencia (Echeverría, 2003: 61-147).

Un elemento central para la comprensión de la racionalidad tecnocientífica es el financiamiento privado de la investigación. Una de las prioridades geopolíticas para la gestión gubernamental de la política científica en Estados Unidos se centró en el desarrollo tecnológico mediante la iniciativa privada. Para ello, asegura Echeverría, se liberaron patentes y se implementó una política fiscal que logró un incremento del financiamiento privado, representando hacia la década de los sesenta cerca del 70% del total de la inversión en I+D (2003: 63). De esta forma, el sector privado comenzó a superponerse al público para el desarrollo y producción de innovaciones tecnocientíficas, resultando un componente estructural del SCyT norteamericano (2003: 64).

Esta nueva estructura financiera orientó las empresas de I+D, ya no sólo hacia la investigación básica y desarrollo tecnológico, sino hacia la innovación y comercialización de nuevas tecnologías. Dicho de otro modo, la producción de innovaciones tecnocientíficas se convirtió en un nuevo sector estratégico para la economía de ese país y en la estrategia central para la geopolítica estadounidense en el contexto de la Guerra Fría, por ejemplo. Con ello, comenzaron a obtener mayor peso los valores jurídicos materializados en despachos y agencias, puesto que permiten obtener, gestionar y rentabilizar las patentes resultantes de la investigación en I+D. De este modo, la actividad tecnocientífica es regulada jurídicamente y sus resultados (innovaciones tecnocientíficas) son propiedad privada, desde las primeras fases de la investigación; lo cual implica nuevas modalidades de explotación y rentabilización de la propiedad del conocimiento.

Otro rasgo característico de la racionalidad tecnocientífica radica en el financiamiento militar. A decir de Echeverría, gran parte de la aplicación de la investigación básica está orientada hacia la tecnología militar, sobre todo en

temas de defensa y seguridad, aunque no esté contabilizada en las fuerzas armadas (2003: 77).<sup>23</sup> Dichas innovaciones tecnológicas, provenientes de macroproyectos tecnocientíficos de investigación con fines militares, tienen origen en el Departamento de Defensa de Estados Unidos, sobre todo en las diferentes agencias de inteligencia e innovación militar, como se observa en el caso de ARPA (Advanced Research Projects Agency) precursora de DARPA. Surgida en 1958 al interior del Departamento de Defensa de Estados Unidos, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa fue responsable del desarrollo de nuevas tecnologías informáticas para uso de inteligencia y comunicación militar (Shachtman, 2012), al otorgar fondos y financiamientos, tanto públicos como privados, para el desarrollo de tecnologías con alto impacto a nivel mundial, tales como: sistemas de conexión en red, satélites, comunicaciones digitales, androides, robots, así como el hipertexto NLS (un sistema innovador precursor de la interfaz gráfica de comunicación contemporánea).

Por otra parte, uno de los rasgos importantes deviene de las políticas científicas que marcan un control político de la investigación y generan un nuevo tipo de acción tecnocientífica en torno al diseño, aprobación y puesta en funcionamiento de los Planes de Ciencia y Tecnología. Estos programas promueven, desarrollan y transforman el contexto en el que

---

<sup>23</sup> Un ejemplo claro de ello se puede observar en el surgimiento de la *Internet*, hacia 1973, creada, entre otros, por el científico computacional estadounidense Vinton Cerf; misma que tiene como antecedente tecnocientífico la primera plataforma de conexión en red de Estados Unidos llamada ARPANET, cuya finalidad militar definió las primeras estrategias de inteligencia informacional del Estado moderno (Hafner y Lyon, 1996). Hacia la década de los años setenta, Vinton Cert comenzó un proyecto de innovación tecnocientífica junto a Robert Kahn para construir una "red de redes", a través del desarrollo de una serie de protocolos de información y comunicaciones para el establecimiento de una red militar, financiada en aquel entonces por la agencia gubernamental estadounidense DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Dicho proyecto permitió interconectar las distintas redes del Departamento de Defensa estadounidense que funcionaban con diversos tipos de sistemas operativos. El sistema consistía en conectar en una red compleja las distintas redes existentes, con independencia del tipo de conexión que tuvieran como base, sea ésta a través de satélites, líneas telefónicas o radioenlaces, esta *red de redes* permitía establecer un enlace entre todos los nodos de comunicación existentes (Moreau, 1984; Williams, 1998).

se investiga y se innova, es decir, generan nuevos marcos o contextos de acción tecnocientífica. En este sentido, el SCyT norteamericano destaca por su liderazgo internacional, mismo que se sirvió de la apropiación y comercialización del conocimiento, así como de la utilización de la ciencia y la tecnología como instrumento de diplomacia exterior, a decir del propio Echeverría.

Asimismo, otro de los componentes de la racionalidad de la tecnociencia está relacionado con la reestructuración de las prácticas de investigación, mismas que surgen de los laboratorios en red, conformados por equipos pertenecientes a macroproyectos de investigación donde confluyen diferentes empresas, países, investigadores, científicos, tecnólogos, innovadores, gestores, militares, funcionarios, entre otros. Estos laboratorios-red están dispersos geográficamente, pero conectados por redes telemáticas indispensables para su funcionamiento. Como menciona Echeverría, la informática amplía el campo de acciones posibles, permite calcular consecuencias y riesgos de las acciones tecnocientíficas mediante un nuevo tipo de experimentación y predicción probabilística; lo cual implica ahorro de tiempo, costos económicos y ecológicos (Echeverría, 2003: 71 y ss.). Esto es relevante no sólo por la diversidad de los actores implicados en la investigación, sino por el hecho de que la tecnociencia tiene un impacto planetario y la producción de riesgos está globalizada.

## **Tecnociencia y producción de riesgos**

Al ser una hibridación entre los sistemas de ciencia y tecnología, la tecnociencia se ha vuelto no sólo una nueva forma de producir conocimiento, sino una modalidad reciente de control y dominación informacional. Esto es así debido a su capacidad para influir en las nuevas dinámicas de interacción social (como es el caso de las redes sociales y uso de la *web*), en la generación de riesgos, así como en los mecanismos de producción más importantes de la economía internacional. Una explicación de ello refiere al hecho de que la tecnociencia es, ante todo, una forma de poder antide-

mocrática debido al carácter pragmático de sus fines militares y el nivel industrial con que se reproduce.<sup>24</sup>

Además de lo anterior, la tecnociencia posee un poder expansivo. Su capacidad acelerada de extensión se debe, explica Echeverría, a que la tecnociencia requiere del formalismo adicional que provee la informática. Mientras la ciencia moderna se apoyó ante todo en los modelos matemáticos, la tecnociencia demanda una modelación y representación de mayor complejidad como la proporcionada por los simuladores informáticos y el desarrollo de la microelectrónica (Anguera *et al.*, 2018; Abunahla, 2018). La simulación informática con apoyo de la microelectrónica y actualmente de la nanoelectrónica es vital, por ejemplo, para el desarrollo de sistemas dinámicos modelados, capaces de simular la evolución biológica y acoplarse a organismos vivos, como en el caso del desarrollo de biomateriales (“biomimética”: creación de biocompuestos con capacidad para integrarse a sistemas vivos) en el campo de la Biomédica (Liu, 2018).<sup>25</sup>

El caso especial de la Biología sintética (Holland, 1975), como un tipo de tecnociencia contemporánea, ejemplifica con claridad la forma de operación combinada entre ciencia, tecnologías informáticas, ingenierías y sistemas de simulación, y el grado de riesgo potencial producido (Cameron, Bashor y Collins, 2014). Consiste en un campo emergente a nivel global, que inte-

---

<sup>24</sup> Así lo indica Echeverría, al describir la macrociencia como una primera modalidad de tecnociencia a fines de los años cuarenta: “Así como la ciencia había servido para defender la democracia en los años 40, algunas de las investigaciones eran consideradas ahora como un peligro para la democracia, al estar al servicio exclusivo de organizaciones militares[...]” (Echeverría, 2003: 88).

<sup>25</sup> Otro ejemplo de su uso es la generación de “vida artificial” en el campo de Biología sintética, misma que requiere la producción de algoritmos genéticos y evolutivos. Asimismo, el desarrollo de inteligencia artificial se apoya no sólo en sistemas expertos, robots móviles y agentes autónomos, sino en el desarrollo de redes neuronales artificiales que provienen de las bioingenierías y tecnologías informáticas (por ejemplo Rassmussen, 1995; Widman y Loparo, 1989; Rossetti, 2016; Millan, 1993). Una revisión contemporánea sobre el avance de la Biología sintética y la producción de riesgos potenciales que genera se puede observar en la publicación sobre *Biología sintética* del Grupo *Genoma España*, sobre todo su Informe de vigilancia tecnológica (Genoma España, 2006: 11-23), en particular el Capítulo 1 destinado a “Tecnologías de Biología sintética” sobre el tema de la “evolución dirigida”.

gra principios de ingeniería como la estandarización, abstracción, sistematización y modularidad, aplicada a sistemas biológicos, con el objetivo de diseñar microorganismos y crear nuevas funciones biológicas que no se encuentran en la naturaleza: se trata del control radical sobre la naturaleza. Es decir, estamos ante la emergencia de un tipo de ingeniería de sistemas biológicos (Cazaux, 2016), que opera en la interfaz entre biología-ingeniería-informática, capaz de simular, mediante modelos matemáticos, comportamientos biológicos existentes o no existentes en la naturaleza orgánica, y transformarlos, controlarlos y reproducirlos. Esto es, la Biología sintética como un caso particular de tecnociencia tiene el fin de modelar la estructura orgánica, controlarla y reproducirla, generando con ello riesgos potenciales que es necesario investigar.<sup>26</sup>

### **Consideraciones finales: riesgos políticamente reflexivos y formas de control**

Considerando lo anterior, podemos señalar que nos encontramos inmersos en un escenario social moderno, donde la racionalidad científico-tecnológica se ha instalado en casi todos los campos sociales, avivando la posibilidad, siempre latente, de generar escenarios de riesgo futuro. Se trata de un tipo de modernidad pos-tradicional y pos-industrial (Habermas, 2008; Giddens, 1994; Bauman, 2003), donde los principios de la primera modernización se radicalizan para dar paso a escenarios de alta incertidumbre social, desconfianza en las innovaciones tecnológicas, escenarios de riesgo socioambiental por efectos de los desarrollos tecnocientíficos, así como la proliferación de entornos multimedia que configuran las nuevas formas de interacción comunicativa.

El escenario de esta modernidad tardía se caracteriza por la relación entre riesgo, tecnociencia y cultura de la información, con altos grados de

---

<sup>26</sup> Un ejemplo de esta relación entre tecnociencia, riesgo y formas de control lo constituye el *Primer Congreso Internacional de Biología Sintética*, que se llevó a cabo en junio de 2004 en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), con la promesa de crear organismos, manipular sistemas biológicos existentes y obtener células a través del desarrollo de la bio-ingeniería (Biological Engineering, 2004).

reflexividad adquiridos en casi todos los campos y sistemas sociales, así como por un grado de complejidad adquirido en los subsistemas sociales; tal es el caso de los sistemas tecnocientíficos. Esta modernidad radical o tardo-modernidad ha sido tratada, al menos, en el ámbito de la teoría social más reciente, en los términos de la *teoría de la modernización reflexiva*.<sup>27</sup>

La reflexividad implica, entonces, una comprensión crítica de los efectos no deseados del desarrollo industrial y tecnocientífico contemporáneo en casi todos los campos sociales, estudiados a través de las propias investigaciones científicas, asumiendo la paradoja de hacer uso de la ciencia para tratar de resolverlos. Es decir, la tesis de la modernidad reflexiva asumirá que, haciendo uso del conocimiento científico actual, estudiamos las consecuencias no deseadas del desarrollo científico-tecnológico y acudimos a la ciencia como esperanza para reducir la incertidumbre. Así, cuando se habla de modernidad reflexiva, se hace referencia a una versión hipercrítica de las consecuencias sistémicas de la modernidad, extendida a casi todos los ámbitos del planeta que, generalmente, producen escenarios de riesgo, desconfianza e incertidumbre; así como nuevas formas de control.

En su obra ya clásica *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Ulrich Beck (1998) plantea, de forma particular, que nos encontramos en una nueva época representada por una modernidad distinta, donde el

---

<sup>27</sup> Una fuente central para el tratamiento de la teoría de la modernidad reflexiva es el trabajo conjunto de Anthony Giddens, Ulrich Beck y Scott Lash denominado *Modernización Reflexiva. Política, tradición y estética en el orden social moderno* (1997). Para los autores es posible identificar, hacia inicios del siglo XX, una transformación estructural del modo de producción capitalista respecto a los riesgos producidos por los desarrollos científico-tecnológicos, que perfila un conjunto de cambios políticos y culturales importantes en la sociedad industrial propia del siglo XIX. Dichas transformaciones dieron paso a un tipo post-industrial de sociedad, donde el conocimiento, la información y las innovaciones tecnocientíficas representan sus nuevas fuerzas productivas. La modernidad reflexiva es, entonces, una teoría crítica de la moderna sociedad global. Reflexividad implica una revisión crítica de las consecuencias no deseadas de los procesos de modernización que, entre otros elementos, se expresan socialmente bajo la forma de incertidumbre, inseguridad, percepción de riesgo, contingencia y desigualdad. La teoría de la modernidad reflexiva expresa, de forma crítica, la manera en cómo la propia modernidad contemporánea se revisa constantemente con los instrumentos que ella misma ha generado, por ejemplo, los sistemas de ciencia y tecnología.

peligro y el riesgo expresan los principales códigos para su entendimiento. Para el autor, esta segunda modernidad plantea condiciones inadvertidas en casi todas las formas de vida existentes del planeta, que requieren otra forma de estudio. Los fenómenos asociados a la producción de riesgos califican con mayor precisión el desarrollo de la modernidad actual, y ya no sólo la distribución desigual y acumulativa de los recursos, como había sido en la primera modernidad (Beck, 1998: 26 y ss.).

De esta manera, la modernidad reflexiva hace referencia a una conciencia global del riesgo. Un conocimiento crítico de la destrucción. Reflexividad es el conocimiento de segundo orden capaz de conocer las catástrofes de la propia racionalidad moderna. La reflexividad indica, entonces, la auto-referencia crítica que anuncia, simultáneamente, tanto una catástrofe efectuada o un riesgo potencial asociado al desarrollo científico-tecnológico (Beck, 2009: 75-112), como las posibilidades civilizatorias de solución: "la globalización de los riesgos civilizatorios" (Beck, 1998: 42 y ss.).<sup>28</sup>

Pero ¿qué implica una sociedad del riesgo global y qué relación guarda con las formas contemporáneas de control asociadas a la tecnociencia? En principio, podríamos indicar que el paso de una sociedad tradicional (de tipo industrial) a una sociedad post-industrial implica el movimiento hacia una sociedad basada en el conocimiento, la información, la ciencia y la tecnología: la sociedad post-industrial del riesgo está basada, entre otros elementos, en la producción tecnocientífica. Esta sociedad no depende ya de las formas tradicionales de producción industrial, sino de las dinámicas organizadas en torno a la producción de servicios, de información y de innovaciones tecnocientíficas.

Lo anterior indica que los riesgos tradicionales de la modernidad reflexiva no son causados por agentes externos como la naturaleza, sino que

---

<sup>28</sup> Así, en la sociedad del riesgo global, cuyo basamento temporal radica en la modernidad reflexiva, las sociedades no occidentales, señala Beck, comparten con Occidente los mismos retos planetarios, los mismos escenarios de riesgo y las mismas consecuencias imprevistas de este nuevo orden. Se trata así de la emergencia de "diferentes modernidades" en distintas partes del mundo, con andamiajes culturales distintos que permiten resolver problemas globales comunes (2009: 3).

se deben a decisiones propias de la sociedad, mismas que están estrictamente ligadas al desarrollo tecnocientífico. Los riesgos que actualmente se producen, ligados a la tecnociencia, no están limitados a sus lugares de origen, sino que pueden poner en peligro todas las formas de vida, por eso son riesgos globales. Además, tienen un efecto global y suelen ser fuentes generadoras de devaluaciones ecológicas. En este sentido, se trata de riesgos políticamente reflexivos, toda vez que se perciben a sí mismos como posibles causantes de impactos socialmente negativos; de aquí que produzcan malestar social, en la medida en que llegan a generalizarse y crear altos grados de incertidumbre en la dinámica de la vida cotidiana. De aquí la relevancia de la evaluación del riesgo en la reflexión política: todo desarrollo tecnológico y tecnocientífico es inversamente proporcional a un tipo de daño no calculado.

Las tecnociencias, que operan en la forma de sistemas con intenso intercambio y flujo de elementos, aceleran y aumentan la propia complejidad social de donde surgen. En la medida en que las sociedades y sus interacciones con la naturaleza se hacen más complejas, las consecuencias del desarrollo tecnocientífico son más imprevisibles y riesgosas, mientras que la estabilidad política se vuelve más frágil. Es decir, si la democracia parece amenazada en el rumbo actual del desarrollo tecnocientífico mundial, todo indica que no cualquier forma de tecnociencia es viable en las sociedades democráticas; esto es así, toda vez que las tecnociencias constituyen la punta de lanza de nuevas modalidades de poder global.

Esto es, los sistemas tecnocientíficos contemporáneos son intrínsecamente formas de poder material y simbólico. Pero, de modo inverso, las relaciones de poder en las sociedades actuales, tanto en lo local como en lo global, están modeladas por los mismos sistemas tecnocientíficos. La paradoja parece más que evidente. Por ello, se hace preciso esclarecer analíticamente los siguientes elementos: a) cuáles son los componentes o medios tecnocientíficos principales de las prácticas políticas en las sociedades globales; b) cómo se encadenan y se relacionan ciencia, tecnología y poder; y c) en qué medida esta imbricación entre estructuras sociales de

poder y tecnociencias favorece o desfavorece la igualdad, la justicia y la pluralidad democráticas, o en qué medida no lo permiten.

## Referencias

- ANGUERA, J., Suresh, C., Vikrant, B., Sunitha, K.V.N. (Edits.) (2018). *Microelectronics, Electromagnetics and Telecommunications: Proceedings of ICMEET 2017*. Singapore: Springer.
- ABUNAHLA, H. (2018). *Memristor: Synthesis and Modeling for Sensing and Security Applications*. New York: Springer.
- BAUMAN, Z. (2003). *Modernidad líquida*. Buenos Aires: FCE.
- BECK, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós.
- BECK, U. (2009). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI.
- BERNSTEIN, B. (1976). "The Uneasy Alliance: Roosevelt, Churchill, and the Atomic Bomb, 1940–1945" en *The Western Political Quarterly*. Utah: University of Utah.
- BIOLOGICAL ENGINEERING DIVISION, MIT (June 2004). Disponible en <http://web.mit.edu/be/index.htm> [consultado en abril de 2017].
- CAMERON, D., Bashor, C. & Collins, J. A brief history of synthetic biology. *Nat Rev Microbiol* 12, 381–390 (2014). <https://doi.org/10.1038/nrmicro3239>
- CAMPBELL, R. (2005). *The Silverplate Bombers: A History and Registry of the Enola Gay and Other B-29s Configured to Carry Atomic Bombs*. Jefferson, North Carolina: McFarland & Company.

- CAZAUX, S. (2016). *Concepción, diseño e implementación de un represilador biológico, electrónico e informático como material pedagógico para difundir la biología sintética en Instituciones Educativas*. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140482> [consultado en febrero de 2018].
- ECHEVERRÍA, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. España: FCE.
- GENOMA ESPAÑA (2006). *Informe de vigilancia tecnológica*. Madrid: Genoma España-Universidad Autónoma de Madrid.
- GIDDENS, A. (1994). *Consecuencias de la modernidad*. Madrid: Alianza.
- GOSLING, F. (1994). *The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb*, United States, Department of Energy, History Division. Washington, DC.
- GRODZINS, M. y Rabinowitch, E. (eds.) (1963). *The Atomic Age: Scientists in National and World Affairs*. New York: Basic Book Publishing.
- HABERMAS, J. (2008). *El discurso filosófico de la modernidad*. Buenos Aires: Katz Editores.
- HAFNER, K. y Lyon, M. (1996). *Where Wizards Stay Up Late. The Origins of the Internet*, Simon & Schuster.
- HEWLETT, R. y Duncan, F. (1969). *Atomic Shield, 1947-1952. A History of the United States Atomic Energy Commission*. Pennsylvania: University Park: Pennsylvania State University Press.
- HOLLAND, J.H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Ann Arbor. Michigan: The University of Michigan Press.

- HOTTOIS, G. (1991). *El paradigma bioético: una ética para la tecnociencia*. Madrid: Anthropos.
- HOWES, R. y Herzenberg, C. (1999). *Their Day in the Sun: Women of the Manhattan Project*. Philadelphia: Temple University Press.
- HUNNER, J. (2004). *Inventing Los Alamos: The Growth of an Atomic Community*. University of Oklahoma Press, Norman.
- KUHN, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- LASH, S., Giddens, A. y Beck, U. (1997). *Modernización Reflexiva. Política, tradición y estética en el orden social moderno*. Barcelona: Alianza Editorial.
- LATOUR, B. (1992). *Ciencia en acción*. Barcelona: Labor.
- LIU, J. (2018). *Biomimetics Trough Nanoelectronics: Development of Three Dimensional Macroporous Nanoelectronics for Building Smart Materials, Cyborg Tissues and Injectable Biomedical Electronics*. New York: Springer.
- LUJÁN, J. L. y Echeverría, J. (eds.) (2004). *Gobernar los riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo*. Madrid: OEI-Biblioteca Nueva.
- MEDINA, M. y Teresa, K. (2000). *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*. México-Barcelona: Anthropos-UAM-I.
- MILLAN, A. (1993). *Mente, cerebro e inteligencia artificial*. Murcia-España: Universidad de Murcia.
- MOREAU, R. (1984). *The Computer comes of Age*. Cambridge, Mass, and London: MIT Press.

- O'BRIEN, P. (2015). *How the War was Won*. Cambridge: Cambridge University Press.
- RASSMUSSEN, S., Barret, C.L. (1995). "Elements of a theory of simulation" en F. Morán, J.J. Merelo, P. Chacón (Eds.), *Advances in Artificial Life*. Springer.
- RHODES, R. (1986). *The Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon & Schuster.
- ROSSETTI, M. (2016). *Simulation, Modeling and Arena*. New Jersey: Wiley.
- SHACHTMAN, N. (2012). *Darpa Dodges Obama Budget Death Ray, Keeps Its \$2.8 Billion*, febrero de 2012, [Fecha de consulta 20 de marzo de 2015], de acceso en línea: <https://www.wired.com/2012/02/darpa-budget-death-ray/>
- WIDMAN, L.E. y Loparo, K.A. (1989). "Artificial intelligence, simulation and modeling: a critical survey" en Widman, L.E., Loparo, K.A. (Eds.), *Artificial intelligence, Simulation and Modeling*. John Wiley & Sons.
- WILLIAMS, M. (1998). *A History of Computing Technology*. 2a Ed. USA: IEEE Computer Society Press.

**UN COLCHÓN PARA  
LA APLANADORA:  
EL DESARROLLO  
TECNOLÓGICO A EVALUACIÓN**

# Biotecnología moderna en México. Consideraciones para una evaluación integral y participativa

María Elena Mondragón Tintor  
Facultad de Química, UNAM

El año de 1953 marcó el inicio de una revolución en el área de la Biotecnología, después de que se elucidara la estructura molecular de doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN). Conocer la estructura de la llamada *molécula de la vida* abrió nuevas posibilidades para la comprensión de los organismos biológicos y para la manipulación de su genoma a través de la identificación, aislamiento y adición de genes. Siguiendo lo planteado por Carlson (2010), la Biotecnología basada en la manipulación genética<sup>29</sup> representaría un fenómeno revolucionario, en tanto que su surgimiento y desarrollo ocurrió al interior de un conjunto de cambios políticos y sociales que lograron reestructurar de manera radical el sistema económico de Estados Unidos.<sup>30</sup> Si bien el nuevo conocimiento sobre la conformación genética de los seres vivos desempeñó un rol importante en el surgimiento de la Biotecnología moderna, fue el conjunto de regulaciones en el ámbito económico y científico estadounidense lo que resultó fundamental para incorporar el valor de la vida a nivel genético dentro de los nuevos procesos económicos de acumulación (Cooper, 2008).

El rápido desarrollo de las técnicas de manipulación genética ha traído consigo grandes expectativas e incertidumbres, tanto por la posibilidad, como

---

<sup>29</sup> Cabe destacar que no todos los procesos biotecnológicos implican la manipulación genética de los organismos. La Biotecnología es una disciplina que, en un sentido amplio, se relaciona con la producción de bienes como lácteos, pan y bebidas alcohólicas a través del uso de bacterias, levaduras o enzimas. Es por ello que se le denomina de manera específica "biotecnología moderna" a la disciplina que conlleva actividades de modificación de genes mediante técnicas de Ingeniería genética y conocimiento de Biología molecular. En este trabajo me referiré a la Biotecnología en este último sentido.

<sup>30</sup> Carlson (2010) sostiene que un nuevo desarrollo tecnológico no representa en sí mismo una revolución, sino que es necesario que éste se encuentre situado en un amplio contexto histórico de cambios sociales y económicos, que modifiquen las capacidades de los Estados, las organizaciones y los individuos para participar en el mundo.

por las consecuencias de producir organismos genéticamente modificados (OGM). La introducción de cultivos de OGM en diferentes regiones del mundo se ha acompañado de numerosos espacios sociales de discusión en los que se incorporan aspectos epistémicos con otros de tipo económico, político, cultural y ambiental. La valoración de los beneficios y riesgos a la salud y al ambiente, las consideraciones sociales y las implicaciones éticas por el uso de los OGM son temas recurrentes en muchos debates actuales.

Resulta pertinente abordar ampliamente el tema sobre el uso de organismos transgénicos en la agricultura de México, toda vez que ha ido en aumento su siembra a cielo abierto, principalmente de algodón, soya, trigo y alfalfa (Chauvet, 2015: 133-164). Las solicitudes para la siembra provienen, en su mayoría, de grandes empresas extranjeras<sup>31</sup> y la principal característica adquirida a causa de su modificación genética es la resistencia al controvertido herbicida glifosato.<sup>32</sup>

Respecto al caso particular de la introducción de maíz transgénico en territorio mexicano, es necesario tener en cuenta, dentro de los procesos de toma de decisiones, consideraciones y afectaciones relacionadas con el valor biocultural del maíz en México (Bonneuil *et al.*, 2014).

En tiempos recientes, la discusión por el uso de semillas genéticamente modificadas ha adquirido nuevas dimensiones. En 2017, González-Ortega y colaboradores reportaron la presencia de secuencias transgénicas en una gran cantidad de tortillas y otros alimentos derivados de maíz en México. Los autores también encontraron presencia de glifosato en aproximadamente un 30% de las muestras analizadas. Esta investigación se suma a la

---

<sup>31</sup> Los detalles de las resoluciones emitidas para las solicitudes de permiso de liberación al ambiente de OGM de 1988 a 2019 en México, se pueden consultar en <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/resoluciones/resoluciones-permisos>

<sup>32</sup> El glifosato es el herbicida más utilizado en el mundo para la agricultura industrializada. La toxicidad de este agroquímico ha causado grandes polémicas entre distintos actores sociales. La Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) y la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) han emitido posturas contrarias sobre el potencial carcinogénico en humanos de los herbicidas a base de glifosato (Benbrook, 2019).

identificación en 2013 de secuencias transgénicas de soya de la compañía Monsanto en polen de miel de la península de Yucatán (Gálvez, 2013). La contaminación de la miel tuvo como consecuencia afectaciones en su exportación hacia el mercado europeo de productos orgánicos, lo que derivó en acciones legales de parte de productores de miel en contra de la siembra de soya transgénica en la región (Chauvet, 2015: 162-164).

Actualmente, las aplicaciones agrícolas de las nuevas técnicas de edición genética, como las basadas en el sistema CRISPR-CAS9, amplían el abanico de preguntas respecto a los efectos a largo plazo resultantes de este tipo de manipulaciones genéticas, sobre sus posibles riesgos, beneficios y, también de manera importante, nos interpela con relación a la suficiencia de los marcos normativos actuales para la regulación de estas novedosas biotecnologías (Ishii, 2018).

La complejidad evidente de los sistemas biotecnológicos demanda, entonces, una evaluación científica, técnica, social y, sobre todo, ética, de la pertinencia, los límites y alcances del desarrollo y aplicación de estos sistemas tecnológicos en nuestra sociedad. Mientras que las consideraciones propias de las ciencias naturales suelen prevalecer en las evaluaciones del riesgo, las aportaciones del ámbito de las ciencias sociales y humanidades han quedado al margen. El análisis parcial del desarrollo y uso de la Biotecnología incrementa las posibilidades de generar consecuencias negativas sobre los derechos fundamentales de los ciudadanos. Al respecto, vale mencionar que la importancia de los aspectos sociales es retomada en tratados internacionales como el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología,<sup>33</sup> que en su artículo 26 alienta a los países parte a tener en cuenta las consideraciones socioeconómicas asociadas a la Biotecnología moderna, especialmente en las comunidades indígenas y locales.

En el presente capítulo sostengo que a fin de favorecer decisiones éticamente responsables sobre la Biotecnología transgénica agrícola en

<sup>33</sup> El Protocolo de Cartagena es un tratado internacional que regula los movimientos de un país a otro de organismos vivos modificados, que son producto de la Biotecnología moderna y que puedan tener efectos adversos en la biodiversidad y la salud humana. México es país parte de dicho protocolo desde el año 2000.

una sociedad plural y multicultural como la nuestra, se requiere de una evaluación que sea ampliamente participativa, que involucre activamente a la ciudadanía para la toma de decisiones, y que sea incluyente de los múltiples aspectos sociales, políticos y éticos asociados a la inserción de la Biotecnología en nuestro país. En primer lugar, presentaré algunos de los temas que integran conjuntamente la complejidad en el debate por la introducción de transgénicos en México. Posteriormente, expondré razones para fomentar la deliberación y participación social sobre aspectos particulares asociados a la Biotecnología agrícola de OGM. Finalmente, señalaré algunas consideraciones a tener en cuenta para el ejercicio de la participación ciudadana en temas de ciencia y tecnología.

## Controversia social y participación ciudadana

La aplicación de la Biotecnología transgénica en territorio mexicano ha sido motivo de grandes polémicas que se han caracterizado por la exposición de planteamientos por parte de numerosos actores sociales, cuyas valoraciones hacia dicha Biotecnología son, en muchos de los casos, sustancialmente diferentes. La **Tabla 1** muestra de manera resumida algunos de los puntos de discusión por el uso de OGM en la agricultura. No es la intención de este capítulo abordar cada uno de estos aspectos, sino únicamente mostrar el grupo de cuestionamientos en diversos campos del conocimiento.

En México, una de las controversias más fuertes se ha presentado en relación al maíz debido al característico paisaje biocultural de México como Centro de Origen y Diversificación de dicho alimento. La biodiversidad de esta planta se ha dado mediante un proceso de domesticación a través del cual los grupos humanos han seleccionado y favorecido ciertas poblaciones de maíz que les resultan útiles para distintos fines como el de la siembra, la alimentación y la realización de prácticas culturales relacionadas con simbolizaciones y creencias cotidianas con relación a dicha planta (Kato *et al.*, 2009). Los conocimientos tradicionales<sup>34</sup> han desempeñado a lo largo

<sup>34</sup> Los conocimientos tradicionales han fungido como elementos sobresalientes dentro de los procesos que dieron origen a la amplia diversidad de razas y variedades de maíces. De acuerdo con Valladares y Olivé (2015), los conocimientos tradicionales se configuran dentro de una matriz cultural que integra representaciones, creencias, valores, fines y

de la historia un papel fundamental para la evolución, diversificación y permanencia de las aproximadamente 60 razas de maíces que se conocen en la actualidad. Esta diversidad del maíz es apreciable en sus formas, colores y tamaños, pero también en cuanto a características particulares con valor agronómico como son la tolerancia a sequías o heladas y la adaptación a distintos tipos de suelo (González & Ávila, 2014).

**Tabla 1.** Temas a evaluar en torno a la implementación de cultivos de OGM, como parte de los procesos de toma de decisiones.

Ámbito	Temas
Ambiental	Uso de monocultivos. Flujo génico de variedades transgénicas a nativas. Disminución en las poblaciones de insectos. Alcances y límites del principio de equivalencia sustancial.
Salud	Potencial cancerígeno del herbicida glifosato.
Biocultural	Prácticas sociales y conocimientos tradicionales en regiones que son Centro de Origen y Diversificación.
Social y político	Contribución a la seguridad alimentaria. Adecuación de políticas internacionales en materia de bioseguridad. Alcances regulatorios de la legislación vigente.
Económico	Uso de semillas patentadas. Dominio de monopolios empresariales. Relación costos-beneficios.
Ético	Principio Precautorio. Participación ciudadana. Distribución social de riesgos y beneficios.

---

acciones que evidencian una notoria dimensión práctica. Todo ello dentro de un entorno particular que permite generar arraigo a un determinado territorio. La transmisión y preservación de los conocimientos tradicionales ocurre colectivamente a través de generaciones por medio de procesos dinámicos de interacciones con otros agentes del mundo, sean estos objetos, elementos del entorno natural u otros humanos.

Otro de los temas más recurrentes que se han tratado para discutir la pertinencia de los cultivos transgénicos es con relación a su capacidad para combatir el problema del hambre. Se ha expresado que el uso de plantas transgénicas tendrá un efecto positivo en la seguridad alimentaria y en la reducción de la pobreza, lo que impactará en el mejoramiento en la calidad de vida de los agricultores y en el aumento de sus ingresos económicos (Gutiérrez, Ruiz & Xoconostle, 2015). Contrario a esta postura, se ha señalado que los productos transgénicos diseñados hasta la actualidad no han servido para combatir el hambre, pues su producción está fuertemente influenciada por el sistema económico norteamericano de venta de semillas transgénicas, sobre todo de maíz, cuyos principales usos son de tipo industrial, por ejemplo, para actividades como la alimentación del ganado, la producción de una diversidad de alimentos procesados y productos como jarabes fructosados, bebidas alcohólicas y biocombustibles (Chauvet, 2015: 53; González & Ávila, 2014).

La discusión sobre la relación entre el hambre y los OGM es un claro ejemplo de la importancia de un acercamiento social y político para analizar la pertinencia de la Biotecnología moderna, a razón de que las causas y soluciones al hambre son de carácter multifactorial en donde tienen lugar decisiones económicas, políticas y sociales, y no sólo tecnológicas<sup>35</sup> (Chauvet, 2015: 55-58). En ese sentido, se ha reconocido que el problema del hambre en las sociedades actuales no radica en la falta de alimentos, sino en la imposibilidad de tener acceso a ellos. Es por ello que aunque se eleve la producción de alimentos, el problema queda sin resolver mientras éste no se aborde integralmente.

La emergencia de las controversias sociales en torno a los sistemas tecnológicos da cuenta de la insuficiencia de los criterios científicos para la evaluación de una tecnología. Contrario a los planteamientos de las posturas positivistas de la ciencia y la tecnología, el tratamiento de una controversia

---

<sup>35</sup> En 2014, la FAO informó que una de las principales estrategias para ayudar a las personas que sufren hambre en América Latina es creando mecanismos para evitar la pérdida y el desperdicio de alimentos. Con los niveles de desperdicio que existen en la región se podrían alimentar a más de 30 millones de personas (FAO, 2014).

tecnológica requiere de una evaluación ética que fomente la deliberación y la capacidad de decisión de los ciudadanos (Linares 2008: 416-417). En esa línea, Broncano (2000) afirma que la característica más importante de las controversias tecnológicas es la generación de una cultura de debate público y deliberación que implique intercambiar información, así como explicitar intereses y objetivos, con el fin de alcanzar un grado de consenso basado en procesos de decisión libre y colectiva.

Sin embargo, como parte de la controversia por el uso de la Biotecnología moderna, también es común que se descalifique al ciudadano sin conocimiento científico especializado y se rechace, con ello, su derecho a participar en la deliberación pública. Por ejemplo, un artículo publicado en la revista *Trends in Plant Science* en el año 2015, explica que la negativa hacia los OGM es un fenómeno propio de la psicología humana. En dicha publicación se afirma que el pensamiento intuitivo y la pseudociencia son los elementos que sustentan a las posturas anti-transgénicas, surgidas en respuesta a emociones que tienden a tergiversar las explicaciones científicas sobre los OGM y, por tanto, generar ideas negativas y esencialistas sobre éstos. De acuerdo con los autores del artículo, los ciudadanos sin formación científica no se encuentran capacitados para enfrentar preguntas complejas tales como “¿qué es la Biotecnología?”, “¿cómo es que funciona?” y “¿es peligrosa?” (Blancke *et al.*, 2015).

El artículo de Blancke *et al.* (2015) ilustra un caso en el que la ciencia es tomada como criterio fundamental de legitimidad y credibilidad, ya sea para la resolución del conflicto social o para la evaluación de los riesgos de los OGM. El conocimiento científico se plantea como superior, frente a otras formas de conocimiento y experiencias no científicas valoradas como subjetivas e incompetentes. Dentro de esta visión, se suele apelar a la carencia de incertidumbre tecnológica y a la neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología, esto es, que su desarrollo ocurre sin la influencia de valores sociopolíticos. Se trata, entonces, de un esquema en el que no hay cabida para los valores éticos o sociales y, por tanto, tampoco para la responsabilidad que los actores sociales adquieren con sus decisiones.

Esta postura ante la ciencia y la tecnología, que por principio excluye a las personas sin experticia científica, aparta de los procesos de evaluación y decisión a los diferentes grupos sociales de interesados y afectados como consumidores, pequeños agricultores y comunidades indígenas, ya sea por carecer de conocimiento científico especializado o por expresar argumentos relacionados con aspectos culturales, tal como sucede en el caso particular del maíz.

La evaluación de los OGM reducida al uso de datos provenientes del contexto científico, primordialmente de las ciencias naturales, no sólo constituye un medio para justificar la exclusión ciudadana de la toma de decisiones, sino que además resulta una vía conveniente para minimizar las influencias económicas y políticas surgidas de la presencia de actores plurales con acciones, propósitos y principios extra epistémicos.

Evaluar ética y socialmente una tecnología tan controvertida como es la Biotecnología moderna de plantas transgénicas, implica abordar cuestionamientos tales como quiénes deben participar en el diseño de las políticas regulatorias, cuál es la pertinencia de la normatividad en materia de OGM, cuál es el balance entre los riesgos y beneficios, cómo se distribuyen socialmente los riesgos y los beneficios, cómo deben ser considerados los aspectos sociales y culturales que existen alrededor de cultivos de los que México es centro de origen y diversificación, cuáles otras tecnologías, en lugar de las transgénicas, o bien, complementarias a ellas, existen para atender los problemas que éstas pretenden resolver, y cómo es que las dinámicas globales de la Biotecnología afectan su aplicación en un contexto social determinado. Finalmente, la problemática presentada conduce a pensar sobre cuáles son los mecanismos bajo los que se deben abordar los aspectos mencionados y de acuerdo a qué supuestos políticos y éticos.

Una evaluación integral de la Biotecnología moderna en México representa, sin duda alguna, un reto multidisciplinario y socialmente inclusivo que integre a la ciudadanía bajo diferentes estrategias de participación. En el siguiente apartado se abordarán algunos factores a considerar en los procesos de participación social en temas de ciencia y tecnología.

## Consideraciones para la participación ciudadana en ciencia y tecnología

El problema de la participación pública en el contexto de la ciencia y la tecnología plantea dilemas sobre el quién, el cómo y el porqué las personas sin experticia científica deben participar en temas concernientes a la ciencia y a la tecnología. Las posturas escépticas al respecto se caracterizan por señalar la complejidad de los problemas a tratar, la carencia de habilidades epistémicas en los ciudadanos sin formación científica, la falta de capacidad de la gente para establecer genuinos intereses, la ausencia de conocimiento relevante y de habilidades suficientes para evaluar racionalmente los problemas y proponer soluciones a ellos (Díaz-García, 2011; Murguía, 2014). Sin embargo, la participación social en la definición de los problemas, asignación de recursos, diseños y aplicaciones de la ciencia y la tecnología (Díaz-García, 2011) es éticamente deseable toda vez que resulte afectada la vida de las personas por el diseño y uso de aplicaciones científicas y tecnológicas.

Ambrosio Velasco (2011) afirma que en un diálogo democrático es necesario reconocer la autoridad epistémica del ciudadano, pues si bien éste puede carecer de conocimiento científico, es de alguna manera experto en algún tema fuera del ámbito de la ciencia. Para sostener esta afirmación, Velasco se vale de la consideración de un *principio de equidad epistémica*<sup>36</sup> entre los diferentes tipos de conocimientos que existen en las sociedades multiculturales. La equidad epistémica sostiene que ningún tipo de saber tiene una jerarquía *a priori* respecto a otro, sino que se trata del reconocimiento de diferentes autoridades epistémicas con relación a problemas específicos.

El principio de equidad epistémica resulta útil para examinar los intentos por comparar o evaluar a los conocimientos tradicionales, fundamentales en los sistemas agrícolas, respecto a los científicos. En muchos espacios se suele referir a los conocimientos tradicionales como menos importantes o menos

---

<sup>36</sup> Velasco aclara que equidad no significa equivalencia, puesto que equidad demanda la no exclusión y la consideración de lo distinto. La equivalencia supondría la igualdad entre dos elementos dados.

valiosos que aquellos que surgen de la ciencia. Sin embargo, lo pertinente es reconocer que éstos no son iguales o equivalentes en tanto que surgen de contextos que implican presupuestos y prácticas diferentes, por lo que no es conveniente evaluar al conocimiento tradicional con los estándares de la ciencia. Situar a estos conocimientos en una escala jerárquica predefinida y darle mérito únicamente a uno de ellos, equivaldría a fomentar una exclusión epistémica, situación que puede resultar contraproducente si se considera que, en ciertos casos, ambos tipos de conocimientos tienen la capacidad de contribuir para dar solución a un problema concreto. Así, lo deseable es la colaboración mutua entre ambos tipos de conocimientos, tanto para identificar problemas, como para plantear soluciones.

Olivé (2010) afirma que la construcción de una sociedad democrática requiere del fomento de una cultura científico-tecnológica con la que se promueva la conformación de una ciudadanía informada capaz de tomar decisiones a partir de la comprensión de las situaciones y los problemas que se le presenten.<sup>37</sup> Para tal efecto, aun se requiere de un esfuerzo significativo desde los niveles más básicos de educación, así como de aportaciones pertinentes desde el ámbito de la comunicación de la ciencia en favor de tal objetivo. Además, las controversias entre científicos y la importancia de las consideraciones éticas y sociales en torno a la actividad científica deben ser elementos en la generación de la cultura científico-tecnológica. Al respecto, López-Cerezo (2005) sugiere procesos de inculturación

---

<sup>37</sup> López-Cerezo (2005) advierte que la cultura científica de calidad no debe ser considerada como una cuestión ligada a estimular el reservorio de conocimiento científico especializado. Una cultura científica es una cultura crítica y responsable basada en la reflexión y en la capacidad de formar juicios independientes sobre temas controvertidos en la ciencia. Es decir, una cultura científica de calidad conlleva comprender las potencialidades de la ciencia, los riesgos y las incertidumbres, pero también implica la comprensión e integración de los aspectos éticos y los desafíos sociales que plantean la ciencia y la tecnología en la sociedad (López-Cerezo, 2005: 357). Siguiendo esta noción de cultura científica, cabe decir que su fomento incluye a la propia comunidad científica que, en muchos casos, reproduce visiones positivistas sobre la ciencia y la tecnología, induciendo con ello a la separación de las valoraciones sociales en los resultados de la ciencia y en el cauce de las controversias científicas. Como bien apunta Ramírez-Sánchez (2006): "...el fallo de la inclusión se debe también a la ignorancia de los expertos y a su resistencia frente a los problemas locales" (Ramírez-Sánchez, 2006: 104).

científica en los que no se contemple a los ciudadanos como receptores pasivos de conocimiento, sino como agentes activos de mecanismos que propician la circulación de los conocimientos en diferentes direcciones. Existen diferentes experiencias que dan cuenta de procesos de participación ciudadana, entre ellas se encuentran el referéndum, las audiencias públicas, las encuestas de opinión y la integración de asociaciones de ciudadanos (López-Cerezo, 2005; Díaz-García, 2011; Devos *et al.*, 2008).

Los procesos de participación ciudadana fundamentados en la construcción de un diálogo plural son mecanismos con los cuales es posible fomentar la equidad epistémica entre los conocimientos tradicionales con otras formas de conocimiento; promover la investigación multidisciplinaria para el análisis, la evaluación y gestión del riesgo acorde a consideraciones contextuales; desarrollar un enfoque ético sobre las implicaciones sociales, políticas y ecológicas del desarrollo y aplicación de la Biotecnología y, finalmente, tomar decisiones orientadas hacia la justicia social, basadas en el reconocimiento de los derechos de los ciudadanos por participar en la vida pública y exponer cuestionamientos y preocupaciones asociadas a sus conocimientos, experiencias y formas de vida.

## **Conclusiones**

Resulta necesaria la implementación de estrategias dirigidas hacia una evaluación social de la Biotecnología transgénica, cuya controvertida introducción se debe al conjunto de aspectos que rodean a dicha tecnología y que rebasan al espacio de lo científico. Esta situación no sólo exige una profunda reflexión filosófica y política sobre los sistemas tecnológicos de la actualidad, sino que demanda la transformación hacia un orden social en donde la ciencia y la tecnología no se constituyan por la imposición o la de la vida y la cultura, sino en torno a la responsabilidad colectiva y a la consecución del bien común.

De acuerdo con Olivé (2007: 142), lo éticamente deseable es que los modelos políticos para la ciencia y la tecnología cumplan con el fin de satisfacer necesidades sociales en un marco de justicia y de respeto de la diversidad

cultural. Bajo estas consideraciones también cobra relevancia el análisis de los intereses que persiguen los actores que conforman a los sistemas de ciencia y tecnología; los valores que conducen sus prácticas, sean estos científicos, económicos o políticos; las posibles consecuencias, deseables e indeseables, de su introducción; los mecanismo de regulación y gestión del riesgo; los contextos sociales y culturales en los que se inserta la ciencia y la tecnología, y los procesos de participación no sólo como mecanismos basados en el reconocimiento del derecho de participar en la vida pública (Díaz-García, 2011), sino también como mecanismos con potencial epistémico, porque en ellos se fomenta la producción de conocimiento colectivo.

Toda tecnología, incluida la Biotecnología, está anclada en un ambiente político y cultural específico, por lo que su evaluación, más aún en contextos de controversia, requiere de considerar las dinámicas de las sociedades bajo las que la ciencia y la tecnología se desarrollan. Ante la crisis ambiental y social de nuestros tiempos, es fundamental reconocer que los problemas sociales no se resuelven con la consideración única de aplicaciones tecnológicas, sino a través de mecanismos políticos y sociales plurales que propicien que los beneficios de las actividades científicas y tecnológicas incluyan a amplios y diversos sectores de la sociedad.

## Referencias

- BENBROOK, C. (2019). How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate-based herbicides? *Environmental Sciences Europe*, 31 (2), 1-16.
- BLANCKE, S., Van Breusegem, F., De Jaeger, G., Braeckman, J., & Van Montagu, M. (2015). Fatal attraction: the intuitive appeal of GMO opposition. *Trends in Plant Science*, 20 (7), 414-418.
- BONNEUIL, C., Foyer, J., & Wynne, B. (2014). Genetic fallout in biocultural landscapes: Molecular imperialism and the cultural politics of (not) seeing transgenes in Mexico. *Social Studies of Sciences*, 44 (6), 901-929.

- BRONCANO, F. (2000). Controversias tecnológicas y racionalidad colectiva en F. Broncano, *Mundos Artificiales. Filosofía del cambio tecnológico* (pp. 259-284). México: Paidós, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- CARLSON, R. (2010). What Makes a Revolution? en R. Carlson, *Biology is Technology. The Promise, Peril, and New Business of Engineering Life* (pp. 218-239). Londres: Harvard University Press.
- CHAUVET, M. (2015). *Biotechnología y Sociedad*. México: UAM.
- COOPER, M. (2008). Life Beyond the Limits. En M. Cooper, *Life as Surplus. Biotechnology & Capitalism in the Neoliberal Era* (pp. 15-50). United States of America: University of Washington Press.
- DEVOS, Y., Maesele, P., Reheul, D., Van Speybroeck, L., & Waele, D. (2008). Ethics in the societal debate on genetically modified organism: A (re) quest for sense and sensibility. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* (21), 29-61.
- DÍAZ-GARCÍA, I. (2011). Bases filosóficas de la democracia participativa en ciencia y tecnología. *Ontology Studies* (11), 39-53.
- FAO (julio de 2014). *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe*. . Recuperado el 26 de junio de 2016, de FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/a-i3942s.pdf>
- GÁLVEZ, A. (2013). *Detección de polen de plantas genéticamente modificadas en miel. Fase 1*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. México, D.F.: Informe final SNIB-CONABIO, proyecto KE007.

- GONZÁLEZ-ORTEGA, E., Piñeyro-Nelson, A., Gómez-Hernández, E., Monterrubio-Vázquez, E., Arleo, M., Dávila-Velderrain, J., Martínez Debat, C., Álvarez-Buylla, E. (2017). Pervasive presence of transgenes and glyphosate in maize-derived food in Mexico. *Agroecology and Sustainable Foods Systems*, doi: 10.1080/21683565.2017.1372841
- GONZÁLEZ, A., & Ávila, J. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos* (75), 215-237.
- GUTIÉRREZ, D., Ruiz, R., & Xoconostle. (2015). *Estado Actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional*. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN.
- ISHII, T. (2018). Crop Gene-Editing: Should we bypass or apply existing GMO policy? *Trends in Plant Science*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.09.001>
- KATO, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- LINARES, J. (2008). *Ética y mundo tecnológico*. México: FCE, UNAM, FFyL.
- LÓPEZ-CEREZO, J. (2005). Participación ciudadana y cultura científica. *ARBOR. Ciencia, pensamiento y cultura*, CLXXXI, 351-362.
- MURGUÍA, A. (2014). Epistemología Social y Democracia Deliberativa. *Acta Sociológica* (63), 99-121.
- OLIVÉ, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. México: FCE.

- OLIVÉ, L. (2010). La cultura científico-tecnológica como condición de las sociedades democráticas contemporáneas. *Acta Sociológica* (51), 59-86.
- RAMÍREZ-SÁNCHEZ, S. (2006). Conocimiento y democracia: Expertos y experticia en los procesos de socialización del conocimiento. *Península*, 1 (1), 95-108.
- VALLADARES, L., & Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y representaciones sociales* (19), 61-101.
- VELASCO, A. (2011). ¿Cómo defender a la democracia multicultural de la ciencia? En A. Pérez-Ransanz, & A. Velasco, *Racionalidad en ciencia y tecnología. Nuevas perspectivas iberoamericanas* (pp. 473-479). México: UNAM.

# La ruptura del “contrato social” de la ciencia: sobre el incumplimiento de las expectativas razonables en los campos de la salud y nutrición públicas

Luis Avelino Sánchez Graillet  
Facultad de Química, UNAM

## ¿Tiene aún vigencia el “contrato social de la ciencia”?

Una noción frecuentemente invocada en los estudios sociales sobre la ciencia y políticas científicas es el llamado “contrato social de la ciencia”, el que, usando las palabras de Jordi Molas, podría entenderse como la idea de que:

Las organizaciones científicas, por un lado, y el Estado y la sociedad, por el otro, establecen implícitamente un contrato social, que puede describirse en los siguientes términos: «El Gobierno suministra fondos para el desarrollo de la ciencia básica, y los científicos prometen que la investigación será realizada bien y honestamente y proporcionará una constante corriente de descubrimientos que pueden luego ser aplicados en la fabricación de nuevos productos, medicinas, o armas» (Molas, 2019).

Se trata, desde luego, de un constructo inspirado en el “contrato social” de Rousseau. “Contrato” que en principio no era sino una ficción, sin base histórica alguna, que Rousseau propuso como un modelo para pensar en los acuerdos y expectativas tácitas que sostienen el orden social. Con lo que el “contrato social de la ciencia” sería, de manera análoga, una ficción –sin base histórica–, útil para pensar en los acuerdos y expectativas tácitas que sostienen el continuado flujo de recursos y apoyos que la actividad científica institucionalizada recibe de la sociedad.

Pero el “contrato social de la ciencia” ha sido más que una ficción para fines analíticos. Y como todo constructo de carácter ideológico, la idea de que entre los científicos y la sociedad hay un “contrato” que es beneficioso para ambas partes ha servido para defender y avanzar los intereses con-

cretos de ciertos grupos. En primer lugar, la idea del “contrato social de la ciencia” le ha servido a los propios científicos, con bastante éxito, como herramienta retórica para legitimar el sostenimiento del aparato científico con fondos públicos y asegurarse una continuada corriente de apoyos y recursos sociales de todo el tipo, para el mantenimiento y el crecimiento del aparato de investigación científica.

Así considerado, el “contrato social de la ciencia” no sería un caso único, ya que se podría hablar de otros “contratos” similares, suscritos entre la sociedad y diversos grupos profesionales. Lo que convierte al “contrato social de la ciencia”, sin embargo, en un caso peculiar es que los científicos se las han arreglado para operar, en lo general, sin tener sobre sí mecanismos de vigilancia y control social comparables a los que funcionan sobre otros grupos profesionales. No es que los científicos laboren sin regulación ni fiscalización alguna, pero una peculiaridad de la ciencia institucionalizada es que, en general, el gremio científico se regula, fiscaliza, vigila y controla a sí mismo, siendo notablemente pocos y poco claros los mecanismos –cuando éstos realmente existen– por los que un ciudadano corriente, un “no-científico”, puede tratar de fiscalizar, controlar o limitar la labor de los científicos. Esto es, que el “contrato social de la ciencia” ha sido un “contrato” fundamentalmente asimétrico, en el que una de las partes contratantes –la “sociedad”– carece en los hechos de mecanismos bien establecidos para demandar el cumplimiento del contrato, su revisión o su rescisión.

A lo que habría que agregar que históricamente la comunidad científica se ha caracterizado por una tenaz resistencia a permitir que personas ajenas a la propia comunidad controlen o vigilen su labor. Y cuando intentos así llegan a darse, lo usual es que desde las comunidades científicas se les resista apelando, precisamente, a la retórica del “contrato social de la ciencia”, alegando que los intentos por fiscalizar y controlar su labor suponen violar de algún modo ese presunto contrato, al poner en entredicho la probidad, profesionalismo y buena fe de los científicos, además de suponer un obstáculo para la generación de conocimiento, e inclusive un “ataque” contra la ciencia.

A lo que habría que añadir que la general negativa de las comunidades científicas a permitir que actores sociales ajenos al gremio vigilen y controlen su actividad ha tendido a incrementarse a partir, más o menos, de la década de 1970, cuando la imagen idealizada y romantizada (cultivada y promovida por los propios científicos) de una ciencia heroica y bienhechora empezó a cuestionarse con mayor amplitud, y a mostrar fisuras serias. Tenemos, citando a Andoni Eizaguirre, que:

[...] a partir de los años 70 empiezan a cuestionarse parte de las promesas y presupuestos que comprende el contrato social de la ciencia. Así por ejemplo, son objeto de disputa y competencia política la imagen que relaciona automáticamente la innovación y el progreso, se critica la ausencia de medidas reguladoras y emerge una creciente sensibilidad por los impactos negativos, adquieren relevancia el eco simultáneo de los accidentes tecnológicos y la publicación de una serie de trabajos de alcance social e internacional sobre los riesgos para la salud humana y el ambiente natural de los avances industriales, los movimientos ecologistas se consolidan en la esfera pública [...] y la controversia en torno a la energía nuclear y el interés por las biotecnologías obliga a discutir la noción de progreso social (2009: 27).

Preguntar entonces si el “contrato social de la ciencia” mantiene su vigencia supone cuestionar y analizar si las comunidades científicas operan hoy a la altura de las expectativas sociales que ellas mismas han creado y cultivado por medio de esa ficción retórica, y si la sociedad estaría justificada en desconfiar de la labor de los científicos, y en buscar la creación de medios democráticos, claros y eficaces para vigilar y controlar de manera mucho más estricta su labor.

### **¿Qué sería una expectativa social “razonable” en torno a la actividad científica?**

Con lo dicho, se entenderá que desde hace ya varias décadas los estudiosos de las relaciones ciencia-sociedad y las políticas científicas vengán preguntándose si el contrato social de la ciencia se halla aún vigente, o si

habría que formular uno nuevo. Lo que ha generado diversas ideas con respecto a cómo tendría que ser ese nuevo contrato social de la ciencia: desde planteamientos que sostienen que la ciencia funciona básicamente bien, pero requiere hacerse de una mejor imagen pública (Ravetz, 1988; Lubchenco, 1998), hasta propuestas en el sentido de que es preciso incrementar el control social sobre la ciencia, por vía de la regulación gubernamental (Demeritt, 2000; Guston, 2000), pasando por quienes plantean que la ciencia debe modificar sus métodos y su funcionamiento interno, sin que ello implique controles regulatorios externos (Gallopín *et al.*, 2001), y por quienes proponen que lo que se requiere es hacer a la ciencia “socialmente robusta” por vía de una mayor participación social, aunque sin que quede muy claro lo que ello implicaría en concreto (Gibbons, 1999).

Mi interés aquí, sin embargo, no está en proponer las formas o condiciones de ese posible nuevo contrato social de la ciencia, sino en analizar el que se halla aún vigente –al menos en el discurso–, a fin de entender si éste realmente ha fallado, y de qué manera lo habría hecho. El supuesto de base en esto es que si alguna de las partes del contrato ha fallado, ella sería la ciencia y no la sociedad. Pues lo que me parece innegable es que la sociedad no ha dejado de cumplir con su parte del contrato, ya que históricamente los presupuestos y demás apoyos sociales para la ciencia no sólo no han tendido a disminuir, sino que se han mantenido en un aumento casi continuo en la generalidad de las naciones con cierto nivel de desarrollo económico, por mucho que los propios científicos suelen quejarse de que esos recursos sean aún insuficientes.

La pregunta es entonces si la sociedad estaría justificada en sentirse defraudada con la actuación de las comunidades científicas a las que sostiene y dota de recursos. Lo que así planteado nos conduce de inmediato –como en toda discusión en torno a promesas y compromisos tácitos– a considerar si en efecto la ciencia incumplió las promesas implícitas en el “contrato social”, o si más bien el problema radica en la sociedad, que se ha formado expectativas exageradas e irreales con respecto a la capacidad efectiva de la ciencia para mejorar nuestras vidas y resolver los grandes problemas de la humanidad.

Lo que debe discutirse entonces es qué es lo que razonablemente podría exigírsele a la ciencia. Con lo que podríamos decidir entonces si las expectativas sociales en torno a la ciencia han sobrepasado lo razonable o si más bien han sido los científicos y sus publicistas los que crearon expectativas sociales irracionales al prometer lo irrealizable. Lo que a su vez supondría –podría pensarse– una discusión exhaustiva en torno a los límites del conocimiento científico y la tecnología. Semejante clarificación de los límites efectivos de la ciencia y la tecnología sería sin duda deseable... suponiendo que ello realmente fuera posible. Para resolver nuestra discusión basta con algo bastante más simple y más acorde con el carácter originario de ficción histórico-analítica de la idea del “contrato social”. Lo que requerimos precisar es tan solo qué es lo que concebiblemente la sociedad podría haber estado dispuesta a aceptar como condiciones mínimas para suscribir aquel hipotético “contrato social” originario con la ciencia, en el entendido de que en ese ucrónico momento ninguna de las partes podría haber anticipado cuáles serían todas las potencialidades efectivas de la ciencia y la tecnología, ni cuáles todas las áreas en las que su aplicación sería posible o necesaria.

Puesto así, propongo que las demandas que la sociedad razonablemente podría haberle presentado a la comunidad científica en aquel hipotético contrato originario, y que determinan el horizonte de lo que razonablemente cabría exigirle a la ciencia, tendrían que quedar comprendidas en estos cinco puntos:

- A. Que las intervenciones científico-tecnológicas en la sociedad estén sustentadas en una base amplia, firme y consistente de evidencia empírica.
- B. Que dichas intervenciones científico-tecnológicas se encaminen a actuar sobre las causas de fondo de los problemas y no se limiten a paliar o a controlar sus manifestaciones superficiales e inmediatas.
- C. Que las intervenciones científico-tecnológicas se suspendan cuando no logren producir los resultados deseados en plazos razonables.
- D. Que las intervenciones científico-tecnológicas se propongan y ejecuten con base *exclusivamente* en criterios técnicos y científicos.

E. Que las intervenciones científico-tecnológicas se suspendan cuando exista evidencia de que sus efectos son dañinos o contraproducentes.

A la cláusula A se le podría considerar como una suerte de *principio de razón científica suficiente*, por medio de la que se les exige a los científicos que actúen sólo cuando cuenten con elementos sólidos de conocimiento de tipo, precisamente, *científico* para ello. Las cláusulas B y C serían entonces corolarios de este principio de razón científica suficiente, pues la cláusula B deriva de una manera ampliamente difundida de entender la ciencia (aceptada y promovida por los propios científicos), que nos viene desde Aristóteles, de acuerdo con la cual lo que taxativamente distingue a la ciencia de otras formas de conocimiento es que ésta es “conocimiento de causas”. Con lo que parecería razonable exigir a los científicos que cuando actúen lo hagan yendo hasta las causas primeras de los problemas, o al menos a las causas más fundamentales sobre las que tenga algún sentido trabajar, y no se limiten a paliar efectos superficiales. Nombremos a éste como el *principio de profundidad causal*. Por su parte, la cláusula C no hace sino asentar otro principio metodológico de aceptación general entre los científicos: la noción de que cuando las predicciones formuladas a partir de un modelo teórico fallan en cumplirse, el modelo debe ser entonces revisado o desechado, a la vista de la evidencia en su contra. Llamemos a éste como el *principio de falsación*, en honor a Karl Popper.

Por lo que respecta a la cláusula D, podría vérsese como un complemento del principio de razón científica suficiente, pero ésta apunta en realidad hacia una exigencia distinta y de la mayor relevancia social, pues lo que se pide con ella no es sólo que el científico actúe con base en racionalidad científica, sino que lo haga de manera *exclusiva*, dejando de lado sus intereses, conflictos, filias, fobias y agendas ideológicas personales o de grupo, sea cual sea el signo de éstas. En particular, la cláusula D implica que los científicos tendrían que dejar de lado la protección o promoción de intereses comerciales y económicos –los de terceros o los suyos propios– como motivos centrales para diseñar o decidir intervenciones tecnocientíficas. Llamemos a éste como el *principio de exclusividad científica*.

Tenemos, por último, la cláusula E, la que se podría entender, quizás, como una variante de la cláusula C, pues podría suponerse que una actuación tecnocientífica que no sólo falla en generar los resultados deseados, sino que además trae consigo efectos contraproducentes, seguramente estará fundada en supuestos teóricos erróneos. Esto, sin embargo, no es forzosamente el caso, pues es bien posible que una intervención tecnocientífica basada en una teoría correcta genere, no obstante, efectos adversos. Lo que indica que nuestra cláusula E intenta capturar un principio de un orden distinto: un principio ético, antes de epistémico, al que podría entenderse como un *primum non nocere* similar al del juramento hipocrático y dirigido a detener los efectos dañinos producidos por una intervención tecnocientífica. Llamémosle: *principio de no maleficencia científica* y notemos que a éste se le debe distinguir tanto de nuestro principio de falsación, como del “Principio Precautorio”, que se halla actualmente en la base de muchas políticas públicas en materia científica y ambiental.<sup>38</sup> Con respecto a nuestro principio de falsación, éste se distingue del principio de no maleficencia no sólo en que no implica necesariamente la falsedad de la teoría en que se funda la intervención tecnocientífica dañina (pues los efectos adversos podrían ser resultados no anticipados de una teoría correcta), sino, sobre todo, en que el principio de no maleficencia entraría en aplicación aún si la intervención en cuestión efectivamente hubiese cumplido sus objetivos. Esto es, que el principio de no maleficencia implica la inaceptabilidad de cualquier intervención tecnocientífica que suponga daños inadmisibles (a la salud, al ambiente, a grupos sociales vulnerables, etc.), y ello ni siquiera en aquellos casos en que una intervención perjudicial efectivamente funcionó para lo que se la diseñó.<sup>39</sup> Por otro lado, mientras que el Principio Precautorio pide abstenerse de implementar una intervención tecnocientífica cuando exista la sospecha fundada –aunque no plenamente probada– de que ésta podría traer efectos adversos graves, el principio de no maleficencia pide sólo que la intervención tecnocientífica se suspenda cuando ésta

---

<sup>38</sup> Sobre el Principio Precautorio como marco preferido por la mayor parte de la legislación actual para la protección del ambiente y la prevención de riesgos, ver Sunstein (2006).

<sup>39</sup> Este tema ya había sido tratado, aunque en otros términos, por León Olivé (2000), por medio de la idea de que los sistemas tecnocientíficos eficientes se caracterizan no sólo porque cumplen los propósitos expresos para los que se les creó, sino porque, además, cumplen únicamente esos propósitos para los que se les diseñó.

haya demostrado ya que genera efectos adversos. De modo que, mientras el Principio Precautorio opera con presunciones, riesgos y probabilidades referidas a hechos que aún no han ocurrido, el principio de no maleficencia se funda, en cambio, en evidencia concreta de daños ya ocurridos. Lo que lo convierte, desde luego, en un muy mal instrumento para prevenir daños, pero lo hace, en cambio, en un criterio muy razonable para decidir cuándo una intervención tecnocientífica es socialmente inaceptable y debería suspendersele.

Recapitulando, tenemos que las exigencias razonables mínimas que la sociedad plausiblemente podría haberle presentado a las comunidades científicas en aquel hipotético contrato social originario quedan compendiadas –a mi juicio– en cinco principios, que suponen parámetros para decidir la aceptabilidad de cualquier intervención tecnocientífica en general: un *principio de razón científica suficiente* (que exige a los científicos actuar científicamente), un *principio de profundidad causal* (que les insta a resolver los problemas desde sus causas de fondo), un *principio de falsación* (que les obliga a reconocer que se han equivocado y a retirarse cuando su intervención no ha sido efectiva), un *principio de exclusividad científica* (que les previene de actuar a partir de intereses personales y económicos, o de sesgos ideológicos, políticos o religiosos), y un *principio de no maleficencia científica* (que les obliga a detenerse en cuanto sea claro que sus intervenciones han traído efectos dañinos, sea que hayan cumplido o no con sus objetivos).

Cabe argumentar, desde luego, que estos principios propuestos no agotan, de modo alguno, las exigencias que la sociedad podría plantearle razonablemente a la ciencia. Así, por ejemplo, podría argüirse a partir de la clásica caracterización del *ethos* de la ciencia por Robert K. Merton (1942), que el conocimiento producido por los científicos debería ser de acceso público y gratuito, como una ampliación del principio de “comunismo” de Merton. O podría alegarse que el ya mencionado “Principio Precautorio” debería constituir un horizonte fundamental de expectativas y exigencias sociales sobre la ciencia, mas para el fin que aquí me he propuesto, basta con estos

cinco principios para ensayar una respuesta a la cuestión central planteada, en torno a la vigencia del “contrato social de la ciencia”.

Y la respuesta llana al respecto es que al menos en un área específica –la de la salud pública y la nutrición– este “contrato social de la ciencia” ha sido efectivo y reiteradamente quebrantado por los científicos, al actuar en sentido contrario a los principios aquí discutidos, como horizonte de exigencias razonables mínimas que la sociedad podría hacerle a las comunidades científicas a las que sostiene. El argumento, desde luego, no es automáticamente extensivo a otros dominios y áreas de aplicación de la ciencia; sin embargo, me parece que no sería nada difícil hallar casos semejantes a los que ahora discutiremos en áreas científico-tecnológicas tales como las de la ciencia y la ingeniería ambientales, la ciencia del cambio climático, la investigación en energías alternativas y muchas otras más.

## **Dos casos históricos contrapuestos y una metáfora con un río lleno de ahogados**

Discuto ahora, brevemente, dos casos contrastantes de práctica científica, en las áreas de la salud y la nutrición públicas, en los que a mi parecer la comunidad científica ha fallado en actuar en concordancia con las exigencias que razonablemente podría hacersele a la ciencia, según he venido discutiendo. Se trata de la política para la prevención de las caries dentales y la política para la prevención y combate de la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Casos de estudios de lo más contrastantes, pues mientras que la prevención de las caries dentales, a través –principalmente– de la fluoración del agua o la sal, ha constituido uno de los grandes éxitos en salud pública en las décadas finales del siglo XX, la prevención y el combate de la obesidad y la DM2 (por medio, centralmente, de campañas y programas dirigidos a que la población vigile y controle su peso y alimentación) es, en cambio, la historia de un estrepitoso, continuo y reiterado fracaso, puesto en evidencia, ante todo, por el aumento aparentemente imparable en la prevalencia de ambas condiciones por todo el orbe.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> Ver, por ejemplo, WHO (2017).

A pesar, sin embargo, de este acusado contraste, ambos casos evidencian por igual que la actuación de las comunidades científicas involucradas se ha apartado regular y reiteradamente de los principios que conforman el que a mi juicio sería el marco mínimo de lo que la sociedad podría razonablemente exigir a la ciencia. Pues la generalidad de las intervenciones en estas dos áreas han tendido a implementarse: 1) sin que se contara con evidencia empírica amplia, sólida y consistente a favor de las políticas de salud pública que se implementaron (violando el *principio de razón científica suficiente*); 2) sin que se tuviese un entendimiento claro de los orígenes profundos del problema y sin que se le intentara solucionar de raíz, actuando sobre las causas más de fondo que lograran identificarse (contraviniendo al *principio de profundidad causal*); 3) sin que las políticas en cuestión –específicamente las de combate de la obesidad y DM2– se suspendieran ante la reiterada falta de evidencia empírica de su eficacia (lo que viola el *principio de falsación*, y tendría que tomarse como evidencia sólida de que el modelo teórico de base es erróneo); 4) bajo la sospecha fundada de que muchas de estas políticas buscaban favorecer intereses comerciales, políticos o gremiales, o se decidieron a partir de prejuicios y sesgos ideológicos (lo que violenta al *principio de exclusividad científica*); y 5) sin que estas políticas –específicamente, de nuevo, la del combate de la obesidad y DM2–, se suspendieran o modificaran al surgir evidencia de que las intervenciones implementadas no sólo no estaban funcionando, sino que estaban generando efectos dañinos y contraproducentes (violentando con ello el *principio de no maleficencia científica*).

Ahora, a veces, la manera más fructífera de visualizar situaciones complejas en un primer acercamiento es mediante una metáfora. Recorro así a una metáfora propuesta originalmente por el sociólogo John B. McKinlay (1975) en una conferencia de la Asociación Norteamericana del Corazón para analizar lo que en su percepción fallaba entonces en el sistema médico de Estados Unidos, siendo usual desde entonces referirse en salud pública a medidas *upstream* y *downstream*. Parafraseando a McKinlay, el cuento dice así:

Le preguntan a un cardiólogo que cómo era su trabajo y contestó:  
“Bueno, verás... Es como pasear tranquilamente por la orilla del río y oír

de repente los gritos de auxilio de una persona que se está ahogando. Y entonces te lanzas a rescatarlo; logras salvarlo, lo llevas a la orilla y consigues resucitarlo. Estás aún en ello cuando oyes otro grito de auxilio, y ves que otro más se está ahogando en el río, te lanzas también a rescatarlo. Y cuando ya lo tienes en la orilla y lo estás resucitando, oyes otra vez otro grito de auxilio y te lanzas a rescatar a otro más que también se está ahogando, y así te pasas todo el maldito día, sacando y sacando personas que se están ahogando en el río, pensando en cómo te gustaría tener un sólo rato libre, para darte entonces una vuelta río arriba y averiguar quién es el que está lanzando a todas esas personas al agua.

Como toda buena caricatura, la de McKinlay funciona porque destaca y magnifica rasgos efectivamente presentes en la situación caricaturizada. Y lo que el cuento capta a la perfección es que más allá de la retórica, de las representaciones sociales y de las presunciones del “contrato social de la ciencia”, en la práctica cotidiana, los médicos simplemente suelen ignorar las causas de los padecimientos en los individuos concretos y trabajan partir de procedimientos rutinarios, sin entender demasiado de la causas y determinantes de las enfermedades en un nivel social, bioquímico, nutricional o ecológico. Esto es, que el practicante medio suele estar tan ocupado salvando ahogados río abajo, como para tener tiempo –o interés– para averiguar qué está provocando el problema en primer lugar río arriba.

La metáfora de McKinlay apunta entonces –y así se le suele interpretar– a la necesidad de actuar “río arriba”, con un aparato de investigación y acción en salud pública, medicina preventiva, promoción y educación en salud. El problema es que la actuación histórica de quienes laboran “río arriba” en la salud y la nutrición públicas no ha sido, en general, demasiado distinta a la del médico tratante que labora “río abajo”. Pues justo como ocurre allá abajo, en el “río arriba” también suele actuarse con conocimiento escaso y endeble de las causas profundas de los problemas y respondiendo a presiones, interés e ideologías, que llevan con gran frecuencia a que las políticas de salud pública que se implementan sean no las que se hallan mejor sustentadas en evidencias y fundamentos teóricos sólidos, sino las que

resultan compatibles con los prejuicios, agendas e intereses de los grupos de poder involucrados, incluidos los de la propia comunidad de investigadores y especialistas en salud pública. Esas políticas en salud y nutrición públicas tienden a sostenerse independientemente de sus resultados, en tanto sigan siendo compatibles con los intereses de esos grupos de interés involucrados.

Para ilustrar esto, empecemos por revisar al que se le podría considerar como uno de los mayores triunfos en la salud pública: la fluoración, del agua o la sal, como medida para prevenir las caries dentales. Narrado en breve, las caries (dolencia poco glamorosa, a la que equivocadamente se la podría juzgar como un problema menor) había ido aumentando su incidencia, a inicios del siglo XX, a un ritmo alarmante, que la había convertido en uno de los temas relevantes en la agenda de salud pública, pese a no tratarse, en general, de una enfermedad mortal.

Sólo que las caries resultaron una enfermedad difícil de estudiar, debido a la carencia de modelos animales adecuados y a la dificultad para estudiar los procesos implicados *in vitro* o *in vivo* en pacientes humanos. De modo que aunque pronto se entendió que la génesis de las caries implicaba la proliferación de bacterias y el cambio del pH en la superficie dental, no lograba establecerse si esas bacterias eran normales en la cavidad bucal, cómo exactamente se producía la destrucción del esmalte dental y cuáles eran las razones por las que algunas personas y poblaciones desarrollaban caries abundantes y otras no (Cottrell, 2005).

De antiguo se sospechaba, sin embargo, que las caries eran propiciadas por ciertos alimentos, particularmente por las harinas y azúcares. En el siglo XX, el principal impulsor de esta hipótesis fue el odontólogo Weston Price, quien a partir de una serie de viajes de investigación por el mundo dejó firmemente establecida la idea que las caries formaban, junto con la DM2, la obesidad, la enfermedad cardíaca coronaria, el cáncer y otros males, un grupo de afecciones características del mundo occidental, que habían estado mayormente ausentes en las sociedades tradicionales hasta que éstas empezaron a adoptar los modos de vida y alimentación de Occidente.

En particular, Price señaló como agente causal de estas “enfermedades de la civilización” al consumo elevado de azúcares y harinas (Price, 1939). Ello compaginaba bien con el creciente aumento en la incidencia de caries, que iba al parejo con el notable aumento en el consumo de azúcar que se venía dando y coincidía con las nuevas investigaciones, que señalaban que los carbohidratos –especialmente los almidones– eran el sustrato nutricional más propicio para la proliferación de las bacterias asociadas con las caries (Cottrell, 2005).

De manera que hacia la posguerra, la idea de que las caries eran causadas por el consumo excesivo de azúcar estaba ya bien establecida, no sólo entre los médicos y odontólogos, sino también entre el público en general. Como lo denota, por ejemplo, la fuerte inversión en tiempo y recursos que la industria dulcera hizo para tratar de superar la imagen de los dulces y caramelos como causantes de las caries dentales (Kawash, 2013). A partir de la década de 1960, la industria azucarera de Estados Unidos realizó un esfuerzo concertado para financiar estudios científicos a modo dirigidos a borrar o a cuestionar al menos la percepción de que el azúcar era un agente causal en el desarrollo de la enfermedad cardíaca y otros males con los que se le había relacionado, incluidas, desde luego, las caries dentales. Situación que no se hizo del conocimiento público, sino hasta muy recientemente, a partir de los documentos internos de la industria azucarera (Kearns *et al.*, 2016; Taubes, 2016).

El éxito de éstos y otros esfuerzos de la industria por bloquear cualquier acción orientada a disminuir el consumo de azúcar como medida para prevenir las caries puede constatarse en el hecho de que ninguna autoridad médica llegara a plantear la posibilidad de que las caries pudieran prevenirse en su causa más básica conocida, con medidas (como gravámenes especiales, etiquetas de advertencia directa o la reformulación obligatoria de productos) destinadas a lograr que las personas consumieran menos azúcar. En vez de ello, la política en salud dental puso el peso de la prevención en los propios afectados, por medio de campañas ubicuas y mayormente inefectivas de higiene dental.

Es imposible saber qué habría podido ocurrir si la prevención de las caries se hubiese quedado tan sólo en el mensaje de cepillarse los dientes tres veces al día, pues un hallazgo fortuito vino a cambiarlo todo. En un hallazgo de mera serendipia, el odontólogo Frederick McKay había descubierto, en 1901, que los habitantes de Colorado Springs tenían una feas y pertinaces manchas cafés en los dientes, pero estaban libres de caries, debido a los altos niveles naturales de flúor en las aguas del pueblo. Nadie sabía cómo era que el flúor prevenía las caries, mas se realizaron diversos intentos por hallar una concentración que pudiera proteger de las caries, sin manchar la dentadura ni causar otros efectos adversos. Por simple prueba y error se llegó a ello hacia 1945, y sin mayores estudios de inocuidad, se inició la fluoración de los suministros públicos de agua en varias ciudades estadounidenses y de Europa, en un proceso que no estuvo libre de protestas o controversias. De hecho, las protestas fueron tan intensas por momentos, que la fluoración del agua demoró décadas en generalizarse, en tanto que en algunas naciones –como México– se optó por fluorar no el agua, sino la sal. De un modo u otro, a la vuelta del siglo XXI, el flúor estaba ya en boca de todos, al menos entre las naciones con cierto nivel de desarrollo, pues éste se había vuelto un ingrediente ubicuo en las pastas y enjuagues dentales.

La fluoración fue, sin duda, efectiva como medida preventiva y en un periodo realmente breve las caries pasaron –al menos en las naciones más desarrolladas– a convertirse en un problema de proporciones bastante más pequeñas y manejables. Más destacable aún –me parece– es el hecho de que la fluoración le facilitó a la industria azucarera mantenerse fuera del radar de la opinión pública, por cuanto que hizo a las caries manejables, sin que tuviésemos que modificar nuestros hábitos alimenticios, ni disminuir el consumo de endulzantes. Valorar hasta qué punto el flúor contribuyó a mantener pujante el consumo de azúcar, siendo éste un producto tan clara y notoriamente relacionado con las caries, es una cuestión que ameritaría mayor estudio y reflexión.

Si la fluoración fue una política de salud exitosa (pese a que nadie sabía bien cómo funcionaba o si era realmente segura), el caso del combate y prevención de la obesidad y la DM2 es, en cambio, uno de fracaso total y

reiterado. El hecho simple es que tanto la obesidad como las enfermedades que se le asocian (DM2, enfermedad cardíaca, hipertensión, etc.) tienen hoy mayor prevalencia que hace 30 años (Eaton, 2007). Y siguen a la alza, pese a que también desde hace 30 años se viene hablando de la “epidemia de obesidad” como una crisis de salud pública, y desde entonces se han implementado políticas y programas para combatirla. Aunque, como lo ha documentado Isabel Fletcher (2012), el énfasis del discurso ha cambiado, de manera sutil pero clara, del combate hacia la prevención, dado, precisamente, el fracaso de todo lo que hasta ahora se ha hecho para “combatirla”. Y que en esencia no han sido variantes (con ayudas farmacológicas y hasta quirúrgicas, incluso) de la que hasta ahora ha sido la única “solución” que la ciencia médica ha podido ofrecer a las personas obesas para adelgazar: alguna combinación de dieta y ejercicio, lo que de ser realmente eficaz como método para bajar de peso tendría que haberlo demostrado ya en la generalidad de los casos en los muchos siglos que llevamos tratando de adelgazar por ese medio (Mann, 2015).

Ahora, las políticas para el “combate” de la obesidad y la DM2 confluyen con las de las caries dentales en varios aspectos. Así, en ambos casos había y hay serias lagunas de conocimiento científico básico; sobre todo, ambos casos evidencian una falta de capacidad y de voluntad de la comunidad científica en salud y nutrición públicas por ir “río arriba” para tratar de solucionar los problemas en donde éstos se generan, contentándose, en cambio, con pasar la carga de la prevención y la eventual responsabilidad por el fracaso a los propios afectados, pues si en el caso de las caries, éstas acaban entendiéndose como culpa de la persona que no mantenía una buena higiene bucal, en el de la obesidad, mucho más acusadamente aún, ésta ha tendido a interpretarse como evidencia de una falla culposa del propio obeso, a quien se le ve como una persona irresponsable y perezosa, incapaz de controlarse y de cuidar bien de sí misma (O’Hara y Taylor, 2018).

Sin duda, la conexión más relevante entre estos dos casos es que en ambos el “río arriba” al que se habría esperado que los médicos, los científicos y las autoridades en salud pública llegaran era el mismo: la industria azucarera. Puesto en breve, la idea de que los factores nutricionales causantes

de las caries eran los mismos que provocaban la obesidad y la DM2 ya había sido señalada desde mucho antes de que Weston Price popularizara la idea de la “enfermedad de la civilización”, pues ya desde el siglo XVII Thomas Willis y Thomas Sydenham habían dejado más o menos bien establecido que la diabetes de la edad adulta estaría causalmente relacionada con el consumo de grandes cantidades de viandas y vinos, en tanto que John Rollo constató que mientras que el consumo de alimentos feculentos hacía que la cantidad de azúcar en la sangre y la orina de los diabéticos aumentara, la carne y las grasas provocaban, en cambio, su descenso (Furdell, 2009).

Lo anterior llevó a que a inicios del siglo XX –como ha documentado Taubes (2007)– la restricción dietética de azúcares y féculas se hallara bien establecida, a partir especialmente de los trabajos del alemán Carl von Noorden, como el tratamiento regular para combatir tanto la obesidad mórbida como la diabetes. El posterior descubrimiento –en 1922– de la insulina por Charles Best y Frederick Banting, trajo un refinamiento de esta idea, en lo que se conoció como la “teoría hormonal” de la obesidad. De acuerdo con ésta, la causa tanto de la obesidad como de la DM2 no es un consumo excesivo de calorías de cualquier tipo (el apetito aumentado y la ingesta desmesurada de alimentos serían en realidad efectos secundarios de la causa subyacente), sino un consumo excesivo específico de azúcares y almidones, que propician niveles crónicamente elevados de insulina en sangre.

Esta teoría, que sólo recientemente ha vuelto a discutirse (Ludwig y Ebbeling, 2018), tuvo su defensor más notable en el siglo XX en la figura de John Yudkin (1972). Para decirlo en breve, Yudkin resultó derrotado y virtualmente exiliado del mundo científico y académico por la presión de la industria azucarera que se encargó, en cambio, de financiar estudios que apuntaran hacia las grasas y no a los carbohidratos, como los nutrientes directamente relacionados con la obesidad, DM2, enfermedad cardíaca y demás, con el propósito de que el consumo de azúcar no sólo se mantuviera, sino que se incrementara, al ocupar el lugar que las grasas tendrían que dejar en la formulación de muchos alimentos (Kearns *et al.*, 2016).

A diferencia, sin embargo, de lo que ocurrió con las caries, para la obesidad o la DM2 no ha aparecido nada equivalente al flúor. Es decir, un medicamento, un aditivo alimentario o cualquier otra cosa que haga posible consumir cualquier cantidad de carbohidratos, sin que ello tienda a derivar –como supone la teoría hormonal– en obesidad y DM2. La cuestión de cuáles sean las causas precisas de estas condiciones está por supuesto lejos de haberse resuelto (como tampoco se han clarificado del todo la de las causas de las caries). No obstante, a la vista de lo que sí se sabe de la epidemiología y la fisiología de la obesidad y la DM2, de la nueva evidencia experimental en cuanto a los efectos diferenciados de las dietas bajas y altas en carbohidratos, y a partir de la experiencia histórica (incluida la ahora revelada “conspiración del azúcar”), hay razones sólidas para suponer que la teoría hormonal –o “modelo carbohidrato-insulina”– ofrece una explicación más plausible de estas condiciones que la idea de que es el mero desbalance positivo de energía (comer mucho y ejercitarse poco) lo que provoca la obesidad como la DM2 (Volek y Phinney, 2011; Noakes y Sboros, 2017). Este modelo explicativo de la obesidad y la DM2, más allá de partir de una fundamental confusión conceptual entre causa y efecto (Taubes, 2016), ha mostrado, de la manera más amplia, su inutilidad para detener el avance de estas condiciones.

Peor aún, hay evidencias sólidas de que la recomendación que el paciente obeso regularmente obtiene del médico, de “coma menos y haga ejercicio”, no sólo no resuelve el problema, sino que lo empeora y provoca daños peores, incluso que los que se buscaba prevenir o mitigar. Esto debido a que la inmensa mayoría de quienes se someten a una dieta reductiva convencional y consiguen perder peso, terminan no sólo por recuperar a la vuelta de un par de años todo lo que perdieron, sino incluso un extra considerable, en lo que se conoce como el “rebote” o el “efecto yo-yo”, que debe afectar, según diversas estimaciones, a entre el 95% y el 97% de quienes obtienen éxito inicial con una dieta, y que tiende a empeorar el funcionamiento metabólico y los indicadores clínicos. De modo que cada vez es más claro que los obesos con peso estable tienden a tener un mucho mejor pronóstico de salud y de esperanza de vida que las personas atrapadas en el ciclo de la “dieta yo-yo” (Mann, 2015; O’Hara y Taylor, 2018).

Con todo lo anterior, se pensaría que la comunidad científica en salud y nutrición pública podría haberse planteado alguna vez la posibilidad de ir “río arriba”, a la fuente identificada del problema e impulsar una política de prevención de la obesidad y la DM2 basada en la reformulación de alimentos procesados, impuestos especiales a alimentos ricos en carbohidratos o quizás incluso prohibiciones para la elaboración de productos muy altos en azúcares, pero carentes de cualquier otro nutriente y, por tanto, completamente prescindibles. Vienen inmediatamente a la mente a tal respecto los refrescos, que ya han mostrado ser, en estudios epidemiológicos amplios, un factor independiente de mortalidad aumentada por todas las causas (Mullee *et al.*, 2019). Eso, sin embargo, no ha ocurrido hasta el momento, y el grueso de los esfuerzos en prevención de la obesidad y la DM2 siguen concentrados “río abajo”, en un empeño que ya ha mostrado de sobra ser no sólo inútil, sino contraproducente, por cargarle a cada ahogado en el río la responsabilidad moral por su propio ahogamiento.

### **En conclusión...**

Al menos en el terreno de la salud y nutrición públicas, los científicos han fallado en los que me parece son los mínimos que razonablemente la sociedad podría exigir a la ciencia; esos mínimos han resultado incumplidos con incluso en casos –como el de las caries– en los que las medidas tomadas resultaron eficaces sin que se entendiera claramente la razón de ello. Hay razones, por tanto, para pensar que muchas actitudes ciudadanas actuales de desconfianza hacia la ciencia tienen fundamentos atendibles (y que no constituyen, necesariamente, muestras de irracionalidad o “ataques” hacia la ciencia, como a veces llegan a señalar los propios científicos) y que en efecto habría que discutir un nuevo “contrato social de la ciencia”.

## Referencias

- COTTRELL, R.C. (2005). Dental Disease en: Benjamin Caballero (editor en jefe), *Encyclopedia of Human Nutrition*, pp. 527-534. España: Elsevier.
- DEMERITT, D. (2000). The New Social Contract for Science: Accountability, Relevance, and Value in US and UK Science and Research Policy. *Antipode*, 23(39): 308-329.
- EATON, S.B. (2007). Preagricultural Diets and Evolutionary Health Promotion en P.S. Ungar (editor), *Evolution of the Human Diet: The Known, the Unknown, and the Unknowable*, pp.: 384-394. EUA: Oxford University Press.
- EIZAGUIRRE, A. (2009). Los estudios sobre percepción social de la ciencia. *Acciones e Investigaciones Sociales*, Núm. 27, pp. 23-53.
- FLETCHER, I. (2012). *Obesity: A Historical Account of the Construction of a Modern Epidemic*. Tesis doctoral, Universidad de Edimburgo. Recuperado de: <https://www.era.lib.ed.ac.uk/bitstream/handle/16453/Fletcher2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FURDELL, E.L. (2009). *Fatal Thirst: Diabetes in Britain until Insulin*. Leiden, Holanda: Brill.
- GALLOPÍN, G.C., Funtowicz, S., O'Connor, M., & Ravetz, J. (2001). Science for The Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core. *International Journal of Social Science*, No. 168, pp. 219-229.
- GIBBONS, M. (1999). Science's New Social Contract with Society. *Nature*. 402(6761 Suplemento): C81-84. Recuperado de: <https://www.nature.com/articles/35011576>
- GUSTON, D.H. (2000). *Retiring the Social Contract for Science. Issues in Science and Technology*, 16(4). Recuperado de: [https://issues.org/p\\_guston/](https://issues.org/p_guston/)
- KAWASH, S. (2013). *Candy: A Century of Panic and Pleasure*. EUA: Farrar, Straus and Giroux, Editors.

- KEARNS, C.E.; Schmidt, L.A., & Glantz, S.A. (2016). Sugar Industry and Coronary Heart Disease Research: A Historical Analysis of Internal Industry Documents. *Journal of the American Medical Association-Internal Medicine*, 176(11): 1680-1685.
- LUBCHENCO, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279(5350): 491-497. Recuperado de: <https://science.sciencemag.org/content/279/5350/491>
- LUDWIG, D.S. & Ebbeling, C.B. (2018). The Carbohydrate-Insulin Model of Obesity: Beyond 'Calories In, Calories Out'. *Journal of the American Medical Association-Internal Medicine*. Publicación online. doi:10.1001/jamainternmed.2018.2933
- MCKINLAY, J.B. (1975). A case for refocusing upstream. The political economy of sickness en: Evelow *et al.* (editors), *Behavioral Aspects of Prevention*. EUA: American Heart Association.
- MANN, T.I. (2015). *Secrets from the Eating Lab: The Science of Weight Loss, the Myth of Willpower, and Why You Should Never Diet Again*. EUA: Harper Collins.
- MERTON, R.K. (1942). Science and Technology in a Democratic Order. *Journal of Legal and Political Sociology*, Núm. 1, pp. 115-126.
- MOLLAS, J. (2019). *El nuevo contrato social de la ciencia*. Recuperado de: <https://sebbm.es/revista/articulo.php?id=130&url=el-nuevo-contrato-social-de-la-ciencia>
- MULLEE, A., Romaguera, D., Pearson, J. *et al.* (2019). Association Between Soft Drink Consumption and Mortality in 10 European Countries. *Journal of the American Medical Association-Internal Medicine*. Publicación online. doi: 10.1001/jamainternmed.2019.2478
- NOAKES, T., & Sboros, M. (2017). *Lore of Nutrition: Challenging Conventional Dietary Beliefs*. Sudáfrica: Penguin Books.
- O'HARA, L. & Taylor, J. (2018). What's Wrong With the "War on Obesity?" A Narrative Review of the Weight-Centered Health Paradigm and Development of the 3C Framework to Build Critical Competency for a Paradigm Shift. *SAGE Open*, April-June 2018: 1-28. Recuperado de: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244018772888>

- OLIVÉ, L. (2000). *El bien, el mal y la razón: Facetas de la ciencia y de la tecnología*. México: Paidós-UNAM.
- PRICE, W.A. (1939). *Nutrition and Physical Degeneration: A Comparison of Primitive and Modern Diets and Their Effects*. EUA: Edición del autor.
- RAVETZ, J. (1988). A New Social Contract for Science. *Bulletin of Science Technology & Society*, Núm. 8, pp. 20-30.
- SUNSTEIN, C.R. (2006). *Riesgo y razón: Seguridad, ley y medioambiente*. Buenos Aires, Argentina: Katz.
- TAUBES, G. (2007). *Good Calories, Bad Calories: Challenging the Conventional Wisdom on Diet, Weight Control and Disease*. Nueva York, EUA: Alfred A. Knopf Books.
- VOLEK, J.S. & PHINNEY, S.D. (2011). *The Art and Science of Low Carbohydrate Living: An Expert Guide to Making the Life-Saving Benefits of Carbohydrate Restriction Sustainable and Enjoyable*. EUA: Beyond Obesity, LLC.
- WHO-World Health Organization (2017). *Obesity and Overweight-Fact Sheet*. Recuperado de: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

# Del desarrollismo al nuevo eco-humanismo. Un discurso sobre el desarrollo tecnológico

Rolando Javier Bernal Pérez  
Facultad de Química, UNAM

## Introducción

Tras el discurso de Harry Truman en su toma como presidente de Estados Unidos de América en 1949, se expandió a lo largo del mundo el concepto de “desarrollo” como el acceso a los bienes producidos industrialmente para la satisfacción de las necesidades humanas. Su concepto y medida se basaron en criterios económicos, como el Producto Interno Bruto (PIB).

Ese modelo ha generado a lo largo de los años un desplazamiento de los sujetos por los objetos; de tal modo que el objeto ha tomado el lugar del sujeto, es decir, que la economía, la técnica, la producción, tomaron la relevancia central en los debates políticos y en el rumbo económico e industrial de las naciones, desplazando a las personas a un segundo plano: al de un objeto al que el sujeto eventualmente llegará. Un objeto cuyo fin de existir es generar riqueza para poder acceder a los bienes producidos. Las manifestaciones culturales, sociales y el entorno natural fueron instrumentalizados así, y cobraron sentido nuevo sólo para aportar “valor” a la reproducción de la lógica del capital económico.

Un nuevo modelo de desarrollo empieza a configurarse, uno más cercano a las personas, uno en el que el sujeto vuelva a ser las personas –y las comunidades–; el objeto directo, las necesidades, y el objeto indirecto, los satisfactores. Ante esta perspectiva, es indispensable revisar el modelo de desarrollo tecnológico que actualmente tenemos y proponer otros modelos más adecuados para un desarrollo que verdaderamente amplíe las capacidades de las personas.

## Breve historia de la cuestión

### *El “desarrollismo”*

El término de “desarrollo” como concepto nace en primera instancia en 1949 con el discurso presidencial de Harry Truman, en el cual plantea el modo de vida norteamericano, basado en la hiperproducción y la economía de consumo, como el paradigma de una vida deseable para todos los habitantes del orbe. Este discurso plantea las bases del desarrollo con criterios económicos y plantea una uniformidad sobre lo que los diversos pueblos del mundo deben entender como bienestar deseable (con una lógica eminentemente material), y sobre la vía para alcanzar ese bienestar.

En su contexto histórico, implica que Estados Unidos (EEUU) asume la hegemonía ideológica a nivel mundial. EEUU, al término de la Segunda Guerra Mundial, había tomado la hegemonía en los ámbitos político, tecnológico, científico y económico.

El discurso de Truman marca el rumbo “ideológico” que se ha de oponer al bloque soviético y su zona de influencia. Este marco ideológico tiene antecedentes en la obra de Adam Smith (1776), en la idea de “progreso” de Condorcet como derivado de los frutos de la ciencia y la tecnología (1794), y en las tesis de Max Weber sobre “la ética protestante y el espíritu del capitalismo” (1904). Implica un crecimiento sostenido y permanente de las actividades económica e industrial de los países “desarrollados”, y la obligación de los “subdesarrollados” a alcanzar niveles crecientes de estas actividades.

EEUU, mediante el control de instrumentos políticos y económicos tales como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Consejo de Seguridad de la ONU, entre otros, ha logrado impulsar una serie de acciones y teorías tendientes a reforzar la aceptación de esta idea por parte de otros países.

Una teoría muy afín es la de las etapas de Rostow (1955): propone que existe un solo modelo de desarrollo común a todas las sociedades, que se manifiesta de acuerdo con diferentes estadios: a) sociedad tradicional; b) condiciones previas al despegue; c) despegue; d) marcha hacia la madurez; e) sociedad de consumo. La teoría de las etapas de Rostow marca la sociedad de consumo como el estadio máximo al que puede aspirar una sociedad en su desarrollo y propone, además, vías para que las sociedades en otros estadios aspiren a esta etapa.

El concepto de desarrollo basado en criterios económicos se ha impuesto como el modelo hegemónico mundial a tal grado que Ferrán Cabrero (2006) lo define como “El gran mito de Occidente (...) [utilizado] para definir una determinada política de cooperación entre las naciones que se concentra sobre todo en la tecnología y en la producción de cara al crecimiento económico desigual”.

Bajo la perspectiva del desarrollo con base en criterios económicos, resulta natural que su medida se haga con base en criterios econométricos, tales como el PIB o PIB per cápita, o el grado de industrialización de un país. Es notable que el Foro Económico Mundial sigue proponiendo medidas del “desarrollo” que apuntan a este tipo de criterios.

Han habido voces críticas al modelo propuesto desde el mismo inicio (Oliveras, 2006a) derivadas de trabajos previos del economista John Keynes, teorías apoyadas en el trabajo del bioquímico Thomas Malthus (conocidas como las leyes de Malthus o del factor limitante) o derivadas de trabajos de campo como el de Rachel Carson (1962). En 1966, Kenneth Boulding resalta que la tierra es en sí un sistema cerrado, en el que los recursos son limitados, así como la capacidad de absorción de desperdicios, por lo que propone dejar atrás la sociedad de consumo altamente demandante de recursos y generadora de residuos.

Sin embargo, la primera corriente que realmente compromete al modelo surge en el mismo seno de EEUU, con el resultado de la investigación que el Club de Roma encarga al Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT,

por sus siglas en inglés) sobre los límites del crecimiento (Meadows, 1972), y que expone que para solventar el ritmo de producción con los recursos que ofrece el planeta, es necesario un crecimiento cero en la actividad económica del mundo industrializado. El resultado de estos análisis contradice con suficiente evidencia la posibilidad de un desarrollo entendido como un crecimiento continuo de la actividad industrial y económica.

Desde el debate conceptual, el cambio de la idea de “desarrollo” se ha dado planteando que la palabra no debería necesariamente querer decir “económico”, y se han propuesto alternativas de manera paralela a la aparición de conceptos como “sostenible”, “humano” o “socioecológico”. El reto ha sido volver a situar al ser humano y sus necesidades en el centro del debate, intentando poner a la tecnología, la economía y la ciencia en el lugar que deben tener en una sociedad: la de meros instrumentos al servicio de la humanidad.

### *Desarrollo humano*

La idea del bien de la sociedad como visión opuesta al desarrollo con base en criterios económicos ha sido un hilo conductor a lo largo de la construcción del concepto de desarrollo humano. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2019), sobre la base del trabajo de Amartya Sen establece que el desarrollo humano (DH):

Comprende la creación de un entorno en el que las personas puedan desarrollar su máximo potencial y llevar adelante una vida productiva y creativa de acuerdo con sus necesidades e intereses [...]. Por lo tanto, el desarrollo implica ampliar las oportunidades para que cada persona pueda vivir una vida que valore.

Además, se acota que existen tres “capacidades esenciales”, que consisten en: a) que las personas vivan una larga y saludable vida, b) tengan conocimientos y c) acceso a recursos para un “nivel de vida decente” (si bien el concepto de “nivel de vida” es discutible y suplantable por el de “calidad

de vida"); estas tres "capacidades" constituyen el núcleo del Índice de Desarrollo Humano (IDH). El PNUD propone también que el desarrollo humano debe incluir otras esferas de "opciones" que la gente estima como valiosas, tales como la participación, la seguridad, la sostenibilidad, la garantía a los derechos humanos, la autoestima (o "respeto por sí mismo") a fin de potenciar las capacidades de las personas, así como la sensación de pertenecer a una comunidad.

Otra visión del desarrollo humano la propone Max-Neef (1993) como "desarrollo a escala humana". Propone una visión fresca del modo como las necesidades son "vividas" por las personas, y del modo como es posible construir un tejido social autogestor de sus propias soluciones. Si bien la visión resulta provocativamente utópica, encierra en sí un respeto hacia las diferentes formas de vida y culturas, así como una opción viable que nace del trabajo social profundo, con generación de niveles crecientes de autodependencia y articulación orgánica entre seres humanos, naturaleza y tecnología.

Max-Neef propone tres postulados: a) el desarrollo se refiere a las personas y no a los objetos; b) las necesidades humanas son finitas y limitadas, los satisfactores son múltiples y varían de acuerdo con la cultura y; c) existen pobreza de diferentes tipos: de hecho, cualquier necesidad humana fundamental que no es adecuadamente satisfecha revela una pobreza humana.

Sobre esta base, propone una metodología de análisis del modo como las personas viven sus necesidades, a través de una matriz de necesidades, según nueve categorías axiológicas (subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad, libertad) y cuatro categorías existenciales (ser, tener, hacer, estar). Marca una diferencia entre necesidades y satisfactores, analiza y clasifica los satisfactores en cinco categorías de acuerdo con el potencial de satisfacción de las necesidades: violadores, pseudosatisfactores, inhibidores, singulares y sinérgicos.

## *La sostenibilidad*

El concepto de desarrollo sostenible tiene sus antecedentes en el trabajo de Rachel Carson, de Kennet Boulding y en el informe de “los límites del crecimiento” de Meadows. Sin embargo, es formalmente planteado en el informe Brundtland (1987) *Our common future* como: “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Establece la necesidad de una solidaridad intra e intergeneracionales, pues el total de las personas del presente tienen que satisfacer sus necesidades, pero de tal modo que al hacerlo no comprometan los recursos para que las futuras generaciones los satisfagan a su vez.

Si bien la definición no ha generado un consenso sobre su significado, finalidad y delimitación, ha provocado un importante debate sobre lo que se debe entender por sostenibilidad. En el informe se establecen las bases para que la protección al medio ambiente se plantee como un reto global, más que nacional o regional; propone que el desarrollo y el ambiente no son cuestiones separadas. Para Brundtland el desarrollo no es sólo un problema de los países no desarrollados, pues la degradación ambiental es consecuencia, tanto de la pobreza, como de la industrialización, por lo que las naciones desarrolladas y las que no lo son tienen que buscar un camino diferente para satisfacer sus necesidades.<sup>41</sup>

## *Desarrollo tecnológico*

Aunque hay diferentes definiciones de Desarrollo Tecnológico (DT), de manera general se entiende por tal al proceso que lleva una tecnología de un estadio incipiente –es decir, cercano a la investigación básica– a los procesos precomerciales, incluidos, por ejemplo, el escalamiento y la adecuación previa a un mercado. Algunos organismos que han trabajado el tema son: AENOR, 2002; Frascati, 2002; OCDE, 1997; Premio Nacional de Tecnología, 2005.

---

<sup>41</sup> Para abundar en el concepto de “sostenibilidad”, ver Bernal, 2016.

En su contexto histórico, se puede entender el proceso de evolución del concepto de desarrollo tecnológico a través de un modelo de generaciones de Investigación y Desarrollo (I+D):

#### Generación Cero:

Durante el siglo XIX e inicios del XX, los procesos de I+D, por así llamarles, se daban de forma empírica y aislada, debido principalmente a la inquietud de algunos artesanos y trabajadores que intentaban mejoras por ensayo y error, sin ninguna metodología formal. Los avances, por tal, eran esporádicos y aislados, sin tener realmente una base de conocimiento estructurado que soportara las innovaciones. Este tipo de mejoras pertenecientes más a la técnica que a la tecnología, han constituido históricamente la raíz de todos los intentos por emplear la tecnología como medio de diferenciación en un mercado competitivo.

#### Primera Generación:

En las décadas de 1940 y 1950, Estados Unidos tenía una industria pujante; la producción era hecha en serie y el mundo aceptaba los productos hechos y vendidos por las fábricas. Hay un marco de no largo plazo en el que la I+D es administrada como un centro de costos *overhead*, con una mínima evaluación de los resultados. La I+D decide las tecnologías futuras, pero el negocio decide los objetivos de la tecnología actual. La I+D es centralizada en el nivel corporativo y no existe una relación explícita con la estrategia del negocio. En este sentido, la I+D es casi un juguete de la alta dirección con poca aplicabilidad inmediata. Se busca una mejora sobre *lo que hay*.

#### Segunda Generación:

En las décadas de los cincuenta y sesenta se da un fuerte desarrollo de las filosofías de calidad. Con éstas, surge de manera seria la pregunta: ¿lo que produce la empresa es lo que necesita el mercado? Tal vez no. Las filosofías de adecuaciones de uso y de I+D se vuelven imperiosas, de aplicación prácticamente inmediata, con lo que (en los años 70 y 80) la política de administración de los esfuerzos de I+D cambia a un marco parcialmente estratégico. La I+D se planea sobre la base del proyecto. Las actividades de

I+D se migran a la línea para desarrollar lo que el cliente necesita. Se busca *lo que se necesita*.

Tercera Generación (Roussel, 1991):

En las décadas de los 70 y 80, las filosofías de calidad habían permeado en el quehacer industrial, de tal suerte que, al intentar satisfacer las necesidades de los clientes, una nueva pregunta surge: ¿Hay algún modo de saber lo que los clientes van a necesitar en un futuro? De ser así se podrían aplicar los esfuerzos de I+D para obtener de manera oportuna eso que los clientes van a necesitar. La planeación estratégica es la herramienta que permite tener elementos para tomar decisiones encaminadas a la satisfacción futura de las necesidades. En la década de los 90, se da un enfoque de portafolio de I+D balanceado, a través de la cooperación. Las estrategias tecnológicas, de I+D y de negocio están ampliamente integradas. Las actividades de I+D se llevan a efecto en la aplicación práctica dirigida por decisiones estratégicas para satisfacer las necesidades futuras de los clientes, intentando dar mayor énfasis en la relación entre I+D y *Marketing*. Se busca *lo que se va a necesitar*.

Cuarta Generación:

En las tres generaciones anteriores, las innovaciones se llevan a cabo básicamente en un único cuerpo empresarial, en el cual se integran diferentes factores para aprovechar la I+D con fines de innovación; sin embargo, debido a la internacionalización de las compañías, se plantea un modelo en el que los esfuerzos de I+D sistemáticamente son compartidos por diferentes partes de una empresa en lugares geográficos distintos, e incluso por expertos y centros externos a la empresa. Se da con ello un posible desarrollo paralelo y la integración Inter-funcional dentro de la empresa. Un proceso tal sólo es posible a partir del establecimiento de Internet como una plataforma de comunicaciones común, por medio de una homologación en los factores que inciden en las unidades tecnológicas.

Quinta Generación (Rothwell, 1993):

En la década de los noventa, se da un desarrollo importante en las telecomunicaciones con el establecimiento de Internet como una tecnología

básica, las posibilidades de integración de sectores se incrementan fuertemente. El concepto de cadena de valor adquiere una connotación totalmente distinta, pasa de ser una relación estratégica de proveedores-clientes, a una más integral y de interdependencia, como *clusters* que aportan un valor agregado a toda una cadena productiva. La integración de empresas y sectores se llega a dar al grado que antes se daba la integración de líneas en una sola compañía; los *clusters* se empiezan a comportar como una entidad autónoma e independiente. Se plantea una integración de redes y sistemas a lo largo de la cadena de valor, con la "electronificación" del proceso de innovación, y compartiendo las funciones de I+D entre empresa, clientes y proveedores, la responsabilidad de estas funciones (de I+D) termina por recaer a lo largo de toda la cadena de valor que integra un *cluster* o un sector entero.

Sexta Generación:

Esa facilidad de comunicación hace que los adelantos técnicos sean prontamente conocidos por competidores, por lo que la velocidad de cambio tecnológico se acelera cada día. Ello genera que el costo de I+D se incrementa, pero el tiempo de recuperación de la inversión disminuya, por lo que se dan alianzas estratégicas entre *clusters* rivales. Los adelantos tecnológicos afectan fuertemente los escenarios futuros, por lo que el proceso de prospectiva se complica. Se da un sistema complejo y con incertidumbre, con una acumulación de información y tecnología exponenciales, por lo que se prevé una difícil asimilación inmediata, lo que Von Braun (1997) llama "la Trampa de la Aceleración". Ello obliga a una interacción y coordinación de esfuerzos entre diferentes actores tales como gobierno, centros públicos y privados de investigación y empresas, incluso rivales, para mantener una estabilidad en los mercados. Está en duda la viabilidad de esa estabilidad, por lo que un séptimo modelo puede ocurrir: se plantea un cambio radical de paradigmas.

Si bien cada modelo ha sido desarrollado con base en las mejores prácticas de I+D de cada época, ninguno de ellos ha perdido vigencia para los fines de comprender de qué manera toman cauce las innovaciones dentro de las diferentes empresas. De este modo, la mayoría de las pequeñas y

medianas empresas (PyMES) aún innovan de acuerdo con la generación cero de I+D. Por otro lado, sólo en algunas industrias muy específicas se han dado accesos a la sexta generación, sobre todo en Biotecnología y tecnologías de información y comunicaciones (TIC). Este esquema ha hecho que las tendencias en el desarrollo tecnológico sean marcadas por grandes consorcios capaces de destinar una cantidad de recursos a estas labores. Ha logrado también que sea necesaria una especialización enorme del personal que realiza las funciones de desarrollo tecnológico.

## **Discusión**

### *Sobre "desarrollo humano sostenible"*

Tomando como punto de partida el postulado de Boulding, la sostenibilidad se puede entender como la satisfacción de las necesidades del total de las personas, por medio de satisfactores que en su generación, disposición, uso y degradación permiten la regeneración de los recursos que consumen y la reabsorción de los residuos que generan.

Sin embargo, el debate de fondo toma sentido al unir el concepto de sostenibilidad, con el de desarrollo humano. En ese debate, el entendimiento de las necesidades humanas y los satisfactores de las mismas es un tema central e ineludible, en tanto está íntimamente ligado al entendimiento de la cultura de los pueblos y el derecho a la diversidad. El problema es básicamente de convivencia, de entender las responsabilidades y derechos propios, y los límites de éstos ante las responsabilidades y los derechos de otros.

Las dos visiones contrapuestas son: la vía hacia la autonomía en la satisfacción de necesidades o la vía hacia la convivencia global armónica. Ambas cruzan necesariamente por el reconocimiento y respeto de otras sociedades; ambas deben abrazar como eje de acción el "desarrollo endógeno", es decir, aquel que surge desde el seno mismo de las comunidades y de los pueblos.

En un entorno en el que todavía rige la “regla de oro” (el que tiene el oro pone la regla), es indispensable volver a soñar. La crisis de conceptos que implica el sistema tecnócrata es en realidad una crisis de utopías. En tanto la dirección y el sentido de la palabra “desarrollo” pueda seguir apuntando hacia el crecimiento económico ilimitado y la sociedad de consumo, en tanto no se rompa el mito de que “para que vaya bien la economía, siempre ha de crecer ininterrumpidamente” (Oliveras, 2006b: 68), será necesario entonces seguir poniendo los “apellidos” a la palabra, para recordar que al final del vector, en el límite tendencial del eje “desarrollo”, ahí se encuentra la Utopía.

Por otro lado, la definición de Desarrollo Sustentable propuesta en el Informe Brundtland ha generado varias polémicas, pues bajo el actual paradigma de Occidente, ni todos los satisfactores pueden estar disponibles para toda la población, ni se conocen los recursos que las generaciones futuras pueden necesitar para satisfacer sus necesidades. Resulta además que los satisfactores de las generaciones futuras dependen fuertemente de lo que la generación presente construya como tales, es decir, del modo como la generación presente satisfaga sus necesidades; aunque, actualmente, movimientos como el iniciado por Greta Thunberg cuestionan esta hipótesis.

Desde la óptica de Max-Neef habría más bien que cambiar el verbo implícito en el concepto de “Desarrollo Sostenible”, de “satisfacer” a “vivir” las necesidades, que es una óptica más cercana a un concepto de durabilidad a lo largo del tiempo. Uniendo esta idea con la de Boulding, se puede entender el desarrollo sostenible como: vivir las necesidades del total de las personas por medio de satisfactores que en su generación, disposición, uso y degradación permiten la regeneración de los recursos que consumen y la reabsorción de los residuos que generan, y que permitan la convivencia entre culturas diversas.

En cuanto a los indicadores de desarrollo, si bien el IDH representa un avance cualitativo sobre el PIB, es necesario un cambio de concepto, pues incluso el IDH representa un indicador de tipo “ecuación de estado”, en tanto refleja el estado que guarda una función (el “desarrollo humano”) en un punto del tiempo. Por ello, no toma en cuenta el camino recorrido para llegar

a ese punto. Asimismo, el desarrollo es un concepto vectorial, es necesario repensar los indicadores en términos de función trayectoria, que reflejen el camino tomado para llegar al estado, por ejemplo, incluyendo las hectáreas deforestadas (o un indicador de conservación de biodiversidad) en el año en cuestión, la disminución de emisión de contaminantes, el consumo energético per cápita, y el respeto a los derechos humanos, incluyendo el respeto a la diversidad cultural.

### *Sobre el desarrollo tecnológico*

No es de extrañar que, si la teoría del desarrollo tecnológico ha sido realizada bajo el paraguas del desarrollo económico, sus términos e intenciones estén inmersos en la lógica de este paradigma. Es así que lo que se busca con los sistemas de desarrollo tecnológico es una posición en un mercado y el aumento de los beneficios. La lógica que guía al desarrollo tecnológico es la de la exclusividad y el egoísmo.

Desde este punto de vista, la tecnología es la base de conocimientos que nos permite desarrollar cualquier actividad o "efecto deseado", por lo que virtualmente todo lo que ayude al hombre a obtener un efecto deseado a través de la aplicación de diferentes recursos es tecnología.

La discusión radica en que el modelo de desarrollo centrado en criterios económicos ha preponderado en la idea de "desarrollo de tecnología", de tal manera que se asocia "desarrollo tecnológico" con masificación de la producción y posición en el mercado, en un esquema de obsolescencia planificada, en la que los efectos técnicos de la actividad tecnológica tienen un tiempo de vida decreciente con respecto a las generaciones anteriores, bien porque la masificación de la producción y las necesidades de transporte de componentes han obligado a la disminución en la robustez de los mismos, bien porque los sistemas con los que interactúa el efecto técnico cambian su configuración frecuentemente en aras de una "mejora".

Es claro que la dinámica que genera un esquema de obsolescencia planificada en una sociedad de consumo no puede sostener la economía de to-

dos los países al mismo tiempo. Ya en 1997, Weizsacker calculaba que para que el total de la población mundial pudiera tener el estilo de vida propio de una sociedad de consumo, se necesitaría como mínimo cuatro veces los recursos disponibles en la Tierra.

Para buscar alternativas a la paradoja, se puede retomar los planteamientos realizados por Iván Illich en diferentes textos, y el modelo de “desarrollo a escala humana” planteado por Max-Neef; textos que, lejos de perder validez, siguen siendo más que válidos y adecuables a la actual situación.

En 1974, Iván Illich escribe que el aumento en el consumo energético se establece para proveer cada vez a más gente de productos, producidos por cada vez menos actores. Anteriormente, en 1972, establece que no es tarde para que las dos terceras partes de la humanidad no atraviesen por la era industrial, si eligen una producción basada en otro modelo (post-industrial), socialmente basado, adecuado a una escala “natural”; con ello, establece la existencia de umbrales para la supervivencia humana. Si bien Illich no desarrolla una teoría para la industrialización, sí enmarca pautas que vale la pena observar, tales como la pluralidad epistémica, la escala humana, los umbrales de nocividad, entre otras.

Por su parte, Max-Neef plantea la visión del “desarrollo autodependiente”, en la cual los diferentes pueblos del mundo tienden a autosatisfacer sus necesidades e interactúan en un esquema de equidad. Resalta el hecho de que las diferentes esferas de influencia económica-financiera, tecnológica, cultural y política, se retroalimentan en un modelo. Asume además que, en el proceso de satisfacción de necesidades, ha habido una contaminación general con el modelo occidental y acota que “romper con modelos imitativos de consumo, no sólo conjura la dependencia cultural, sino que hace posible además un uso más eficiente de los recursos” (Max-Neef, 1993: 40). Plantea también una visión utópica eco-humanista del rumbo a seguir en el desarrollo.

Los modelos y dinámicas sociales se sostienen de sus mitos, de las razones que los individuos integrantes de la sociedad han aceptado como ciertas y bajo las cuales rigen sus acciones y definen su cultura. El gran mito de Occidente es sin duda el del “desarrollo” (con medida netamente económica). De igual manera y reforzando este hecho, **el mayor mito del sistema de desarrollo de tecnología actual es que de su éxito depende el bienestar de la mayoría de las personas y que sólo unos cuantos grupos poderosos son capaces de llevarlo a cabo.**

Para vencer ese mito, se necesita la conjunción de cuatro factores: la revisión de las necesidades y satisfactores por parte de la sociedad, la información sobre cómo funciona el proceso de desarrollo (gestión) de la tecnología, el acuerdo de un ideal (¿paradigma? ¿modelo? ¿visión? ¿foresight?) que guíe los esfuerzos hacia un desarrollo tecnológico y recuperar la capacidad para proponer soluciones viables que permitan vivir las necesidades bajo la guía de ese modelo. Es imprescindible que la visión lleve hacia modelos más equitativos en la generación de satisfactores.

### *Hacia una propuesta viable*

Es evidente que, si el mito tecnocrático es la alienación de la posibilidad de acción, para trancar este mito es indispensable la participación de la mayor parte de las personas posibles. El reto es efectivamente aumentar las opciones y capacidades de las personas.

Entendiendo que un modelo de desarrollo tecnológico debe ser el medio por el cual los individuos generan nuevas soluciones a sus necesidades (nuevos satisfactores), en su funcionamiento se deben responder las siguientes preguntas: ¿qué necesidades satisface? ¿Qué necesidades compromete?

Para evaluar la conveniencia de un modelo de desarrollo tecnológico o un satisfactor a desarrollar, cabría responder a las preguntas abreviadas en la **Tabla 1.**

**Tabla 1.** Matriz de evaluación de Modelo de DT y Satisfactor Obtenido (desarrollo propio).

<b>Evaluación</b>	<b>Modelo de Desarrollo Tecnológico</b>	<b>Satisfactor a desarrollar</b>
¿Es necesario?		
¿Es realizable?		
¿Es asimilable?		
¿Es influenciable?		
¿Fortalece el tejido social?		
¿Aumenta las opciones?		
¿Respeto la cultura?		
¿Regeneración de insumos / degradación de desechos?		
¿Respeto a otras comunidades?		
¿Es realizable autónomamente?		

Si alguna respuesta es "NO", es necesario replantear el satisfactor a desarrollar o el proceso de desarrollo del mismo, de tal modo que el total de las respuestas sea "SÍ". Sólo entonces los efectos derivados del modelo de desarrollo tecnológico serán adecuados a las características de la población a la que van destinados.

La puesta en marcha de un modelo que cumpla con las características propuestas puede llevarse a cabo a cualquier nivel. Lo relevante, en todo caso, es generar un consenso de todas las personas involucradas y aumentar las opciones de los individuos para que ejerzan positivamente su cualidad de sujetos (no de objetos), haciéndolos partícipes del desarrollo tecnológico.

## Referencias

- AENOR (Abril 2002), *Norma Española Experimental UNE 166000 EX* "Gestión de la I+D+I: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I".
- BERNAL, R.J. (2016) *Propuesta de un marco axiológico para la evaluación de un desarrollo tecnológico. El proyecto del tren de alta velocidad México-Querétaro*. Tesis Doctoral. Directores: Javier Álvarez del Castillo y José Gilberto Cardoso Mohedano. Barcelona: UPC.
- BOULDING, K. (1966). *The economics of the coming spaceship earth*. Disponible en <http://dieoff.org/page160.htm>
- BRAUN, C.-F. Von (1997). *Innovación Industrial. Investigación y Desarrollo: las armas de los 90*. Prentice Hall Hispanoamericana. pp. 240.
- BRUNDTLAND, G.H., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S. A., Chidzero, B., Fadika, L. M., Strong, M. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development "Our Common Future"*, Oslo. p. 318.
- CABRERO, F. (2006), El tercer món no existeix. Diversitat cultural i desenvolupament, *Intermón Oxfam*, Dossiers per entendre el món 34, Barcelona, p. 131.
- CASSAIGNE, R. (2002). *Elementos de Planeación Estratégica y Gestión de la Tecnología para Pequeñas y Medianas Empresas*, Curso Taller de la ADIAT, México.
- COSTANZA, R. (2006). Conferencia magistral dictada en la "I International Conference on Sustainability Measurement and Modelling", 16 de noviembre de 2006 en Terrassa.

FRASCATI (2002). MANUAL – ISBN 92-64-19903-9, OECD

HERNÁNDEZ, J.I. (2004), Apuntes de la clase “Políticas en Centros Públicos de Investigación”, Maestría en Ingeniería, enfoque Sistemas, campo del conocimiento administración y gestión de la tecnología, UNAM.

ILLICH, I. (1974). Energía y equidad en Illich, I. *Obras Reunidas*, (1a ed Cid., pp. 367-530). México: Fondo de Cultura Económica, 2006.

ILLICH, I. (1972). La Convivencialidad en Illich, I., *Obras Reunidas*, (1a ed Cid., pp. 367-530). México: Fondo de Cultura Económica, 2006.

MAX-NEEF, M. (1993). *Desarrollo a escala humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*, Barcelona. Disponible en: <https://www.max-neef.cl/>

MEADOWS, D.L. (1972) *Dynamic of Growth in a Finite World*, MIT, comentado en: Martín, Juan, *Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas*, 2ª ed, Barcelona, 2006, p. 15.

OLIVERAS, A. (2006a). Un altre món. Barcelona: Angle Editorial.

OLIVERAS, A. (2006b), clase de “Globalizació, Sostenibilitat i Economia” de la Càtedra UNESCO en Sostenibilitat, Tecnologia y Humanismo de la UPC, 14 de diciembre de 2006, Terrassa.

OSLO MANUAL (1997). *The measurement of scientific and technological activities, proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Francia: OCDE.

PNUD (2019). Desarrollo Humano: Concepto, disponible en: <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/concepto>

PREMIO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (2005), *Guía de Participación 2005*, México.

RÍOS, L., Ortiz, M., Álvarez, X. (2006) *Debates on Sustainable Development: Towards a Holistic View of Reality*, UNESCO Chair in Technology, Sustainable Development, Imbalances and Global Change of the Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelon.

RODRÍGUEZ, F., Juna, C. (1999). *La Economía Mundial y el Desarrollo*, 3ª Ed. España: Acento Editorial. p. 124.

ROTHWELL, E.B. (1993). The fifth Generation Innovation Process en Oppenländer, K.H. (ed), *Privates und staatliches innovations management*. Mungen: Institut für Wirtschaftsforschung.

ROUSSEL *et al.* (1991). *Third Generation R&D. Managing the Link to Corporate Strategy*.

WEIZSACKER, E. (1997), *Factor four - Doubling Wealth, Halving Resource Use*. London: Routledge.



**¿DEL CERN AL  
MERCADO DE SONORA?:  
CIENCIA HEGEMÓNICA  
Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL**

# Ilustración, diversidad cultural y equidad epistémica<sup>42</sup>

Ambrosio Velasco Gómez  
Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM

## Introducción

Una característica de la civilización moderna es la separación tajante entre el vulgo, el pueblo que a lo más tendría sólo un vago y difuso sentido común, y el hombre de ciencia que posee conocimientos verdaderos, claros, precisos, fundamentados racionalmente en métodos algorítmicos y demostrativos. Las teorías científicas y filosóficas son los paradigmas del conocimiento verdadero así construido que tienen una absoluta jerarquía sobre cualquier otro tipo de conocimiento. El pasaje de la caverna que Platón nos presenta en la *República* es comúnmente considerado como una clara metáfora de superioridad epistémica de la ciencia y la Filosofía, que además tiene importantes consecuencias políticas: el filósofo debe mandar sobre todos los demás habitantes de la ciudad en virtud de su sabiduría. Esta tesis epistemológica y política ha tenido una enorme influencia desde entonces hasta nuestros días. Así por ejemplo, bajo ciertas interpretaciones aristotélicas, el principal argumento de justificación de la conquista y dominación de América por los europeos, hace 500 años, fue precisamente la superioridad de la sabiduría de los españoles sobre la barbarie e ignorancia de los pueblos americanos, como sostiene categóricamente Ginés de Sepúlveda (1996), consejero de Carlos V y todos los defensores de su proyecto imperial para justificar la guerra de conquista y el dominio español sobre los indios.

Conforme se consolida la Modernidad como proyecto civilizatorio, la tesis epistemológica-política de la superioridad de la ciencia y la Filosofía sobre cualquier otro conocimiento o concepción del mundo se afianza como un dogma, para legitimar al creciente autoritarismo de los estados modernos

---

<sup>42</sup> Este trabajo se realizó en el marco del proyecto PAPIIT, IN 403219 *Filosofía política de las ciencias en sociedades multiculturalistas*.

y de paso justificar la jerarquía de la racionalidad teórica y demostrativa de la ciencia y la Filosofía sobre cualquier otro tipo de conocimiento, como agudamente lo ha sostenido Stephen Toulmin (1990).

Sin embargo, el principio epistémico y político de la soberanía indiscutible del conocimiento científico se ha cuestionado desde la Antigüedad. El mismo Platón en la *República* nos confiesa que es imposible que concurren la sabiduría y el poder político, porque son de naturaleza contraria y, tan pronto un filósofo alcance el poder, dejará de ser filósofo y, tan pronto un gobernante se vuelva filósofo, perderá el poder. La Filosofía se vuelve así un saber que trasciende la realidad social y política, y constituye un mundo de ideas existente en sí mismo, sin poderse aplicar a la vida social y política. Más aún, el propio Platón en su diálogo *Protágoras* nos advierte a través del mito de Prometeo de los peligros de la ciencia y la técnica si no se utilizan con un sentido de justicia común a todo el pueblo. Por eso, después de que Prometeo roba el fuego de la ciencia y la técnica a los dioses del Olimpo, Zeus preocupado por su uso destructivo, manda a Hermes a que reparta el sentido de justicia como un conocimiento común a todos los hombres y mujeres, a fin de que la ciencia contribuya al bien de la humanidad y no a su destrucción.

La distinción y complementariedad entre conocimiento teórico, propio de las ciencias y las filosofías naturales y la sabiduría moral y política, común a todos los seres humanos, se mantuvo en muchos pensadores de la Antigüedad, la Edad Media y el Renacimiento, pero con el inicio de la Modernidad esta distinción complementaria se anula y sólo queda como modelo de racionalidad el saber teórico que se expande e impone sobre el ámbito social y político.

El éxito del nuevo modelo de racionalidad científica como paradigma de todo conocimiento y fundamento del desarrollo económico, progreso social y orden político alcanza su pleno esplendor en la Ilustración europea del siglo XVIII, cuya obra paradigmática es la *Enciclopedia*, que pretende sintetizar todo el saber universal de las ciencias, técnicas y artes desde una perspectiva eurocéntrica que menosprecia la diversidad de culturas y

pueblos de América. La Ilustración fue ampliamente aceptada en el mundo europeo, pero no faltaron voces críticas como la de Juan Jacobo Rousseau (1748), quien considera que las ciencias y las técnicas, más que contribuir a la felicidad de los pueblos, han esclavizado a la mayoría de los seres humanos.

La severa crítica de Rousseau a la Ilustración elitista europea motivó en los filósofos más brillantes como Kant una reformulación humanista y pedagógica de la Ilustración. La Ilustración para Kant es un proceso educativo del pueblo a través del uso público de la razón, que consiste en la difusión del saber académico de las ciencias, las humanidades y las artes al público en general. Esta concepción del uso público de la razón y en general de la Ilustración parte del presupuesto de que hay un grupo reducido de personas que poseen el saber y la cultura, destacadamente el conocimiento científico y que el progreso social requiere de su divulgación a toda la sociedad. Esta idea corresponde mucho al modelo del déficit de la comunicación de la ciencia que ha sido predominante desde el siglo XVII hasta nuestros días, precisamente porque la mayoría de los científicos, filósofos, historiadores, comunicadores, líderes sociales y políticos enaltecen a la ciencia y la tecnología como el logro más avanzado de la humanidad. Esta idea no sólo implica la separación dicotómica entre una élite intelectual y una gran masa ignorante al interior de toda sociedad, sino también una dicotomía entre naciones civilizadas o desarrolladas en función del avance de las ciencias, las técnicas y naciones atrasadas, o incluso bárbaras, por carecer de un desarrollo científico y tecnológico, entre otras deficiencias.

Frente al modelo de la Ilustración moderna, en este trabajo propongo una concepción pluralista y dialógica de los conocimientos basada en el principio de equidad epistémica que promueve la complementariedad entre ciencias, tecnología, humanidades, artes y saberes comunitarios tradicionales, de manera que se eviten las jerarquías y exclusiones epistémicas que, a su vez, justifican diversas formas de marginación social y de dominación ilegítima.

## La Ilustración moderna y el uso público de la razón

Desde la Antigüedad, ha predominado la concepción de que la educación es un proceso unidireccional que parte de los grandes maestros o intelectuales hacia las masas, hacia el populacho. A través de este proceso, los individuos se forman una conciencia autónoma y las masas se convierten en pueblos civilizados. Kant llamó a este proceso "Ilustración". El principal motor de la Ilustración es lo que denomina Kant uso público de la razón: "Para esta ilustración no se requiere más que una cosa, libertad [...] libertad de hacer uso público de la razón íntegramente [...] Entiendo por uso público aquel que en calidad de maestro se puede hacer de la propia razón ante el gran público del mundo de lectores [...]" (Kant, 1985: 28).

La tesis de que el filósofo y, en general, el humanista debe ser conciencia y voz crítica de la sociedad civil ante el gobierno en defensa de la libertad y de los derechos fundamentales del pueblo tiene dos implicaciones principales. Primeramente, el reconocimiento de que la sociedad civil, a través del uso público de la razón, debe siempre tener autonomía frente al gobierno y al mismo tiempo influenciarlo. Esta idea ha cobrado en las últimas décadas una relevancia fundamental en el pensamiento y vida democráticas. En segundo lugar, ubica a los filósofos y a la Facultad de Filosofía necesariamente "en el ala izquierda de la academia", con un claro compromiso republicano y en oposición racionalmente fundada al gobierno.

Así pues, la educación de la juventud tiene una función ética y política fundamental: la formación no sólo de personas instruidas, cultas y socialmente útiles, sino también de ciudadanos libres, conscientes de sus deberes y derechos, con una capacidad de juicio cada vez más ilustrada acerca de qué tipo de leyes, qué tipo de instituciones y decisiones políticas son las más pertinentes. En este punto, Kant acusa una fuerte influencia de Rousseau en el ámbito de la educación, cuya meta principal es formar hombres libres. Podríamos decir que a través de la educación, la voluntad general, a la que debe ajustarse la acción del legislador y en general del gobierno, se enriquece e ilustra y, gracias a ello, se promueve la evolución republicana.

La marcha republicana de la historia es, en buena medida, una tarea que le corresponde no a los funcionarios del estado, ni de la iglesia, no al uso privado de la razón, sino a los ciudadanos ilustrados, independientes y valerosos que tienen la capacidad a través de la “libertad de pluma” y del “uso público de la razón” de criticar las leyes y acciones injustas del gobierno que se apartan de la voluntad general y contravienen el principio de libertad.

Al hacer coincidir ilustración y libertad individual y política, Kant imprime a su quehacer filosófico un claro compromiso político de carácter republicano y en última instancia ratifica la opinión de que su pensamiento político constituye la culminación de toda su obra filosófica. Sin embargo, resulta al menos extraño que la marcha hacia la libertad republicana de los estados sea resultado de una relación vertical entre una élite intelectual que transmite el saber, ilumina y educa a las masas de individuos.

### **Uso público de la razón, multiculturalismo y equidad epistémica**

La vía alternativa a la ilustración de “arriba a abajo” parte del reconocimiento de una pluralidad epistémica, ética y política que se manifiesta en una diversidad de saberes, valores, concepciones del mundo, prácticas y tradiciones distribuida entre todos los grupos y clases sociales. La diversidad cultural está actualmente recobrando su importancia, después de siglos de ser considerada como un obstáculo de la racionalidad y progreso durante gran parte de la Modernidad.

El desprecio o exclusión de las culturas locales, indígenas o populares, comúnmente llamada “baja cultura”, frente a las culturas de reconocimiento nacional o mundial, como el conocimiento científico y tecnológico, tiene graves consecuencias en el ámbito epistémico, ético y político. Entre estas consecuencias negativas cabe destacar el desconocimiento de la diversidad cultural en aras de conceptos universales de racionalidad y justicia que en realidad son concepciones particulares de una cultura que aspira a imponerse sobre las demás. Por ello, con toda razón, Boaventura de Sousa Santos (2010, p. 51) ha señalado que:

Ya que el conocimiento científico no está socialmente distribuido de manera proporcionada, las intervenciones en el mundo real que favorece tienden a ser aquellas que atienden a los grupos sociales que tienen acceso al conocimiento científico. La injusticia social se basa en la injusticia cognitiva. Sin embargo, la lucha por la justicia cognitiva no tendrá éxito si se sustenta únicamente en la idea de una distribución más equilibrada del conocimiento científico. Aparte del hecho de que esta forma de distribución es imposible en las condiciones del capitalismo global, este conocimiento tiene límites intrínsecos con relación a los tipos de intervención que se pueden alcanzar en el mundo real. Estos límites son el resultado de la ignorancia científica y de una incapacidad para reconocer formas alternativas de conocimiento y de interconectarse con ellas en términos de igualdad.

¿Cómo podrían evitarse las injusticias cognitivas de un modelo vertical élite-masas como el de la Ilustración moderna que ha predominado hasta el presente?

Considero que es necesario un modelo alternativo de comunicación y difusión de los conocimientos y, en general, de racionalidad, basado en una comunicación plural y abierta entre diferentes saberes, a partir de la cual haya un aprendizaje recíproco entre los participantes que permita llegar a acuerdos o consensos para la solución de problemas concretos. En este diálogo plural se incluirían diversos tipos de conocimientos científicos, tecnológicos y humanistas, pero también los saberes tradicionales de comunidades indígenas. Entre estos diversos saberes y conocimientos tendría que reconocerse un principio de **equidad epistémica** que sostendría que la ciencia, la Filosofía y, en general, las humanidades de pretendida validez universal son igualmente valiosos y dignos que los conocimientos locales, populares y tradicionales.

La equidad epistémica no significa equivalencia entre distintos tipos de conocimiento, sino simplemente reconocimiento y no exclusión de saberes y tradiciones socialmente relevantes, ya sea específicos de un pueblo o región o de comunidades más extensas. Es precisamente esta no exclusión

de saberes lo que evita la injusticia epistémica, pues como bien ha señalado Luis Villoro (2007: 205), el rasgo esencial de toda injusticia es la exclusión: “La justicia podría expresarse mediante un enunciado negativo: la no exclusión de la pluralidad de culturas, no exclusión del bien común de la sociedad, no exclusión en el cumplimiento universal de lo debido”.

La propuesta de Villoro (vía negativa) no presupone ningún concepto previo de justicia para constatar la injusticia existente en las sociedades contemporáneas, sino que parte de la experiencia de la injusticia que padecen los seres humanos sin dudar si los sufrimientos de injusticia que padecen los hombres y mujeres de carne y hueso son verdaderamente “injusticias”, de acuerdo con alguna teoría filosófica o jurídica; no se pregunta si ellos tienen una teoría o un concepto adecuado de justicia; la experiencia de injusticia que sufren los seres humanos es un hecho palmario e irrefutable. Este punto de partida me parece un cambio radical en Luis Villoro, pues desplaza los conceptos filosóficos a segundo plano y da prioridad a la experiencia vivida de la injusticia, tal y como la sufren las víctimas, y da un sentido moral de solidaridad o fraternidad. Se trata precisamente de ese sentido común de la justicia que en el relato de Prometeo aparece como el complemento necesario de la ciencia y la técnica que Zeus mandó a Hermes a repartirlo entre todos los seres humanos por igual.

Este proceder es el mismo de humanistas de la talla de Bartolomé de las Casas o de Alonso de la Veracruz que continuamente expresaban ser testigos de las graves injusticias de los españoles sobre los indígenas y se solidarizaban con los que sufrían la injusticia.

A partir de la experiencia de injusticia, Villoro busca inferir reflexivamente cuál es la causa del sufrimiento de injusticia. Entre las causas que producen el sufrimiento de la injusticia, Luis Villoro destaca al poder como deseo de dominación para la satisfacción de intereses personales. Consecuentemente, en toda sociedad donde los hombres buscan dominar a otros se genera injusticia y la única manera de evitarlo es prescindir del deseo de poder. Este esfuerzo constituye lo que Villoro denomina *contrapoder* (2007: 18): “Podemos llamar contrapoder a toda fuerza de resistencia frente a la

dominación. El contrapoder se manifiesta en todo comportamiento que se defiende y resiste al poder". En este sentido, la reivindicación de los saberes tradicionales para no ser excluidos de la educación pública y de los debates y controversias para la toma de decisiones políticas representan una práctica libertaria de contrapoder.

La equidad epistémica tampoco significa aislamiento de las diferentes comunidades y saberes. Más bien, que en todos los ámbitos de la vida social, donde necesariamente interactúan diferentes comunidades y confluyen saberes y prácticas científicas y tecnológicas, con saberes y prácticas de otra índole, los primeros no tienen prioridad sobre el resto, sino que debe asegurarse un espacio público de comunicación y diálogo, donde sus respectivos representantes puedan llegar a acuerdos y consensos, de manera semejante a como ocurre en la discusión y deliberación entre los representantes de diferentes clases y grupos sociales en toda organización política republicana.

El principio de equidad que proponemos como parte sustancial de un concepto ampliado de racionalidad tiene tanto una dimensión epistémica al reconocer la valía de diferentes tipos de conocimiento y tradiciones que deben integrarse dialógicamente para la solución de problemas específicos, como una dimensión propiamente política que procura una justa participación de los diferentes grupos sociales con sus diferentes tradiciones, saberes e intereses en las decisiones políticas que los afectan. Este principio de equidad necesariamente conduce a poner en pie de igualdad la ciencia y la tecnociencia con otros tipos de saberes tradicionales socialmente relevantes para fomentar el diálogo y la cooperación entre ellos. En este sentido, la propuesta de equidad epistémica es convergente con otras propuestas como la ecología de saberes de Boaventura de Sosa Santos (2010, p. 51), como parte esencial de lo que llama "epistemología del sur":

En la ecología de saberes, forjar credibilidad para el conocimiento no científico no supone desacreditar el conocimiento científico. Simplemente implica su utilización contrahegemónica. Consiste, por una parte, en explorar las prácticas científicas alternativas y, por otra, en promover la interdependencia entre los conocimientos científicos y no científicos.

La ecología de saberes se desarrolla a través de un entendimiento dialógico que pone igual o más atención en la apreciación y aprendizaje de las diferencias que en las coincidencias y consensos. A este tipo de diálogo intercultural se le denomina “hermenéutica diatópica”, con lo que enfatiza la multidireccionalidad de la comunicación y comprensión intercultural y el carácter plural de las premisas de la argumentación.

## **Multiculturalismo y equidad epistémica en México**

La idea de equidad epistémica que hemos propuesto como principio de una concepción multiculturalista del uso público de la razón no es nueva, sino que está presente en la vieja tradición de la racionalidad prudencial desde los tiempos de la Antigüedad. Ya Aristóteles, nos recuerda Alfredo Marcos (2011, p. 124), afirmaba que “no se debe hacer menos caso de los dichos y opiniones de los experimentados, ancianos y prudentes, que de las demostraciones, pues la experiencia les ha dado vista, y por eso ven rectamente”.

En nuestra propia tradición intelectual, humanistas como Bartolomé de las Casas y Alonso de la Veracruz valoran de igual manera los conocimientos europeos y los de los indígenas americanos; de igual forma lo haría siglos después Francisco Xavier Clavijero, uno de los más destacados exponentes de la Ilustración mexicana del siglo XVIII, en su *Antigua Historia de México*, así como uno de los científicos mexicanos más importantes de ese siglo, José Antonio Alzate, que refiere la valía de los conocimientos populares en materia de minería.

Desafortunadamente, el reconocimiento al saber tradicional de pueblos y comunidades que caracterizó a las humanidades, las ciencias y las tecnologías mexicanas durante el periodo virreinal, en resistencia contra el racionalismo eurocéntrico, se difuminó una vez alcanzada la Independencia. Desde Valentín Gómez Farías y José María Luis Mora, hasta Gabino Barreda y Justo Sierra, la diversidad cultural, incluyendo la diversidad de lenguas, se consideró como el principal obstáculo para el desarrollo de la Nación mexicana. Para superarlo, los liberales del siglo XIX pensaron que

era necesario promover una educación basada en el conocimiento científico, como condición necesaria para la modernización del país de acuerdo con los modelos europeo y norteamericano. Los liberales del siglo XIX adoptaron el positivismo como el modelo de ilustración para forjar la nación mexicana, junto con el mito del mestizaje como síntesis racial y cultural en una nueva identidad homogénea. Este modelo de Ilustración y educación y de identidad nacional sigue siendo dominante en nuestros días, pese a los continuos fracasos históricos, como la misma Revolución de 1910 y, al finalizar el siglo, la Revolución zapatista iniciada en 1994.

La educación monocultural y etnocéntrica que ha predominado en el México independiente no ha contribuido a la conformación de una nación auténtica, de una verdadera comunidad incluyente de la diversidad, sino que, por el contrario, ha propiciado la destrucción de la diversidad cultural y la homogenización uniforme de la población, a través de la imposición de una lengua, cultura y forma de vida, que muy poco tiene de auténtica y que, en general, no han contribuido para mejorar la forma de vida de la población, ni mucho menos para formar personas autónomas y ciudadanos libres y participativos. En este sentido, la educación en el México no ha constituido un uso público de la razón ni tampoco una ilustración, como lo concebía Kant.

Ante las evidencias históricas del fracaso e inviabilidad del proyecto de Ilustración eurocéntrica, de “arriba hacia abajo” y de nación (mestiza) homogénea, varios de nuestros más destacados humanistas contemporáneos, como Bolívar Echeverría, Luis Villoro, Pablo González Casanova, Miguel León Portilla, Rodolfo Stavenhagen, Guillermo Bonfil Batalla, León Olivé, Carlos Montemayor, entre otros “intelectuales de retaguardia” de nuestro país, proponen y defienden una concepción multiculturalista de la identidad cultural que constituye, a mi manera de ver, una concepción alternativa del “uso público de la razón” o, mejor dicho, una concepción alternativa de la razón misma, esencialmente plural y dialógica. Esta concepción no es nueva en nuestra propia tradición, sino que significa un renacimiento del humanismo mexicano que se desarrolló en contra de la dominación colonial desde los tiempos mismos de la Conquista, a través de una articulación orgánica entre la cultura popular de los pueblos originarios que resistían la

dominación de los españoles y los humanistas criollos que aspiraban también a emanciparse de la hegemonía eurocéntrica.

Como bien señala Guillermo Bonfil Batalla y, sobre todo, como demandan las luchas de los pueblos indígenas, la solución de nuestros grandes problemas nacionales de hoy en día requiere como primer punto una reconstitución de la nación misma, de una nación efectivamente multicultural y acorde a ella de un estado plural que brinde pleno reconocimiento e inclusión a la diversidad de culturas que conforman el México profundo:

Un nuevo proyecto de nación que incorpore como capital activo todo lo que realmente forma el patrimonio que los mexicanos hemos heredado: no sólo los recursos naturales, sino también las diversas formas de entenderlos y aprovecharlos a través de conocimientos y tecnologías que son la herencia histórica de los diversos pueblos que componen la nación [...] no sólo los conocimientos que con mucho esfuerzo se han ido acumulando (más que desarrollando) en México y que pertenecen a la tradición occidental, sino toda la rica gama de conocimientos que son producto de la experiencia milenaria del México profundo (Bonfil, 2008, p. 12).

La construcción de esa auténtica nación mexicana incluyente de la diversidad cultural de sus pueblos es la tarea principal de una nueva concepción multiculturalista del uso público de la razón.

## **Conclusiones**

El principio de equidad epistémica que propongo como fundamento del diálogo intercultural entre diferentes saberes y prácticas sostendría que la ciencia y todos los demás conocimientos y saberes comunitarios son igualmente dignos de ser tomados en cuenta para la resolución de problemas concretos y, en general, en la discusión, deliberación y toma de decisiones políticas, en diferentes ámbitos y niveles de gobierno, desde el comunitario hasta el federal. En este sentido, la equidad epistémica propicia no sólo

una democratización de la ciencia, sino una democratización de la diversidad de saberes, en la que la ciencia y la tecnología no detentan el monopolio de la racionalidad del conocimiento. Al mismo tiempo, el principio de equidad epistémica otorga a los diferentes grupos y culturas de una nación o pueblo un reconocimiento y respeto epistémicos al ser incluidos en los procesos de educación y comunicación públicas, así como en los debates y deliberaciones políticos. En este sentido, el principio de equidad epistémica promueve al mismo tiempo la pluralidad cultural y la participación democrática.

La propuesta del diálogo intercultural con equidad epistémica que propongo es convergente con otras propuestas como la ecología de saberes de Boaventura de Sosa Santos, como parte esencial de lo que llama "epistemología del sur".

En suma, el principio de equidad que hemos propuesto tiene tanto una dimensión epistémica al reconocer la valía de diferentes tipos de conocimiento y tradiciones que deben integrarse dialógicamente para la solución de problemas, como una dimensión propiamente política que procura una justa participación de los diferentes grupos sociales con sus diversas tradiciones, saberes e intereses en las decisiones políticas que los afectan.

## Referencias

- BONFIL, G. (2008). *México profundo. Una civilización negada*. México: Random House Mondadori.
- KANT, I. (1985). ¿Qué es la ilustración? en I. Kant, *Filosofía de la Historia*. México: FCE. p. 28.
- MARCOS, A. (2011). "Prudencia verdad práctica y razón posmoderna" en Ana Rosa Pérez-Ransanz y Ambrosio Velasco-Gómez Eds., *Racionalidad en ciencia y tecnología. Nuevas perspectivas iberoamericanas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- SANTOS, B.S. (2010) *La refundación del estado en América Latina. Perspectivas desde una epistemología del sur*. México: Siglo XXI editores, Universidad de los Andes, Siglo del hombre.
- SEPÚLVEDA, G. (1996). *Tratado sobre las justas causas de la guerra*. México: Fondo de cultura Económica.
- TOULMIN, S. (1990). *Cosmopolis. The hidden agenda of Modernity*. Chicago: Chicago University Press.
- VILLORO, L. (2007). *Los retos de la sociedad por venir*. México: Fondo de Cultura Económica.

## Cómo conservar la biodiversidad: ciencia colonial o razón cosmopolita<sup>43</sup>

Alberto Betancourt Posada  
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

El presente texto plantea la existencia en el campo de la conservación de la biodiversidad de una importante polémica entre un paradigma de ciencia colonial-positivista-monocultural que pretende difundir su verdad única por el mundo produciendo márgenes y barbarizando lo que está más allá de sus confines; y un paradigma de ciencia decolonial-crítica-pluriculturalista, inspirada en una razón cosmopolita, promotora de un nuevo *ethos científico* con vocación de reconocer la existencia y el valor de la diversidad epistémica y aquilatar los conocimientos generados por todas las culturas del mundo.

Las prácticas productivas y los procesos de domesticación efectuados por los pueblos originarios, desde hace miles de años hasta el presente, han generado sofisticados sistemas de conocimientos sobre el medio ambiente. Dichos conocimientos de la naturaleza, los organismos vivos y sus interacciones ofrecen herramientas inestimables para abordar asuntos tan importantes como la conservación de la biodiversidad, el fomento a la agrobiodiversidad, la variedad genética y la mitigación del cambio climático.

La praxis de los pueblos originarios ha generado refinados conocimientos:

Dentro de la mente del productor tradicional existe un detallado catálogo de conocimientos acerca de la estructura o los elementos de la naturaleza, las relaciones que se establecen entre ellos, los procesos o dinámicas y su potencial utilitario. De esta forma, en el saber local existen conocimientos detallados de carácter taxonómico, sobre constela-

---

<sup>43</sup> Este capítulo del libro fue elaborado con el apoyo del proyecto PAPIIT IN404518 *Domesticación, diversidad epistémica y conservación del patrimonio biocultural en sociedades multiculturales: conocimientos tradicionales de Mesoamérica*.

ciones, plantas, animales, hongos, rocas, nieves, aguas, suelos, paisajes y vegetación, o sobre procesos geofísicos, biológicos y ecológicos tales como movimientos de tierras, ciclos climáticos o hidrológicos, ciclos de vida, periodos de floración, fructificación, germinación, celo o nidación, y fenómenos de recuperación de ecosistemas /sucesión ecológica o de manejo de paisajes (Toledo, 2008: 75).

Por su parte, la domesticación en la escala de los paisajes, las especies de plantas y animales (incluida la microbiota) y la incidencia en el flujo génico también han sido fuente de conocimientos estratégicos para la supervivencia de la especie. Como afirma el ecólogo mexicano Alejandro Casas (2017), la domesticación de paisajes, por citar un ejemplo, se ha practicado, mediante quemas efectuadas en África desde hace 50 mil años, mientras que se han consignado talas intencionales de 30 mil años de antigüedad, en Papúa Nueva Guinea. Más tarde, prosigue Casas, surgieron también la domesticación de plantas y animales y posteriormente de la microbiota, que incluyeron desde la domesticación de insectos como las abejas, para pasar a la manipulación intencional de fenotipos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento que han introducido una intencional manipulación de los flujos génicos que ha aumentado la variabilidad genética y se ha conformado como una fuerza evolutiva. Consecuentemente, las prácticas productivas y los procesos de domesticación han generado una gran variedad de conocimientos estratégicos para la supervivencia de la especie y el desarrollo realmente sustentable, e incluso se han constituido en una fuerza evolutiva que ha reconfigurado la diversidad de la vida.

Pero no todo el mundo asigna ese importante papel a los conocimientos tradicionales: en materia de conservación ambiental la corriente dominante (aunque tiende a perder su hegemonía) mantiene una actitud colonial: ve a *otros saberes* (por ejemplo, los conocimientos tradicionales) por encima del hombro, defiende una monoculturalidad monológica, promueve una perspectiva local (metropolitana) que aspira a la universalidad y, consecuentemente, defiende con celo la difusión ilustrada del conocimiento del centro (ilustrado) a la periferia (bárbara). Por ejemplo, en la Convención de Diversidad Biológica (CDB), de la Organización de Naciones Unidas, existe un alglido

debate entre dos actitudes muy diferentes respecto a la relación entre la ciencia y saberes tradicionales; una de ellas, a la que podríamos llamar *ciencia colonial*, reproduce las relaciones jerárquicas entre la ciencia occidental y otros tipos de saberes; mientras una segunda actitud, a la que denominaremos *ciencia dialógica*, sostiene la necesidad de entablar relaciones de cooperación y horizontalidad ante los sistemas de conocimiento tradicionales. En el campo de la conservación de la biodiversidad, ambas actitudes han generado dos paradigmas muy diferentes de conservación de la biodiversidad. El primero, al cual denominaremos “desde arriba”, promueve un modelo monocultural que pretende imponer sus concepciones en todo el mundo; mientras el segundo, al que llamaremos “desde abajo”, promueve el diálogo de saberes. En este capítulo me propongo describir a grandes rasgos ambos paradigmas y analizar, así sea someramente, algunas de las consecuencias políticas, epistemológicas, ontológicas y éticas de ambas posturas. Mi hipótesis principal consiste en plantear que el paradigma “desde arriba” impulsa la expansión de la razón instrumental, pretende continuar la expansión de los confines de occidente y continuar creando márgenes fuera de los cuales “sólo existe la barbarie”; mientras el paradigma “desde abajo” promueve la conformación de una sociedad inteligente y fomenta una *razón cosmopolita*, como la ha llamado Boaventura de Sousa Santos, capaz de aprovechar la experiencia y los conocimientos generados por las diferentes culturas que conforman la especie humana.

## **Coevolución, cultura y paradigmas de conservación**

Desde el punto de vista biológico, la diversificación de la vida está íntimamente relacionada a la *coevolución*, un concepto clave para explicar la interacción entre especies que desarrollan una cierta especialización, se complementan y se influyen recíprocamente en su evolución. En *El origen de las especies*, Darwin enfatiza muchas veces la importancia de las interacciones intraespecíficas e interespecíficas. Las especies y las interacciones entre especies forman las comunidades biológicas que el naturalista británico llamó una *ribera enmarañada*. De acuerdo con el ecólogo John N. Thompson (2005: 18), las interacciones forman parte “del mismísimo tejido

que constituye una especie". En realidad: "la diversidad de las especies sólo cobra sentido cuando se comprende también la diversidad de sus interacciones". El mismo autor señala:

Sin duda, los organismos no sólo se especializan unos en relación con otros, sino también en relación con distintos medios físicos. Lo cual también es una larga tradición de estudio en biología evolutiva. Sin embargo, son los lazos y las redes especializadas de las interacciones de unas especies con otras lo que ha producido la mayor parte de la biodiversidad de la vida y de la organización de las comunidades. Es la evolución de estas vidas relacionadas, entre sí, lo que ha producido la ribera enmarañada de Darwin (2005: 7).

Cuando una característica de una especie es modificada por la interacción de una característica de otra especie, hablamos de *coevolución*. Las interacciones pueden ser de muy diversos tipos: parasitismo, apacentamiento, depredación, competencia, mutualismo (Thompson, 2005: 9). En ese contexto, la *coevolución antropogénica* puede ser sustancialmente distinta de la *coevolución natural*, ya que la actividad humana altera las poblaciones de manera extremadamente rápida; por ejemplo, al convertir ecosistemas naturales en campos agrícolas de monocultivo. La intervención humana ha tenido –sobre todo recientemente– una intensa injerencia en el proceso evolutivo, en algunos casos fomenta la diversificación y en otros, las extinciones masivas. Por ejemplo, el modo de producción capitalista ha generado un tipo de interacción con la Biósfera que ha producido lo que el biólogo marino Eugene F. Stoermer y el químico geólogo Paul J. Crutzen –laureado con el Premio *Nobel*– han denominado el *antropoceno*, para referirse a la conversión de la especie humana en un agente de cambio geológico, que ha llevado a lo que diversos autores han nominado como la *sexta extinción*. El capitalismo como forma de organización productiva de la especie humana ha generado actitudes esquizofrénicas, una "lógica" de destrucción/conservación, que por un lado aplica prácticas productivas que depredan la naturaleza y por otro implanta estrategias proteccionistas para conservar la vida mediante áreas naturales protegidas en territorios "prístinos".

En contrapunto, los pueblos originarios de los diversos continentes promueven prácticas productivas que en sí mismas conservan y enriquecen la biodiversidad y que han jugado un lugar estratégico en la conservación de la vida y sus variedades.

## **Un duelo entre dos paradigmas: mercantilización o cuidado de la naturaleza**

Los distintos grupos sociales tienen variopintas fantasías, valores, intereses y objetivos respecto a la naturaleza, por lo cual difieren sobre las estrategias para su uso y protección; en consecuencia, no existe una estrategia única de conservación de la biodiversidad, sino muy diversas, de acuerdo con las pretensiones, creencias y aspiraciones de los distintos países, grupos sociales y culturas. Esta situación genera rivalidad y conflicto entre estrategias que suponen instituciones, objetivos, métodos y evaluaciones diferentes.

La Convención de Diversidad Biológica de la Organización de Naciones Unidas es el espacio más importante de definición de las políticas globales de conservación de la biodiversidad. En ella se gestan agendas, objetivos, estrategias y normas. Desde su fundación, debido a su carácter multilateral y su pluralidad, ha sido escenario de la confrontación entre distintos paradigmas de conservación. En 1988, el Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente creó un grupo de expertos sobre el tema de la diversidad biológica. A partir de ese momento comenzó un intenso proceso de intercambios, polémicas y negociaciones entre gobiernos, científicos, organizaciones no gubernamentales y movimientos ambientalistas para establecer una *política global de conservación de la biodiversidad*. En 1989, se creó un grupo de expertos y juristas que diseñó un instrumento jurídico que posteriormente se convirtió en el texto de la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB). Presentado a la comunidad internacional el 22 de mayo de 1992, en Nairobi, Kenia, fue adoptado unos meses más tarde, el 4 de junio de 1993, cuando fue firmado por 186 países, durante la Cumbre sobre la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil. Durante la misma, hubo intensas discusiones sobre

los objetivos y los instrumentos que deberían aprobarse para garantizar la conservación de la biodiversidad. Preocupados ante la posibilidad de que las medidas ecologistas fueran “demasiado radicales” y olfateando además una oportunidad para hacer negocios “verdes”, un nutrido grupo de empresarios se hizo presente en la reunión. A partir de ese momento comenzó una confrontación entre lo que denominaremos paradigmas “desde arriba” y “desde abajo”, caracterizados, entre otras cosas, por la actitud que plantean entre la ciencia y otras formas de saber.

El canon “desde arriba” es colonial, positivista, dogmático, monológico, monocultural, confía demasiado en las ciencias duras y universalizante de verdades locales (de las metrópolis); mientras el paradigma “desde abajo” tiene un espíritu descolonizador, crítico, dialógico, pluricultural, apuesta por el intercambio entre ciencias duras y humanidades y tiene vocación multilocalista. El canon “desde abajo” otorga una enorme importancia al papel que han jugado los pueblos indígenas en la conservación y la domesticación de paisajes, especies y genes.

En general, el primero apuesta por el rigor de las ciencias naturales, mientras el segundo enfatiza las aportaciones de la colaboración entre ciencias naturales, ciencias sociales y humanidades. La multiplicidad de propuestas en juego abarca mucho más que dos, pero lo hemos reducido a estas dos posiciones sólo con la intención de entender los polos opuestos de la polémica científica. Obviamente, al interior de ambos paradigmas existen matices y contradicciones, y en muchos casos existen puentes de comunicación entre ellos.

El modelo “desde arriba” es impulsado por instituciones supranacionales como el Banco Mundial-Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés), organizaciones empresariales incrustadas en los organismos multilaterales como la Alianza Global de Negocios y su penetración de la Convención de Diversidad Biológica, y organismos científicos (de diversa calidad) subordinados a los criterios establecidos por sus financiadores, como ocurre con la Fundación Mexicana para la Conservación de la Naturaleza.

El modelo “desde abajo” es promovido por millones de agricultores indígenas y campesinos que practican un conservacionismo comunitario en continuo diálogo y colaboración con académicos de muy diversas disciplinas. En un sentido amplio, podríamos decir que actores sociales como la rebelión indígena del Ejército Zapatista de Liberación Nacional, la cooperativa Tosepan Titataniske, de la Sierra Norte de Puebla, los comuneros de Ch’erán Michoacán, la Confederación Nacional Indígena de Ecuador, el movimiento indígena que llevó al poder a Evo Morales, en Bolivia, y los pueblos indígenas que promovieron la Constitución Política de Colombia, la alianza de TROPENDROS con los pueblos nasa y otros habitantes del amazonas, algunos de los proyectos desarrollados por las comunidades indígenas quichuas de Ecuador con FLACSO-Quito o el trabajo desplegado por el Centro de Agroecología (AGRUCO) de la Universidad Mayor de San Simón, en Bolivia.

### **El canon “desde arriba”**

El paradigma de conservación de la biodiversidad “desde arriba” es impulsado por diversas instituciones supranacionales, como son, por ejemplo, la Unión Europea y el Grupo Banco Mundial, las cuales suelen financiar proyectos de investigación científica que contratan para responder a preguntas muy específicas, en marcos sumamente concretos de la investigación que acotan de diversos modos sus posibles respuestas. El Banco Mundial ha generado el paradigma de *países verdes* para imponer las políticas neoliberales que han transformado vastas zonas del planeta en las que persistía un alto grado de conservación de la biodiversidad gracias a que en ellas había una lógica económica campesina que daba vigencia a una lógica no basada en la reproducción de capital. La llegada del Banco transforma esas regiones indígenas bien conservadas en *territorios transnacionales de conservación*, donde las empresas multinacionales y las organizaciones no gubernamentales de corte neoliberal promueven un “conservacionismo” muy singular incardinado a la bioprospección, las plantaciones comerciales, la observación turística de megafauna y el ecoturismo de élite (Goldman, 2007). El canon “desde arriba” promueve las áreas naturales protegidas como el principal instrumento de conservación, territorio definido frecuen-

temente por una comunidad científica transnacional que ocasionalmente desaloja a las poblaciones que han vivido ahí o, en el mejor de los casos, las constriñe a vivir bajo una normatividad dictada “desde afuera”. Bajo el enfoque predominante, la naturaleza es vista como una proveedora de servicios tasables, es decir, como bien ha señalado Bárbara Unmubig (2016), bajo esa concepción se tiende a “privatizar la naturaleza”. Obviamente, las áreas naturales protegidas tienen su propia historia y existen diferentes modelos de las mismas. Aquí aludimos solamente a aquellas que son excluyentes.

Para describir el paradigma “desde arriba” podemos ejemplificar con el modelo de conservación promovido por empresarios y actores supranacionales durante la reciente 13 Conferencia de las Partes, de la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), celebrada en Cancún, México, del 8 al 14 de diciembre de 2016. En ese marco, Braulio Ferreira de Souza Díaz, presidente saliente de la Secretaría Ejecutiva de la Convención de Diversidad Biológica, señaló en su balance final que el Grupo Banco Mundial constituye una especie de “cerebro financiero” de la conservación biológica, al determinar la dirección de las inversiones, la autorización de los créditos y la supervisión de las actividades de conservación en el mundo. Desde mi punto de vista, el paradigma impulsado por este “cerebro financiero de la conservación” presenta varios problemas: i) la institución que lo promueve no cuenta con mínimos parámetros democráticos (los votos en el buró de gobernadores se basan en el número de acciones de cada país); ii) no practica los mecanismos usados por las universidades para garantizar el rigor científico exigido en la vida académica; iii) aunque tiene salvaguardas de no afectar a los pueblos indígenas, no los incorpora en la planeación de sus programas ambientales.

Puede abundarse mucho al respecto y es importante, porque las buenas intenciones del Banco suelen ser glamorosas, pero frecuentemente tienen nefastas consecuencias. Por ejemplo, durante la cumbre del Foro Internacional Indígena sobre Biodiversidad, llamada *Mu'uch Tamba*, celebrada en Cancún, Quintana Roo, de manera paralela a la COP XIII, Yoko Watanabe, especialista en recursos naturales del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), que es la oficina ambiental del Grupo Banco

Mundial, señaló que el Banco ha apoyado 2 mil 500 proyectos relacionados con pueblos indígenas, los cuales juegan un lugar cada vez más importante en la conservación. En un documento denominado *Un nuevo clima para los bosques* (GEF, 2000) se señala que se establecen como objetivos: la reestructuración productiva y el reordenamiento en zonas boscosas donde –según el propio texto– viven alrededor de mil millones de personas pobres “y aproximadamente 2 mil culturas indígenas”. El documento propone la “gestión sustentable” de dichos bosques, a partir de capacitar (imponer) a los pobladores de bosques de países pobres para desarrollar habilidades “para manejar mejor sus bosques”. El documento no menciona en ningún momento la necesidad de consultar a sus habitantes respecto a los objetivos y las estrategias a seguir.

La *reestructuración productiva* significa coaccionar a los habitantes de los bosques que practican la agroforestería o la agricultura de bajo impacto para que se conviertan en meseros de los centros de ecoturismo y a los pescadores a mutar en “peones de campo” de los investigadores que estudiarán la nueva reserva. El *reordenamiento territorial transnacional* impone una serie de restricciones que en la práctica despojan a los pueblos originarios de su capacidad para seguir practicando sus estrategias productivas tradicionales. Bajo esta lógica, muchas de las actividades productivas de bajo impacto pasan a considerarse poco rentables y son sustituidas por otras “más redituables” (extracción de maderas preciosas, turismo “ecológico”, producción de chicle orgánico, bioprospección, captura de carbono, etc.). El plan del Grupo Banco Mundial (y su ventanilla, el Fondo Global para el Medio Ambiente, GEF, por sus siglas en inglés) no reconoce los derechos de los pueblos originarios a ser consultados sobre normas que impondrán una drástica transformación de su entorno.

### **El paradigma “desde abajo”**

El paradigma de la conservación “desde abajo” sigue una racionalidad radicalmente diferente. Es impulsado por los propios movimientos indígenas, así como por científicos, humanistas e instituciones que reivindican el

hecho de que los 7 mil *pueblos originarios* del mundo, lejos de constituir una amenaza para la conservación de paisajes, ecosistemas, especies y genes, han jugado un papel fundamental en la conservación de la diversidad biológica. Las culturas indígenas del mundo constituyen un universo heterogéneo, pero en general tienden a sacralizar la naturaleza y aquilatar sus recursos como bienes comunes y desarrollan prácticas productivas de bajo impacto ambiental. Adicionalmente, propenden a practicar valores como la reciprocidad entre los integrantes de la comunidad, entre comunidades y con otros seres vivos. Además, no tienen miradas antropocéntricas, pues suelen concatenar cosmovisiones (pachamamacéntricas) que consideran a la naturaleza como un ser vivo y sintiente. El paradigma “desde abajo” establece como principal causa de la crisis ambiental el modelo productivo, el modo de vida y los patrones de consumo del sistema moderno eurocéntrico y colonial y considera, como hace Arturo Escobar (2018), que los pueblos originarios constituyen una exterioridad que resiste la barbarie de un modelo que destruye la naturaleza.

De esta suerte, los pueblos originarios, lejos de estropear a la naturaleza prístina, han jugado un papel fundamental en procesos de conservación tan importantes como los señalados por Eckart Boege (2008): mantenimiento de la cubierta vegetal primaria y secundaria, agrobiodiversidad, preservación de servicios ambientales, captura de carbono, establecimiento de manchones de ecosistemas silvestre e intervenidos, zonas florísticas de alta densidad de biodiversidad, etc.

El paradigma emergente sostiene la importancia del diálogo de saberes entre la ciencia eurocéntrica y los demás tipos de conocimiento. El bloque social antes mencionado plantea la urgencia de garantizar la participación de calidad de las comunidades en el diseño de las políticas públicas de conservación en las escalas local, regional, nacional y global. Un punto de apoyo muy importante para esta posición lo constituye el artículo 8 de la CDB, relativo a la conservación *in situ*.

En la reciente 14 Conferencia de las partes de la Convención de Diversidad Biológica, celebrada en noviembre de 2018 en Sah el-Sheikh, Egipto, los

pueblos originarios obtuvieron un triunfo notable. La decisión 14/18 contiene dos puntos fundamentales: por un lado acordó 1) que el establecimiento de áreas naturales protegidas debe implementarse previa consulta con las comunidades locales o pueblos indígenas, las cuales deben dar su consentimiento de manera libre, con información previa y fundamentada. Por otra parte, señaló 2) que su decisión 14/18 reconoció, en el marco de la Iniciativa Satoyama, las relaciones entre la cultura y naturaleza, específicamente la importancia de reconocer los derechos de los pueblos y las comunidades locales indígenas, así como reconocer su labor en la generación de paisajes de producción socioecológica (COP14, 2018).

### **Discusión y conclusiones. Hacia una sociedad multicultural inteligente**

Aun cuando las actitudes coloniales mantienen actualmente su predominio en el área de la conservación, a lo largo del siglo XX y en los albores del siglo XXI, han ido ganando terreno y refinamiento las posturas dialoguistas. Por ejemplo, de acuerdo con Argueta y Pérez (2011), la relación de los científicos con los conocimientos tradicionales tiene una larga historia que va del colonialismo al diálogo de saberes. Desde la negación de los conocimientos tradicionales hasta su paulatino reconocimiento, se ha pasado por muchos momentos que van desde las ciencias de lo concreto y las etnociencias planteadas por H. Conklin (1954) y Levi Strauss (1972) hasta la Declaración sobre la ciencia y el saber científico, del Consejo Internacional de la Ciencia (ICSU-UNESCO, 2002). Como ha planteado Enrique Dussel, el mito de la modernidad tiene dos rostros diferentes: en su aspecto positivo juega un papel emancipador (por ejemplo, al reivindicar el pensamiento racional ante el dominio dogmático-eclesiástico), pero en su aspecto negativo implica una violencia que niega la racionalidad del exterior de sus bordes (Dussel, 1992). En el ámbito de la conservación, el paradigma “desde arriba” pretende imponer un tipo particular de interacción con la naturaleza a todas las culturas del mundo. Las actividades de conservación devienen en una especie de colonización, una prescripción “desde afuera” de un modelo monocultural con vocación universalizante que cosifica y mercantiliza la naturaleza.

En contrapunto, los pueblos originarios y los académicos que los acompañan promueven un canon surgido “desde abajo” y “desde dentro”, inspirado en las prácticas productivas, los procesos de domesticación y los sistemas de conocimientos tradicionales asociados a ellos. Considera a la naturaleza como un ser sintiente, digno de respeto y veneración. Promueve la formulación de políticas de conservación mediante procedimientos dialógicos orientados al bien común, el poder comunitario y el multilocalismo. Este paradigma emergente impulsa simultáneamente la conservación de la biodiversidad, la agrobiodiversidad, el enriquecimiento genético, la conservación de bancos de germoplasma *in situ* y la mitigación del cambio climático.

La presente historia de los paradigmas ambientales supone un enfoque sustentado en la ecología política y en el estudio de las ontologías generadas por la visión positivista universalista y la visión crítica multilocalista, constituyendo una suerte de ontología política de las estrategias conservacionistas. Como ha afirmado Arturo Escobar (2014, p. 13):

La ontología política busca entender el hecho de que todo conjunto de prácticas enactúa un mundo, aun en los campos de la ciencia y la tecnología; los cuales se presuponen neutrales y libres de valores, además de universales. Una pregunta fundamental para la ontología política es entonces: qué tipo de mundos se enactúan a través de qué conjunto de prácticas, y con qué consecuencias para cuáles grupos particulares de humanos y no-humanos.

De alguna manera, la propuesta de un diálogo entre la ciencia eurocéntrica y las ciencias endógenas, así como entre ciencias y otros saberes recupera, como plantea Enrique Dussel, la necesidad de releer el mito de la modernidad y la falacia del desarrollo para instaurar una transmodernidad apta para reconocer la coexistencia de diversas civilizaciones y para la instauración de un diálogo no eurocéntrico, pues como ha planteado Arturo Escobar (2013, p. 64): “Este proyecto se refiere a la rearticulación de los designios globales por y desde las historias locales, a la articulación entre conocimiento subalterno y hegemónico desde la perspectiva de los subalternos”.

En consecuencia, los paradigmas “desde arriba” y “desde abajo” tienen importantes diferencias en el terreno epistemológico (unicidad o diversidad de saberes), político (subordinación o diálogo de saberes), ontológico (áreas naturales protegidas y paisajes prístinos *versus* territorios indígenas de conservación y cocreación de paisajes), ético (privatización o circulación del saber).

El efecto principal consistiría en que el paradigma dominante concibe un conocimiento del centro a la periferia, mientras el paradigma emergente produce un mundo con conocimiento multicéntrico. El primero expande los confines del mundo occidental, la razón instrumental y la producción de un exterior bárbaro; mientras el segundo promueve una razón cosmopolita, capaz de aprender e incorporar la experiencia y la sabiduría generadas por las diversas culturas de nuestra especie.

## Referencias

ARGUETA, A. y Pérez, M.L. (2011). Saberes indígenas y diálogo intercultural en *Cultura y representación sociales*, Vol. 5, Núm. 10.

BOEGE, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. México: INAH/Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

CASAS, A. *et al.* (2017). *Domesticación en el continente americano. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del nuevo mundo*. México: UNAM/CONACYT.

COP14 (2018). *Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica 14/8*, Sharm El Sheikh, Egipto, CDB.

- DE SOUSA SANTOS, B. (2009). *Una epistemología del Sur*. México: Siglo XXI.
- DUSSEL, E. (1992). 1492. *El encubrimiento del otro. Hacia el origen del mito de la modernidad*, La Paz, Plural, (Conferencias de Frankfurt).
- ESCOBAR, A. (2013). *Una minga para el postdesarrollo: Lugar, medio ambiente y movimientos sociales en las transformaciones globales*. Bogotá: Desde Abajo (Congreso de los pueblos).
- ESCOBAR, A. (2014). *Sentipensar con la tierra. Nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia*. Medellín: UNAULA, (Pensamiento vivo).
- GEF (2000). *Un nuevo clima para los bosques*. Washington, D.C.: GEF.
- GOLDMAN, M. (2007). *Imperial Nature. The world Bank and the Struggle for Social Justice in the age of Globalización*. London: Yale University Press.
- ICSU-UNESCO (2002). *Science, Traditional Knowledge and Sustainable Development*, International Council for Science. *ICSU Series on Science for Sustainable Development No. 4: Science. Traditional Knowledge and Sustainable Development*.
- THOMPSON, J.N. (2005). *El proceso coevolutivo*. México: FCE.
- TOLEDO, V.M. (coord.). (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de los saberes tradicionales*. Barcelona: Icaria.
- UNMUBIG, B. (2016). *La economía verde por dentro. Promesas y trampas*. México: Heinrich Böhl.

# El revés de la era de la posverdad sobre la legitimación de los conocimientos tradicionales

José Ramón Orrantía Cavazos  
Facultad de Química, UNAM

## Introducción

El ideal ilustrado del progreso parecería moverse en sentido contrario a cualquier forma de dogmatismo. El *sapere aude* kantiano se ha interpretado como una invitación a pensar de manera libre, a ejercer la libertad de pensamiento. En sentido contrario, el pensador mexicano Salvador Reyes-Nevarés alcanza a ver en el ideal ilustrado de progreso una forma de dogmatismo paralelo al dogmatismo misionero del catolicismo colonial del siglo XVI. Este paralelismo puede encontrarse en el mesianismo y el espíritu “evangelizador” presente en ambos programas. Reyes-Nevarés llama “pretextos del colonialismo” a las doctrinas o ideas que se distinguen de los verdaderos móviles del colonialismo (y a veces los ocultan). El colonialismo, piensa el mexicano, “[...] se presenta como una aventura mesiánica” (Reyes-Nevarés, 1975: 18) para salvar las almas de los colonizados, en esta vida o en la siguiente. Entre estos pretextos, se nos presentan dos: el evangelista y el iluminista.

Desde una lectura de Condorcet sobre el progreso humano, nos muestra cuál es ahora el criterio ilustrado del colonialismo: la razón, por medio de la cual el coloniaje se vuelve ocasión de libertad y de progreso. El avance moral de los hombres justifica el sojuzgamiento de unos por otros si éste se endereza a la difusión de las luces. Es un nuevo mesianismo, ya no trascendente, sino en este mundo, aunque no en este tiempo (Reyes-Nevarés, 1975: 59-63). El progreso y la libertad a través del uso de la Razón es un objetivo que bien vale los sacrificios del colonialismo.

Este tipo de estructuras requieren, para ser efectivas, narrativas de un protagonista y un antagonista. La narrativa mesiánica debe ser también

heroica, siendo la misión del héroe hacer una donación que el antagonista debe, de una manera u otra, aceptar o recibir.

En los últimos años, derivado del crecimiento de ciertos grupos denominados “negacionistas”, de la actuación de algunas figuras públicas (Trump), del surgimiento de la frase “hechos alternativos” (*alternative facts*) y de la cínica utilización de mentiras o información inexacta y descontextualizada (como en el caso Brexit), se ha acuñado un nuevo término para describir la actitud de indiferencia hacia la verdad, los hechos o la realidad: *posverdad*. Aunque en un inicio parecería que de esta forma se toma una postura progresista y comprometida con el avance de la ciencia y el conocimiento, en contra de los intentos más descarados de “confeccionar” la verdad de acuerdo con intereses específicos de ciertos grupos, pretendo defender que los teóricos de la posverdad sostienen posturas de corte mesiánico-ilustrado que, al abordar los problemas desde la narrativa del héroe donador, los explican de una manera tan simplista que no permite visibilizar la complejidad en la que se insertan.

Ahora, y esto es lo que me causa mayor preocupación, en el intento de deslegitimar las posiciones anti-científicas o plenamente cínicas de ciertos actores ante lo que se consideran *hechos*, ¿no se corre el riesgo de arrastrar con ellas la posibilidad de reconocer la existencia y legitimidad de conocimientos alternativos, principalmente los conocimientos denominados tradicionales? Una insistencia en apegarse a los hechos, a la realidad, de ser objetivos, ¿no pone en el mismo nivel a terraplanistas, astrólogos, “negacionistas” del calentamiento global o de las vacunas, UFOlogos, jugoverdistas, homeópatas, críticos de los OGMs, medicina tradicional, explicaciones holísticas del cuerpo y la enfermedad, formas tradicionales de cultivo, etcétera?

## **La era de la posverdad**

Desde la perspectiva de la teoría de la posverdad, vivimos unos tiempos en los que los hechos y la verdad corren el peligro de ser arrasados en la arena política y en que la realidad es subordinada mediante estrategias

y mecanismos políticos de dominación y supremacía ideológica (McIntyre, 2018: XIII y XIV, 13). La verdad parece ser irrelevante, ha sido eclipsada y lo que parece importar ahora es, más bien, lo que *se siente* como verdadero.<sup>44</sup> Según Lee McIntyre, este tipo de prácticas va más allá de la simple mentira, pues parte del supuesto de que la realidad puede ser *moldeada* y los hechos *sombreados* o *cosechados* (*cherry-picking*) de tal forma que favorezcan la interpretación conveniente.

Un factor técnico ha contribuido a la profundización de este fenómeno: la posibilidad de difusión a través de medios electrónicos, principalmente redes sociales. Por ejemplo, la participación de *bots* y *trolls* rusos en debates sobre vacunación en Twitter dieron la apariencia de que existía controversia donde, según los expertos, no existe, poniendo en duda el amplio consenso científico sobre la eficacia de las vacunas (Howard, 24 de agosto 2018). En la era de la posverdad, la información verdadera y la falsa parecen tener el mismo peso y lo que se valora es su viralidad (“Post-Truth Politics”, 2016; Viner, 2016), y yo agregaría su virulencia. En este ambiente, difícilmente un usuario podrá (y querrá) encontrar información que lo saque del error: la información que aparece en sus redes es parte de *ecosistemas virtuales* generados por algoritmos, lo que ocasiona que el usuario vea en la información que va encontrando el reflejo de sus propias creencias y opiniones (Gooch, 2017: 15).

Hasta aquí no parece sensato oponerse a la narrativa de la posverdad. Pero, en realidad, casos como las afirmaciones de Trump sobre el complot chino del calentamiento global, los *alternative facts*, las campañas de miedo para el Brexit, muchas de las afirmaciones de los movimientos anti-vacuna, son fácilmente desmontables. Una narrativa de oposición hecho-opinión o verdad-creencia sirve porque la falsedad está sobre la mesa. Y ésa es la retórica binaria de los teóricos de la posverdad (McIntyre, 2018: 164-165, 169, 172; Gooch, 2017: 14; Sim, 2019: 1).

---

<sup>44</sup> The Oxford Dictionary enfatiza en su definición de *posverdad* que, al dar forma a la opinión pública, los hechos objetivos son menos importantes que las emociones y las creencias personales (McIntyre, 2018: 5).

El problema parece provenir de que se equiparan información y datos (*information* y *data*) con hechos,<sup>45</sup> haciendo caso omiso de las teorías de la carga teórica de la observación, de las implicaciones de que las teorías científicas trabajen a partir de la modelación de la realidad, de los problemas derivados de la utilización de instrumentos y de la medición, así como de la influencia que los presupuestos ontológicos de una teoría o el sesgo cultural pueden tener sobre la interpretación de lo que quisieran llamar “datos puros”. Esto, queremos sostener, debería al menos hacernos dudar de que la información o el dato sea por sí un *hecho*, descuido que es perceptible entre los teóricos de la posverdad.

Tal descuido, me parece, puede ser deudor de la concepción tradicional de la ciencia, según la cual la ciencia es neutral en dos sentidos: en tanto se sustenta en la observación directa y cuidadosa de los hechos de la realidad, no saca más conclusiones que aquellas que estos hechos dictan; y en consecuencia, las conclusiones de la ciencia también son valorativamente neutrales. En línea con esto, los teóricos de la posverdad piensan que cuestionar la neutralidad valorativa de la ciencia es un intento cínico para deslegitimarla (McIntyre, 2018: 19).

Sin embargo, si estamos en lo correcto al considerar a la ciencia como sistema social (socio-tecno-científico) y no sólo como un sistema de proposiciones y de teorías, entonces la tenemos que entender como sistema de acciones intencionales que incluye a los agentes que buscan fines específicos de manera deliberada y en función de intereses determinados, entrando en juego no sólo los conocimientos, sino también valores, creencias, normas y la situación concreta de los agentes que producen y validan estos conocimientos (Olivé, 2004: 85 y 86).

---

<sup>45</sup> Es sintomática de esto una sátira de Andy Borowitz que apareció en *The New Yorker* en mayo de 2015: “Scientists: Earth Endangered by New Strain of Fact-Resistant Humans”. En ella, haciendo escarnio de los llamados “negacionistas” del calentamiento global, los grupos anti-vacunas y otros, Borowitz trata la *resistencia a los hechos* de ciertos grupos humanos como una mutación en una cepa bacteriana. Así, comenta sardónicamente, “these humans appear to have all the faculties necessary to receive and process information”, pero por alguna razón han desarrollado resistencia a ellos como las bacterias a los antibióticos.

Pero Lee McIntyre, desde una posición de corte ilustrado, identifica la Filosofía posmoderna como una de las tantas raíces del supuestamente reciente fenómeno de la posverdad. Las tesis relativistas de los posmodernos llevarían a afirmar que no existe una perspectiva privilegiada, que la ciencia no tiene el monopolio de la verdad, lo que sería tanto como afirmar que toda profesión de verdad no es más que un reflejo de alguna ideología política, una afirmación de autoridad.

Casi para cerrar el capítulo, Lee McIntyre hace una evaluación, de tan superficial injusta, de la idea original de la Filosofía posmoderna: “Éste es el costo de jugar con ideas como si no tuvieran consecuencias” (McIntyre, 2018: 145). Como si los posmodernos (así, agrupados todos de un plumazo y desechados todos con otro) sólo estuvieran divirtiéndose. Lee McIntyre no logra ver que ellos pretenden denunciar las maneras en que estos saberes son a la vez ejercicios de poder que han sido utilizados como dispositivos para justificar políticas de segregación a través de la naturalización de la inferioridad de grupos vulnerables, para legitimar medidas económicas o decisiones políticas impopulares o inequitativas, imponer normalidades sobre los cuerpos de diversos grupos y, en general, ordenar, jerarquizar y crear formas de individualización, subjetivación y sujeción (Foucault, 1980; Foucault, 1988; Foucault, 1996; Agamben, 2011). Desde su perspectiva, Foucault no hubiera sido más que un negacionista del VIH.

En una línea un tanto distinta, Sim (2019: 7) parece aceptar la encrucijada en que se encuentran las teorías epistémicas comprometidas con una defensa fuerte de la verdad ante las teorías escépticas y relativistas de algunos posmodernos. Acepta –parcialmente– la relatividad de la verdad desde una exposición del posmodernismo de Lyotard que, de acuerdo con Sim (2019, 104-108), sin dejar de ser relativista, abre el camino al compromiso político, pues acepta la posibilidad de obtener certezas relativas a través de un enfoque pragmático, la exigencia de toma de postura y el compromiso político que niega la posibilidad de neutralidad moral. Ante problemas como el fascismo, se deben elegir bandos; pero en la exposición de Sim parecería que el bando ya está elegido de antemano: no es posible elegir el bando del fascismo si uno está del lado de la *verdad* (Sim, 2019:

112). De nuevo, la selección de ejemplos facilita la argumentación mediante un ejercicio retórico: dejar fuera los casos problemáticos, en los que elegir el bando no es una cuestión dada de antemano.

La cuestión es que para Sim hay demasiado en juego: los ideales democráticos y la forma liberal de vida. Se revela el carácter retórico y político de la adjetivación de *posverdad*: lo que vaya en contra de la democracia liberal es *posverdad*: “[...] the alternative that is being offered by post-truth is a direct challenge to all liberal democracy’s good points” (Sim, 2019: 3). La *posverdad* lleva a sociedades dictatoriales y autoritarias que socavan las bases mismas de la herencia de la Ilustración. La apuesta es por la democracia liberal y en contra de lo que llama *efectos de verdad* (*truth-effects*), es decir, afirmaciones que tienen una apariencia de verdad aunque no lo sean.<sup>46</sup>

Entonces, Sim apuesta por una teoría de la democracia liberal que pretende construirse con una noción delgada de verdad a partir de micronarrativas, arreglos temporales para abordar problemas sociales específicos, en oposición a meta-narrativas opresivas características de las ideologías y los *posverdadores* (*post-truthers*), que fuerzan la conformidad con una creencia a través de la persuasión (Sim, 2019: 114). El problema es que Sim no está dispuesto a dejar el resultado de la apuesta al azar, por lo que tiene que cargar los dados convirtiendo su defensa de la democracia liberal en una defensa de la verdad: no hay necesidad de optar por un bando, pues ya no hay duda sobre qué bando tomar.

Pero, para poder hacer esta operación, ya no le sirve una teoría delgada de la verdad, como la certeza relativa de Lyotard. Se necesita algo más fuerte, algo que permita dejar al adversario político del lado de la *posverdad*, y para ello recurre a una simplificación más: su apuesta por la verdad vuelve a caer

---

<sup>46</sup> Los sofistas llamaban a esto *verosimilitud* y apostaban por ella, no a causa del cinismo político que se les ha querido adjudicar, sino por la imposibilidad de alcanzar la verdad: si no es posible ir más allá del discurso (el *logos*), lo único que queda es confrontar los discursos, que los distintos *logoi* se defiendan con las armas de que dispongan: coherencia, congruencia, pertinencia, belleza, emotividad, etcétera (Melero, 1996: 104). No es posible superar los *efectos de verdad*, sino que la fuerza de los discursos será la que les permita sostenerse en su *verosimilitud* o no.

en un verificacionismo ingenuo y teóricamente debilitado. Su teoría se reduce a *fact-checking*, a una apuesta contra las *fake-news*, a lo que llamaré una teoría “periodística” de la verdad.<sup>47</sup> Las conclusiones de su libro están repletas de frases en este sentido. Y cierra: “To reiterate the points made at the beginning of the book: if you are on the liberal democratic spectrum then you know what you are opposed to, what you do not want to happen politically, and where you do not want society to go” (Sim, 2019: 169). Con esta sincera expresión de partidismo, la apuesta por la verdad se revela como una apuesta por la auto-comprensión y auto-conservación de un régimen. No sé en qué punto me perdí, pero esto no es una teoría de la verdad, sino una defensa de la institucionalización de una *forma de vida*, en el sentido de Wittgenstein. La etiqueta de *posverdad* se ha convertido en estrategia política para desacreditar al adversario o al enemigo<sup>48</sup> (como ocurrió con la palabra *propaganda* entre la primera y segunda guerras mundiales).

## La retórica ilustrada del programa de medicina social en México

En la década de 1930, en México, y frente a la práctica privada del ejercicio de la profesión médica, se impulsa la medicina social, cuyo postulado más importante es que “[...] la enfermedad era un fenómeno colectivo anclado en procesos económicos, políticos, sociales y culturales, y que por tanto era urgente impulsar una nueva forma de ejercer la medicina” (Agostoni, 2016: 148). Una forma de acercar los médicos a las poblaciones rurales era, por ejemplo, la implementación del servicio social a pasantes de Medicina.

En 1936, Gustavo Baz dirige un discurso a la primera generación de pasantes de Medicina que serían enviados a poblados y comunidades a realizar el servicio social. En él, como preparándolos para lo que les esperaba, les

---

<sup>47</sup> No porque tenga nada en contra de los periodistas, cuyo trabajo es absolutamente loable e imprescindible. Pero reducir la teoría de la verdad a *fact-checking* es una simplificación filosóficamente imperdonable en estos tiempos, en donde el giro lingüístico, las teorías de la carga teórica de la observación y los estudios multiculturales han problematizado lo que significa estar *frente a un hecho* (físico, social, moral).

<sup>48</sup> ¿No es revelador que Sim (2019: 13), en una especie de *lapsus schmittiano*, llame “*comunidad de la posverdad*” (*post-truth community*) a aquellos contra los que quiere armar una defensa?

comenta que tendrían que “competir con curanderos y brujas”, que ejercerían entre “gentes primitivas y rudísimas, hijos incultos de la sierra, del bosque y del páramo que no tienen la más leve noticia de lo que es el moderno arte de curar” (citado en Agostoni, 2016: 159). En 1937, uno de los pasantes, Manuel Hernández, compara un pueblo michoacano (La Palma) con una tribu africana que vive en la anarquía, donde proliferaban charlatanes y curanderos y en donde lo más urgente era *moralizar* a la población (Agostoni, 2016: 160 y 161). Existe gran cantidad de testimonios indicando que los servicios médicos (por ejemplo, la vacunación) eran ejercidos por comadronas, curanderos, maestras y demás, pero no por médicos titulados. Así, se ponía énfasis en que el éxito de los programas de salud estatal implicaban mejorar las condiciones de vida y la cobertura de servicios médicos, pero también acabar con el charlatanismo y fomentar la ilustración del pueblo. Sólo así se podría lograr que el pueblo viva *como gente* (164).

Se hace patente que el ideal ilustrado de la Medicina social en México va más allá de la neutralidad epistémica y valorativa: hay un mesianismo redentor que se justifica y legitima mediante una desvalorización moral de las formas de vida de los poblados y las comunidades, y al que no le basta con promover una educación sanitaria, sino que juzga que su misión consiste en “civilizar” a esos “primitivos y salvajes”, para que al fin vivieran como “gente”.

## **La revalorización de la Medicina tradicional<sup>49</sup>**

Son diversos los factores que, tanto en aquel tiempo como en la actualidad, dan pie a la coexistencia y a veces yuxtaposición de prácticas y sistemas médicos tradicionales y modernos. Entre ellos, la falta de acceso de amplios grupos a la cobertura médica y a información sobre las enfermedades.

---

<sup>49</sup> La afirmación contra la Medicina alternativa es contundente en Sim (2019) y no parece tener ningún tipo de reparo. Imagino que ante la cuestión de los conocimientos tradicionales tomaría una postura paralela. ¿Pero es que nada de la Medicina tradicional sirve? Los casos de biopiratería permiten sostener lo contrario: la apropiación de conocimiento tradicional y su asimilación a la ciencia occidental nos fuerzan a pensar en la validez de (ciertos) conocimientos tradicionales.

Podemos sospechar que la Medicina tradicional suple el papel que las instituciones de salud no lograr cumplir a cabalidad. Ahora bien, la retórica ilustrada no verá diferencia alguna entre charlatanes y curanderos (chamanes) y en su narrativa equiparará la charlatanería con la Medicina tradicional (como la herbolaria o el enfoque holístico) (Agostoni, 2017: 219).

La deslegitimación de los saberes tradicionales<sup>50</sup> se ha enmarcado, en parte, dentro de políticas de asimilación, de integración o aculturación de los grupos marginados social y culturalmente, a la identidad mexicana. La búsqueda de la identidad nacional se traducían en la necesaria superación de los saberes de los pueblos originarios, concebidos como reminiscencias del pasado prehispánico o colonial. Sin embargo, a partir de la reforma del artículo 4º constitucional en 1992, el reconocimiento de México como país pluricultural (pluriétnico) se ha traducido en demandas de autonomía –que no soberanía (Villoro, 1998)– y autodeterminación por parte de movimientos indígenas (Milano, 2007). Dentro de estos movimientos, los intentos de legitimación de la Medicina tradicional indígena han jugado un papel particularmente significativo y, a pesar de los avances en diferentes códigos que reconocen el derecho a ejercerla y la importancia de los curanderos en las comunidades, no se les reconoce legalmente como figuras profesionales. La participación que pueda tener la Medicina tradicional en los programas sanitarios comunitarios siempre va subordinada al modelo sanitario biomédico (Milano, 2007).

La Medicina tradicional ha pasado a ser considerada hoy en día como una forma de “patrimonio” digno de ser tutelado, conservado y valorado (Milano, 2007), casi como objeto de museo, pero no en tanto conocimiento. Sin embargo, se les reconoce como institución cultural por ser un aspecto emblemático de la especificidad étnica de los grupos indígenas, lo cual ya es un avance, en la coordinación para suplir la falta de cobertura de las instituciones médicas del Estado.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Existen distinciones muy precisas entre conocimiento tradicional, rural, indígena y otras adjetivaciones. En este trabajo los tomamos como aproximadamente iguales, pero remitimos a Olivé, Argueta & Puchet (2018) y German Castelli (2018) para un tratamiento más preciso.

<sup>51</sup> Es importante tener en cuenta que, independientemente del reconocimiento institucional de la práctica de la medicina tradicional, ésta tiene lugar y convive con los sistemas

La pregunta es si, a la vista de la torpe yuxtaposición y accidentada convivencia de los dos modelos de Medicina, es posible la conciliación (sin asimilación) de ambas tradiciones o, incluso, una retroalimentación o cooperación epistémica entre comunidades de conocimientos científicos y tradicionales; o si más bien el ejercicio de una excluye el de la otra, por la incompatibilidad de sus marcos conceptuales (Gómez, 2014: 54).<sup>52</sup> Comparto la opinión de la doctora Mónica Gómez, quien está convencida de que los conocimientos científicos y tradicionales pueden ser complementarios, pues son efectivos dentro de sus propios marcos conceptuales. Principalmente por su enfoque holístico y la articulación de su saber en sistemas socio-ecológicos integrales, este tipo de conocimiento puede ser puesto en términos de equidad epistémica con los sistemas biomédicos, pero sin perder de vista que tienen que ser puestos en relación con “[...] las prácticas y sistemas axiológicos en que se generan [...]” (Gómez, 2014: 63), de forma que no se pretenda asimilar uno de los sistemas por el otro (generalmente, el conocimiento tradicional por el biomédico) (Gómez, 2014: 62-64).

## **Una teoría pluralista de la verdad como alternativa al discurso de la posverdad**

Cuando se habla de relativismo, generalmente se ataca la versión más débil de éste: un relativismo subjetivista en que la verdad de ciertas proposiciones se justifica con relación a las percepciones, cogniciones, puntos de vista o preferencias personales de un individuo. Pero, en versiones más consistentes, el relativismo puede ser entendido de una forma coherentista, es decir, que un fenómeno se entiende dentro de un marco de referencia: el punto de vista individual, la época histórica, el contexto socio-cultural, esquemas conceptuales o marcos lingüísticos, parámetros de gusto o con

---

oficiales de salud. Para un análisis de formas de configuración complejas, heterogéneas y asistemáticas del campo de la práctica médica, ya en los años ochenta en México, Zollá (1987).

<sup>52</sup> Por falta de espacio, dejo de lado la pertinente observación realizada por el Mtro. Luis Sánchez Graillet, en el sentido de qué criterios (de eficiencia, epistémicos u otros) utilizar en caso de tener que decidir a qué modelo asignar recursos en un contexto de escasez presupuestal.

junto de creencias del agente, etcétera (Stanford Encyclopedia of Philosophy, *Relativism*). No es verdad que “todo se vale”. Para poder justificar y dar buenas razones, necesito remitirme a este tipo de parámetros en relación con los cuales las cosas adquieren valor.

Es este tipo de problemática la que Wittgenstein aborda en su texto *On Certainty* (1969). Ante afirmaciones del tipo “An empirical proposition can be tested” (pfo. 109), se pregunta qué cuenta como su prueba (*test*). Contrario a la opinión general, sostiene que el fin de la fundamentación no es un fundamento no-fundamentado, sino una forma de actuar no fundamentada (pfo. 110), una imagen o figura del mundo (*picture of the world*) en la forma de un bagaje heredado (*inherited background*) con base en el cual distingo entre verdadero y falso (pfos. 93-94) o, remitiéndonos a las *Investigaciones*, una *forma de vida*. Toda confirmación de la verdad o falsedad de una hipótesis tiene lugar dentro de un sistema (pfo. 105).

El acto de dudar presupone la certeza de algún tipo de proposiciones de las que no se duda, pues el acto de creer no consiste en creer en una proposición simple, sino en todo un sistema de proposiciones y sus conexiones (pfos. 115-141). Así, cuando remitimos a la experiencia como fundamento de la verdad de una proposición, de lo que se habla es de mi interpretación de la experiencia como verdadera en relación con lo que la rodea (*what lies around it*): un sistema proposicional (pfos. 144-145), una imagen del mundo o una forma de vida.

En esta misma tónica y tomando a Thomas Kuhn como un wittgensteiniano, podríamos pensar en su teoría de los paradigmas de la ciencia como una teoría relativista coherentista: las proposiciones científicas son verdaderas en relación con un determinado paradigma, entendido como sistema de presupuestos metodológicos, ontológicos, de prácticas y funcionamiento institucional, disposición de instrumentos y cómo se deben interpretar los datos dentro de este sistema, etcétera.

Si lo que hemos dicho se sostiene, ello implica que la verdad, a pesar de ser relativa a un sistema, paradigma, forma de vida o imagen del mundo, no es

una verdad simplista ni subjetiva, pues se impone la exigencia de coherencia y congruencia con este sistema proposicional.

Como señalamos anteriormente, los teóricos de la posverdad simplifican la teoría de la verdad a un verificacionismo ingenuo que he llamado “teoría periodística de la verdad”. Nos obligan a elegir entre el realismo y el relativismo, y ellos toman partido por el primero. En la teoría realista clásica, se postula la existencia de una ontología última y fundamental y una única descripción objetiva de esta ontología, lo que a fin de cuentas implicaría que cualquier otra teoría que quisiera explicar un fenómeno determinado tendría que poder ser reducida a los términos que designen las entidades, relaciones y propiedades de la ontología última (Pérez-Ranzans, 2011: 44).

Diferentes filósofos plantean una tercera opción: el pluralismo ontoepistémico. Reconocen las dificultades de sostener una teoría realista de la verdad, pero no están dispuestos a ir hasta el extremo del relativismo, pues los marcos de referencia en relación con los cuales decimos que las proposiciones son verdaderas o falsas, a fin de cuentas, se interpondrían en la interpretación de la realidad, trazarían los límites del conocimiento y del sentido, límites (histórico, lingüístico, cultural, paradigmático) al acceso a un fundamento real, a un objeto trascendental, de forma que no podríamos salir jamás del sistema proposicional desde el cual interpretamos. No habría conciliación posible entre dos *imágenes del mundo* contrapuestas (es la teoría kuhiana de la inconmensurabilidad). Cada marco conceptual, entonces, tendría que ser evaluado en sus propios términos, pues no habría referentes externos (Olivé, 1997: 49).<sup>53</sup>

En contraste, Pérez Ranzans defiende que pueden existir “[...] concepciones del mundo con ontologías distintas –incluso incompatibles– que resulten igualmente adecuadas en ciertos contextos, en función de los intereses y objetivos en juego” (Pérez-Ranzans, 2011: 48), y critica el realismo metafísico en el cual encontraríamos categorías ontológicas absolutas. A diferencia del relativismo, en el pluralismo se aceptan criterios objetivos

---

<sup>53</sup> Ésta fue una constante preocupación de Wittgenstein, que podemos ver, en diferentes formas, a lo largo de su obra: la posibilidad de valoración externa a un sistema proposicional o a una forma de vida.

de evaluación (no todos los criterios son equiparables), pero no un único sistema válido de creencias, pues se reconoce el “carácter conceptualmente constituido de *todo* objeto de conocimiento” o, lo que es lo mismo, que no hay sistemas-en-sí, sino que todo sistema depende de un *recorte* que poblará la ontología del sistema a partir de la intervención de una teoría con su propio marco conceptual (Pérez-Ranzans, 2011: 47). Eso significa que se rechaza que exista una correspondencia única entre nuestros conceptos y las cosas (Pérez-Ranzans, 2011: 48), pero se admite la existencia de criterios objetivos de evaluación. Por ello, la filósofa llama a esta teoría *realismo pluralista* (Pérez-Ranzans, 2011: 51).

Otro filósofo que defiende el pluralismo es León Olivé, quien reconoce que “[...] hay muchas formas de conocer e interactuar con el mundo” (Olivé, 2006: 85). La idea que defiende Olivé media entre el relativismo y el realismo, pues afirma que la verdad puede defenderse en términos de aceptabilidad racional, aunque tal aceptabilidad no esté ligada con un consenso racional universal (Olivé, 1997: 43 y 44). Aunque distintas maneras de conocer el mundo pueden ser correctas a la vez, tampoco es cierto que se valga todo, no todos los puntos de vista son igualmente correctos, pues deben poder ser aceptados racionalmente (Olivé, 1997: 50). Sin embargo, contra la idea de una única concepción de racionalidad, Olivé defiende que cuando comunidades con estándares de racionalidad diferente interactúan, no se sigue necesariamente ni el “descubrimiento” de estándares transculturales, ni el estancamiento en la inconmensurabilidad. Más bien, los individuos de las comunidades, en un ejercicio de interacción y mutua interpretación, pueden poner los estándares de racionalidad a discusión, negociarlos dialógicamente, para llegar a cánones que se acepten de común acuerdo (Olivé, 1997: 45 y 46). Así, “[...] la aceptabilidad racional no es una consecuencia de la verdad, sino que sigue siendo parte constitutiva de su significado” (Olivé, 1997: 49). Con esto, vemos que Olivé no abandona la referencia a la verdad como parte importante del proceso de construcción de aceptabilidad racional, pero no la ve como antecedente universal que defina de antemano qué teorías serán o no aceptadas racionalmente.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Es importante mencionar que, tanto Pérez-Ranzans, como Olivé están retomando la teoría pluralista de Ulises Moulines.

## Conclusiones: el revés de la posverdad sobre los conocimientos tradicionales

El pluralismo es absolutamente relevante para la legitimación de los conocimientos tradicionales, pues tiene dos virtudes: 1) a través de la diversificación de la concepción de lo real es respetuoso de la diferencia, la reconoce y valida como conocimiento situado; pero 2) pone énfasis en la necesidad de contar con criterios o estándares de racionalidad que trasciendan el marco conceptual particular de cada comunidad epistémica (cultural, científica, etcétera).

De esta forma, una concepción pluralista es beneficiosa a la legitimación de los conocimientos tradicionales cuando éstos se plantean como complementarios (aunque no asimilables) con los conocimientos científicos.<sup>55</sup> La Medicina tradicional, por ejemplo, parece coexistir con la Medicina biomédica moderna a pesar de trabajar desde esquemas conceptuales y ontológicos distintos, de imágenes del mundo irreductibles, pero no inconmensurables.

Sin embargo, como hemos sostenido, la narrativa de la posverdad es una estrategia retórica y política que se mueve de manera binaria, maniquea, pues requiere de esta contraposición para volverse monumental, heroica. Desde una posición ilustrada, define los estándares a los que toda pretensión de racionalidad tendría que ceñirse para poder ser considerada aceptable. Así, la pluralidad de perspectivas sería tolerada en tanto éstas pudieran reducirse a una noción “universal” de racionalidad: la de la ciencia occidental (en el caso del saber científico) y la de la democracia liberal (en el caso del quehacer político). ¿Y desde qué perspectiva se valida la aceptabilidad racional de estas dos comunidades (la científica y la liberal)? Parecería que los teóricos de la posverdad son el reflejo de una sociedad que pretende evaluarse con los estándares propios, de un régimen que se regodea mirándose el ombligo. *Sapere aude* sería casi un desafío etnocén-

---

<sup>55</sup> Debemos reconocer que existen conflictos en los que la práctica de la Medicina tradicional se sitúa en abierta oposición a las prácticas de la ciencia moderna. Esto plantea un fuerte problema de ponderación de derechos y facultades institucionales y de autodeterminación.

trico. ¿Tal vez los teóricos de la posverdad piensan que la aceptación de una teoría pluralista que reconozca que puede existir otra manera válida y correcta de interactuar con y conocer el mundo podría abrir las puertas a la charlatanería, a la creencia sin fundamento o, como lo ponen algunos de ellos, al *bullshit*?

## Referencias

AGAMBEN, G. (mayo-agosto, 2011). ¿Qué es un dispositivo? en *Sociológica*, año 26, número 73, pp. 249-264.

AGOSTONI, C. (13 de enero, 2017). *Médicos, campañas y vacunas. La viruela y la cultura de su prevención en México 1870-1952. Históricas Digital*, UNAM, Serie Historia Moderna y Contemporánea, 70. Recuperado de [http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/medicos/campanas\\_vacunash.html](http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/medicos/campanas_vacunash.html)

BOROWITZ, A. (12 de mayo, 2015). Scientists: Earth Endangered by New Strain of Fact-Resistant Humans. *The New Yorker*. Recuperado de <https://www.newyorker.com/humor/borowitz-report/scientists-earth-endangered-by-new-strain-of-fact-resistant-humans>

FOUCAULT, M. (1980). *Microfísica del Poder*. Madrid, España: Ediciones La Piqueta.

FOUCAULT, M. (Jul-Sep, 1988). El sujeto y el poder. *Revista Mexicana de Sociología*, Vol. 50, No. 3, pp. 3-20.

GÓMEZ, M. (2014). Cooperación epistémica entre comunidades científicas y tradicionales. Una propuesta para moderar problemáticas en el ámbito ecológico en: Gende, C., Padilla, E. y Frischknecht, A. eds., *Diver-*

*sidades en diálogo. Interpretaciones, Interpelaciones y Realizaciones.* Argentina: Universidad del Comahue.

GOOCH, A. (2017). En pos de las verdades. *Revista UNO*, La era de la posverdad: realidad vs. percepción, No. 17.

HOWARD, J. (24 de agosto, 2018). Why Russian trolls stoked US vaccine debates. *CNN*. Recuperado de <https://edition.cnn.com/2018/08/23/health/russia-trolls-vaccine-debate-study/index.html>

LOMBARDI, O., Pérez-Ransanz, A. (2011). Relaciones interteóricas: a favor de un genuino pluralismo ontológico. *Revista Arbor*, Vol. 187, No. 747.

MCINTYRE, L. (2018). *Post-Truth*. EUA: The MIT Press.

MILANO, Ch. (sep-dic, 2007). La legitimación de las medicinas indígenas en México. El ejemplo de Cuetzalan del Progreso (Puebla). *Dimensión Antropológica*, Año 14, Vol. 4, pp. 81-106.

OLIVÉ, L. (1997). Pluralismo epistemológico: más sobre racionalidad, verdad y consenso en Velasco, A. (comp.), *Racionalidad y Cambio Científico*. México: Paidós-UNAM, pp. 43-56.

OLIVÉ, L. (2004). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. México: Paidós-UNAM.

OLIVÉ, L., Argueta, A., Puchet, M. (2018). Interdisciplina y Transdisciplina frente a los Conocimientos Tradicionales en Argueta, A., Márquez, M., Puchet, M. (Ed.), *Protección, desarrollo e innovación de conocimientos y recursos tradicionales*. México: UNAM.

REYES-NEVARES, S. (1975). *Historia de la ideas colonialistas*. México: FCE.

SIM, S. (2019). *Post-Truth, Scepticism and Power*. Newcastle Upon Tyne, Reino Unido: Palgrave MacMillan.

THE ECONOMIST (editorial: septiembre 10, 2016). Post-Truth Politics. The art of Lie. *The Economist*. Recuperado de <https://www.economist.com/leaders/2016/09/10/art-of-the-lie>

VILLORO, L. (mayo 1998). Autonomía y ciudadanía de los pueblos indios. *Revista Internacional de Filosofía Política*, No. 11, pp. 66-78.

VINER, K. (12 de julio, 2016). How technology disrupted the truth. *The Guardian*. Recuperado de <https://www.theguardian.com/media/2016/jul/12/how-technology-disrupted-the-truth>

WITTGENSTEIN, L. (1969). *On Certainty*. Oxford: Basil Blackwell.

ZOLLÁ, C. (1987). Medicina Tradicional y Sistemas de Atención a la Salud en *El futuro de la Medicina Tradicional en la atención a la salud de los Países Latinoamericanos*. México: Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social *Jesús Reyes Heróles*.



**UN *DELICATESSEN*  
PEDAGÓGICO**

# Una ruta para la educación en materia de Ética y el Principio Precautorio

Alejandro Pisanty  
Facultad de Química, UNAM

## Resumen

Presentamos una manera de abordar la enseñanza de la ética científica y el Principio Precautorio, utilizada en la Facultad de Química de la UNAM. Para abordar la enseñanza del Principio Precautorio hemos empezado por identificar deficiencias en la educación previa de los alumnos en temas de Ética. En particular, hemos detectado un desconocimiento profundo de las bases éticas del Principio Precautorio, así como de alternativas tales como los Análisis Costo-Beneficio asociados con las escuelas de ética utilitarista. Describimos varios enfoques y ejercicios con los cuales estimamos haber producido mejoras significativas en la preparación de los alumnos.

## Introducción

En el presente texto se describe el arco a lo largo del cual ha evolucionado una propuesta de aprendizaje de temas de un curso llamado Ciencia y Sociedad –dirigido a jóvenes universitarios, con relación al Principio Precautorio. Empleamos un enfoque descriptivo para referir el modo como hemos pasado de una visión escolar y relativamente dogmática del Principio Precautorio (que es como aparece en la legislación ambiental mexicana), hacia una visión fundada en el estudio de principios éticos de diversas escuelas, y de manera notable del utilitarismo, en discusión y contraste con los métodos de análisis costo-beneficio. En este arco hemos podido incitar reflexiones éticas, sociales y metodológicas con relación a la ciencia y la tecnología, incluso entre estudiantes cuya formación previa en tales temas era muy limitada. Además de esta descripción amplia del proyecto, mostraremos detalles de dos ejercicios específicos, que permiten inducir una mayor comprensión de las teorías éticas discutidas y del propio Principio Precautorio.

Describiremos la asignatura, el tratamiento de los temas, algunos desafíos encontrados en el camino, y la estructura de los ejercicios orientadores a una mejor lectura de los textos propuestos.

El texto está formulado a modo de ensayo, a fin de enfocarnos en los aspectos sustantivos y de reflexión que han motivado y jalonado esta investigación. Refleja, por lo menos, para uno de los autores (AP), un proceso de aprendizaje en constante desarrollo y sujeto a evaluación, crítica y mejoras de amplio espectro.

## **La asignatura Ciencia y Sociedad en la Facultad de Química de la UNAM**

### *a. Ubicación, objetivos e historia*

La asignatura Ciencia y Sociedad (CyS, en el resto de este artículo) es una asignatura obligatoria para todas las licenciaturas que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM. Se imparten tres horas a la semana, siempre con dos profesores al frente. De ellos, uno debe contar con experiencia y formación en las ciencias exactas, naturales o experimentales, o bien, en Ingeniería o tecnología; en tanto que el otro deberá tener formación en Filosofía, Sociología, comunicación u otras ramas de las humanidades y las ciencias sociales.

La inclusión de esta asignatura en los planes de estudio de la Facultad de Química se originó en observaciones de los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior (CIEES) de México: organismos multidisciplinarios y multipartitas que periódicamente evalúan a las carreras y escuelas de educación superior en el país. En la intervención que nos ocupa, estos CIEES recomendaron la inclusión de asignaturas de carácter sociohumanístico, con el objetivo de que los egresados de la Facultad de Química contaran con mejores herramientas para analizar sus profesiones y su entorno, y para que en la misma etapa de estudios de licenciatura, los estudiantes ganaran claridad metodológica que les permitiera analizar

críticamente el entorno en el que se insertan sus estudios y su posterior ejercicio profesional.

El temario de la asignatura (Facultad de Química, 2017) contiene cuatro secciones principales que, en términos generales, podemos describir como: introducción y métodos de la ciencia; principios éticos; Principio Precautorio y aplicaciones a problemas de energía, agua, sustentabilidad/medio ambiente y organismos genéticamente modificados.

### *b. El enfoque CTS en la historia de la asignatura*

La asignatura de CyS fue introducida en los planes de estudio en respuesta a diversos factores. Uno de ellos fue –como se decía– la necesidad de que las licenciaturas de la Facultad de Química contaran con un porcentaje importante de asignaturas (y los créditos correspondientes) en el área Sociohumanística.

Otro de los elementos que influyeron en su diseño fue la perspectiva CTS: Ciencia, Tecnología y Sociedad (Garritz, 1994); ello, principalmente, a través de la forma que ésta había adquirido a la sazón en España. Una observación al respecto que guía el diseño del trabajo del que aquí se informa es evitar un ángulo de la perspectiva CTS, en el que, con la intención de empoderar al ciudadano común en las discusiones de política pública guiadas por expertos, se terminó por alimentar un escepticismo fuerte, e incluso una franca desconfianza, respecto a la ciencia, la tecnología y la capacidad y la ética de los expertos.

Toda vez que nuestro curso se imparte a jóvenes en formación para las profesiones de la Química, es importante consolidarlos como expertos, con capacidad de participar en el debate público a partir de dicha condición, a la vez que con una profunda convicción ética de honestidad, responsabilidad, libertad de conflictos de interés y consciencia de que otros participantes en dichos debates pueden precisamente estar alimentados de una **gama de motivaciones y actitudes** que va desde intereses creados, a veces por poderosos grupos económicos, a veces por grupos sociales, hasta fuertes

prejuicios profundamente internalizados, pasando por titubeante e insuficiente comprensión de las ciencias y sus métodos, creencias religiosas o ideológicas, la influencia de la pseudociencia y, en tiempos recientes, la amplificación de todas estas tendencias a través de los medios sociales en línea.

Por ello consideramos a la perspectiva CTS como una perspectiva productiva, pero también como un potencial riesgo.

### *c. Motivación del proyecto de educación en Ética*

Uno de los temas torales de este curso es el Principio Precautorio. Su ubicación en el programa de la asignatura precede al tratamiento de los temas relacionados con energía, agua, medio ambiente y sustentabilidad y organismos genéticamente modificados; y sucede a los de epistemología y metodología. En tiempos recientes, además, las autoridades mexicanas han enunciado la prioridad del “Principio de Precaución” (Roces, 2018) [sic] en la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) e incluso en la legislación correspondiente. Comprender bien estos principios, sus acotamientos e implicaciones, se vuelve así esencial.

En contraposición, tanto como en complemento al Principio Precautorio (PP), el análisis costo-beneficio (ACB) provee una metodología de tipo cuantitativo, si bien no exenta de suposiciones arbitrarias que pueden restarle robustez, pero que le permiten evaluar los efectos de las intervenciones que se tratan de evaluar también mediante la aplicación del Principio Precautorio.

Al adentrarnos en la crítica al PP desde el ACB con base, por ejemplo, en la obra de Cass Sunstein (2003), descubrimos recurrentemente que nuestros alumnos no estaban preparados para su discusión, por cuanto que los ACB se suman en una visión utilitarista de suma de beneficios y resta de “perjuicios” o daños cuantificables (Marseille, 2019) –aunque algunos autores discrepan de esta asociación (Lowry, 2011) con la que estaban bastante poco familiarizados–. Además, la perspectiva de éticas utilitaristas,

como la de Jeremy Bentham, resultó inquietante para nuestros estudiantes, en cuya formación previa apenas se llega a distinguir siquiera entre ética y moral, y se asume, regularmente, que la moral debe ser deontológica o basarse bien en una formación más orientada a derechos (sin llegar a resolver el conflicto); y que frecuentemente se imparte en orden cronológico, agotándose, en el mejor de los casos, en una enunciación del Imperativo Categórico de Kant. Esta afirmación queda mejor ilustrada con el programa de la asignatura en el bachillerato de la UNAM (ENP UNAM).

De allí surgió nuestro diagnóstico y el experimento de dedicar algunas sesiones al estudio introductorio, pero actual, de temas de ética relevantes.

### **Un abordaje a la enseñanza introductoria de la Ética**

Nuestro abordaje introductorio a estos temas de Ética se basa en una bibliografía breve, pero eficaz, centrada en la obra *Ethics* de Simon Blackburn (2009). En este breve texto, traducido al español a partir de una versión anterior como *Sobre la bondad*, el reconocido filósofo y autor enfrenta al lector con siete cuestionamientos a la necesidad de estudiar Ética, a lo que sigue un tratamiento sucinto y actualizado de una decena de temas controvertidos y actuales.

Los siete desafíos al estudio de la Ética con los que Blackburn construye su texto son:

- i. La muerte de Dios (origen religioso de las ideas morales)
- ii. Relativismo
- iii. Egoísmo
- iv. Teoría de la evolución
- v. Determinismo y futilidad
- vi. Exigencias excesivas/no razonabilidad
- vii. Falsa conciencia

Los diez temas de controversia son:

- i. Nacimiento (incluye control de la natalidad; genética, genómica y eugenesia; aborto; y otros, que sirven para introducir argumentos generales como el de “pendiente resbaladiza”)
- ii. Muerte
- iii. Deseo y el sentido de la vida
- iv. Placer
- v. La mayor felicidad para el mayor número (utilitarismos)
- vi. Libertad respecto al mal
- vii. Libertad y paternalismo
- viii. Derechos y derechos naturales

En una sección posterior, a la que el lector entra con la discusión avivada por las anteriores, discute fundamentos o bases de una visión ética:

- i. Razones y fundamentos
- ii. Ser bueno y vivir bien
- iii. Imperativo categórico
- iv. Contratos y discursos
- v. El punto de vista común (incluye tratamiento de El Otro)
- vi. Confianza restaurada

Como puede apreciarse, se trata de un texto rico a pesar de ser compacto. Y que en nuestro contexto particular tiene el mérito de sumergirse rápidamente en temas de actualidad y relevancia intensa para los estudiantes, sin trivializarlos, y sin depender en exceso de una exposición historicista, que repetiría la falla de perder la atención mucho antes de llegar a las perspectivas actuales.

Hemos creado una técnica para impulsar una lectura crítica del texto, con otros beneficios educativos; la que se aparta de la tradición escolar de que cada alumno o equipos de alumnos, escriba, entregue y quizás exponga oralmente un resumen de todo o parte del texto.

En su lugar, partimos de la primera sección, “Desafíos a la Ética”, para pedir a los estudiantes que después de leer el texto completo, identifiquen la sección que más los inquiete, que más les provoque rechazo o cuestionamientos, y que elaboren una objeción basada en este sentimiento, documentando en la literatura sus argumentos.

En un segundo paso, los alumnos leen el resto del libro y escogen un tema de la segunda sección, el cual deben discutir desde la perspectiva adoptada en el primer trabajo ya descrito. Es decir, un alumno o alumna o un equipo de alumnos discutirán la muerte desde una perspectiva de Ética evolucionista (o la objeción al evolucionismo); otros discutirán el placer desde, u objetando, el egoísmo; y así sucesivamente. En ocasiones hemos cambiado la temática para incluir temas más puntuales –como el consumo de carne– sobre los cuales es más fácil que los alumnos se documenten con algún rigor aceptable.

Hecho esto, en semanas sucesivas, dividimos al grupo en pequeñas secciones transversales a la organización inicial, con base en los temas de la segunda sección. En estas pequeñas secciones, los alumnos deben comunicarse unos a otros las distintas perspectivas, durante dos horas, aproximadamente. Después los reunimos y un relator designado por cada sección expone los puntos de convergencia, así como las principales divergencias encontradas, y se debaten intensamente en el grupo completo.

Esta experiencia nos ha evitado las exposiciones mecánicas de resúmenes de texto, frecuentemente ineficaces y aburridas, en tanto que estimula la comunicación horizontal, directa entre alumnos, y el debate entre ellos, por sobre el intento de complacer al profesor o la tendencia que puede surgir hacia una actividad de mínimo esfuerzo.

Algunas dificultades que hemos encontrado parten de la insuficiente formación y capacidad de lectura, a cuya superación contribuye esta actividad. Otro obstáculo ha sido la dificultad, natural en la etapa de formación del primer ingreso a licenciatura, de ir más allá de la superficie en el texto y las instrucciones recibidas. Un ejemplo notorio y recurrente aparece en

alumnos que encuentran irritante el capítulo intitulado “La muerte de Dios”, y que, en lugar de leerlo acuciosamente, rebaten desde sus creencias religiosas la lectura de Blackburn, con el argumento de que éste “no conoce la Biblia”, o que “la Biblia no dice lo que describe Blackburn”. Después de algunas iteraciones hemos aprendido a señalar esta trampa y a evitar que los alumnos que seleccionan este tema caigan en ella.

También hemos aprendido que las creencias religiosas de algunos estudiantes son profundas e intensas, que pertenecen a credos (de matriz cristiana) muy diversos, y que el debate en esta materia tiene que ser en extremo cauteloso. Lamentablemente, esto último significa que en muchas ocasiones deberemos dejar a los alumnos sin exposición a ideas radicales –para ellos– y sin debatir temas que poco después les serán de relevancia vital.

## **Abordaje del Principio Precautorio**

Nuestro abordaje del Principio Precautorio parte de la normatividad establecida en las leyes medioambientales y los textos publicados por la propia UNAM (Cano-Valle, 2012), para asegurar una base común y comparable. En esta fase de la exploración del tema, exponemos a partir del apotegma: “*primus non nocere*”, y después elaboramos sobre el mismo, con la exposición normativa.

El Principio Precautorio puede ser confundido fácilmente con un mandato simplista de “no hacer daño” o de “hacer las cosas con cuidado”. Su complejidad sólo se revela en un debate reflexivo profundo, y mediante el estudio de casos. Para este fin hemos seleccionado un número variable de eventos que pueden o no ser violaciones del Principio Precautorio, y que marcan la consciencia negativa de la sociedad respecto a la Química y disciplinas cercanas. Algunos de estos eventos no reflejan fielmente el Principio Precautorio, sino que entran en lo que se conoce como “Accidentes Normales” (Perrow, 1999), cuya naturaleza –basada en las interacciones impredecibles de los componentes de un sistema complejo– debe subrayarse. Entre los casos de estudio que sometemos a discusión destacan

la introducción de la talidomida, los accidentes nucleares de Chernóbil y Fukushima, los accidentes industriales de Bhopal y Seveso, y las vacunas.

Nuestra técnica para la discusión de estos casos es similar a la ya descrita para los temas de Ética: formación de grupos por temas y posteriormente su disgregación y reintegración transversal, para fertilización cruzada.

Para estructurar la lectura y discusión, seguimos alguna variante de la siguiente secuencia que organiza los trabajos escritos y las exposiciones de los alumnos:

- i. Exposición general del evento
- ii. Estado del arte de la ciencia y tecnología relevantes en la época del evento
- iii. Objetivo de la intervención estudiada
- iv. ¿Qué falló? ¿Fue violado el Principio Precautorio? Si sí, ¿cómo? Si no, explique
- v. Lecciones aprendidas

Esto nos ha permitido pasar, por ejemplo, del estudio de caso de la introducción mal ponderada de la talidomida a los mercados farmacéuticos, a la regulación actual de organismos como la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) de Estados Unidos para la introducción de nuevos fármacos. Entender los principios de protección a la sociedad que pueden estar detrás de la regulación, el cabildeo y los conflictos de interés en el desarrollo de ésta, así como la responsabilidad individual de cada profesional participante en tales negociaciones, nos retrotrae la discusión de la sección de Ética, pero aplicándola ahora a casos concretos, en los que han estado en juego vidas humanas.

En algunas ocasiones hemos introducido en este punto también una lectura que para nuestros estudiantes resulta sumamente exigente: *Practical Ethics* de Peter Singer (2011). No compartimos integralmente ni el enfoque ni las conclusiones de Singer; pero encontramos de gran utilidad, al menos, tres aspectos de este texto:

- i. Expone de manera clara las bases del utilitarismo, discute el “utilitarismo de la felicidad” y el “utilitarismo del interés”, y hace un claro deslinde entre ambos.
- ii. Provee una lectura que permite a los estudiantes seguir de manera clara un razonamiento lógico en Ética, que no provenga de un enfoque religioso o deontológico, sacudiendo con ello sus conciencias.
- iii. Provee una argumentación particularmente clara sobre la posibilidad de existencia y justificación de obligaciones éticas con respecto al medio ambiente y a las generaciones futuras; lo que conecta con el Principio Precautorio.

En semestres futuros nos armaremos de valor para discutir más extensamente los problemas éticos relacionados con los animales no humanos: un tema en constante y rápida evolución. Por el momento estamos tratándolo de manera superficial, indicando a los alumnos que el animalismo fuerte de Singer y el extremo de otros filósofos nos parecen cuestionables; pero dejando que se formen su propia opinión al respecto. Este tema es de importancia en un curso de CyS en una Facultad de Química como la nuestra, porque, por un lado, una parte importante de los estudiantes deberá manipular seres vivos para la investigación y, por otra parte, los avances en las neurociencias les serán así más comprensibles. Lo que es importante, por cuanto que algunos de nuestros estudiantes realizarán estancias de investigación, trabajos de investigación y tesis, y carreras completas incluso en laboratorios de neurociencias, contribuyendo a su avance. La implicación particularmente aguda del tema radica entonces en que algunos entre ellos o ellas serán los primeros en enterarse de avances en la sintiencia de los animales no humanos.

También son importantes estos temas porque algunos de nuestros egresados podrán encontrarse con retos éticos en la actividad regulatoria de las industrias química y farmacéutica, o bien –en el otro extremo–, formando parte de equipos multidisciplinarios en instituciones de salud, en donde tomarán decisiones de vida o muerte en –por ejemplo– neonatos o en enfermos potencialmente terminales.

## Los métodos costo-beneficio y su crítica

Los métodos costo-beneficio son ampliamente utilizados en Economía, planeación y políticas públicas. Por simplicidad y enfoque nos basamos fundamentalmente en los trabajos de Sunstein, tanto para su descripción como para su crítica.

Como es bien sabido, el ACB selecciona una “función utilidad” y busca maximizarla. Esta función utilidad puede ser, cualitativamente, representativa de felicidad, salud, bienestar, capacidad de trabajo, y muchas otras. Expresada de manera cuantitativa, debería representar la suma de todos los posibles beneficios que una actividad produce sobre esa variable, y restar de ella todos los posibles perjuicios. Esta idea se puede transmitir intuitivamente a los alumnos en sus términos generales, con cierta facilidad.

Una vez que hemos descrito el Principio Precautorio y los casos de estudio ya citados, los participantes del curso han hecho conciencia de que toda intervención tecnocientífica en sociedad puede producir efectos deletéreos para al menos parte de la población. Estamos obligados a hacer notar que la falta de acción también puede producir efectos negativos. Así, por ejemplo, si bien la introducción de una vacuna puede dar lugar a algunas complicaciones – derivadas del biológico mismo, o de su preparación, distribución y aplicación– la falta de la vacuna puede dar lugar, a su vez, a daños muy superiores.

Siempre con base en Sunstein, mostramos entonces algunas variables fundamentales en la administración de la salud pública: como “el costo de una vida”, el valor de un año de trabajo, etc. Esta parte de la discusión –debe señalarse– resulta en extremo chocante para muchos alumnos. La idea de asignar un valor monetario a una vida humana o incluso a la pérdida de un miembro del cuerpo humano en un accidente laboral, les resulta comprensiblemente repugnante (cosa que aplaudimos, pues indica que sus intuiciones morales están sanas). Después de explicar cómo se pueden calcular algunas de estas variables, mostramos casos tomados de Sunstein, que ilustran la complejidad de las decisiones que se pueden enfrentar.

Establecido esto, o a veces como provocación desde el inicio de esta sección, citamos las objeciones más comunes al Principio Precautorio:

- i. Es paralizante y contrario a la innovación
- ii. Pone la carga de la prueba en la parte equivocada

Mostramos cómo el ACB supera estas dos objeciones y pasamos al segundo artículo de Sunstein (2011) seleccionado, una feroz crítica del ACB que muestra los resultados negativos, a veces aterradores, que tiene el uso acrítico del ACB.

En este punto del curso introducimos someramente el Problema del Tranvía (Kamm, 2015), en distintas variantes. Lo que complementa lo alcanzado hasta este punto, al mostrar que toda decisión ética que concierne a la sociedad es difícil. Muchas veces se nos presentan problemas que, sencillamente, son insolubles, carecen de solución única y las soluciones “óptimas” desde algún criterio de ACB –como las distintas variantes del Problema del Tranvía– son todas insatisfactorias. El Problema del Tranvía es un instrumento sofisticado, pero admite varios niveles de utilización, para atraer la expresión de las intuiciones éticas, y aun en este nivel, el más elemental, conlleva cuestionamientos de los alumnos que podrán explorar posteriormente cuando confronten situaciones más cercanas al ámbito profesional, estando mejor informados en sus aspectos científicos, técnicos y sociales.

Resta entonces subrayar que aun cuando una decisión de este tipo sea alimentada con los mejores datos y criterios científicos, la decisión misma será política. Los datos y los razonamientos que la alimenten deberán ser los mejores posibles –los datos mejor seleccionados y medidos, los más relevantes y rigurosos, y con una comprensión clara de sus limitaciones y errores–, y los razonamientos tendrán que ser los más rigurosos posibles desde el punto de vista lógico, desprendidos de carga emocional evitable, deslindados de sesgos cognitivos, y expresados con claridad y transparencia. También serán necesarios deslindes de conflicto de interés y una amplia participación de la sociedad debidamente informada en las distintas etapas de los procesos de decisión. En algunas ocasiones hemos podido ilustrar estos procesos también con ejemplos de la gobernanza de Internet,

campo en el que los mecanismos multisectoriales o “multistakeholder” se han desarrollado con madurez, profundidad, diversidad y riqueza, generando una amplia experiencia de la que mediante análisis rigurosos es posible extraer lecciones útiles para otros campos.

## **Conclusiones**

En conclusión, parece posible afirmar que hemos encontrado algunos puntos sensibles de la formación para la interacción ciencia-sociedad y algunos posibles remedios para sus debilidades. Resta en próximos años evaluar cuantitativamente nuestras estrategias, por supuesto.

Los mensajes que debemos transmitir hacia la educación media y media superior incluirán la necesidad de una mejora en la educación disciplinaria, tanto en las habilidades profundas de razonamiento lógico y matemático –las columnas del pensamiento científico en razonamiento riguroso y apegados a la evidencia–, como en una educación filosófica y específicamente ética, que trascienda lo escolástico y lo deontológico, que haga contacto con la modernidad y con la ciencia y la tecnología, y que facilite el diálogo entre culturas.

La apertura a conocer y comprender el utilitarismo permite penetrar la mente “anglo”, el capitalismo y la tecnocracia, y entrar en un debate abierto con éstos; en vez de quedarnos tan solo en la mera descalificación ideológica simplista, actitud que acaba sometiendo aún más a los países en desarrollo a los métodos y criterios de la cultura dominante, al no dialogar con ella y al no comprenderla, obligada con ello, en cambio, a adoptar ciegamente sus métodos.

## **Agradecimientos**

Uno de los autores (APB) desea expresar el siguiente agradecimiento: este trabajo no hubiera sido posible, ni siquiera concebido, sin el trabajo conjunto y la guía constante y paciente de Luis Sánchez Graillet, quien ha provisto

crítica, apoyo, orientación, literatura, análisis y muchas otras formas de colaboración. En su desarrollo embrionario, el enfoque presentado partió de la co-impartición del curso con Rodrigo Castillo Romero, a cuya paciencia y compromiso con el debate intenso debo también un agradecimiento. La Coordinación de Asignaturas Sociohumanísticas de la Facultad de Química de la UNAM, así como la Coordinación de la Asignatura Ciencia y Sociedad y la Jefatura de Departamento de Física y Química Teórica de la misma Facultad han provisto apoyo constante a este trabajo. Además de lo institucional, las discusiones personales con sus titulares Rolando Bernal, Jorge Núñez Alba y Jesús Hernández Trujillo han dejado huella. El editor del volumen en el que este trabajo se presenta, José Ramón Orrantía, es también acreedor a múltiples agradecimientos en el desarrollo del enfoque a lo largo de los últimos tres años y por su acuciosa coordinación del Simposio *Ciencia, Filosofía y Sociedad* y de este volumen. La acuciosa lectura y corrección de Enzia Verduchi contribuyó a la claridad del texto. Todas las fallas son mi responsabilidad.

## Referencias

- BLACKBURN, S. (2009). *Ethics: A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- CANO-VALLE, F. (2012). El Principio Precautorio. In F. Cano-Valle, & I. d. Jurídicas (Ed.), *El Principio Precautorio* (pp. 23-49). México: UNAM. Retrieved 06 29, 2019, from <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3141/5.pdf>
- ENP UNAM. (n.d.). *Programa de la asignatura Ética en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) UNAM, 5o. año*. (UNAM, Ed.) Retrieved 06 29, 2019, from Planes de Estudio ENP: [http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/quinto-2017/1512\\_Etica.pdf](http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/quinto-2017/1512_Etica.pdf)

FACULTAD DE QUÍMICA. (Marzo 2017). *Programa de la asignatura Ciencia y Sociedad*. Retrieved from Facultad de Química: <https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/03/1112cienciaysoc.pdf>

GARRITZ, A. (1994). Ciencia-tecnología-sociedad: a diez años de iniciada la corriente. *Educación Química*, 5(4), 217-223. doi:<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.1994.4.66746>

KAMM, F. M. (2015). *The Trolley Problem Mysteries*. (E. Rakowski, Ed.). Oxford: Oxford University Press.

LOWRY, R.M. P. (2011). Cost-benefit analysis and non-utilitarian ethics. *Politics, philosophy and economics*, 11(3), 258-279. doi:<https://doi.org/10.1177/1470594X11416767>

MARSEILLE, E., & Kahn, J. G. (2019). Utilitarianism and the ethical foundations of cost-effectiveness analysis in resource allocation for global health. *Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine*, 14(5). doi:<https://doi.org/10.1186/s13010-019-0074-7>

PERRON, C. (1999). *Normal Accidents*. Princeton: Princeton University Press.

ROCES, M. E.-B. (2018). *Plan de reestructuración estratégica del CONACYT para adecuarse al proyecto de nación de MORENA*. Mexico. Retrieved from <http://www.smcf.org.mx/avisos/2018/plan-conacyt-ciencia-comprometida-con-la-sociedad.pdf>

SINGER, P. (2011). *Practical Ethics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

SUNSTEIN, C. (2003). Beyond the Precautionary Principle. *University of Pennsylvania Law Review*, 151, 1003-1058. Retrieved 06 29, 2019, from [https://scholarship.law.upenn.edu/penn\\_law\\_review/vol151/iss3/10/](https://scholarship.law.upenn.edu/penn_law_review/vol151/iss3/10/)

SUNSTEIN, C. R. (2011, January 31). The real world of cost-benefit analysis: thirty-six questions (and almost as many answers). *Columbia Law Review*, 167-212. Retrieved 06 29, 2019, from <https://columbialawreview.org/wp-content/uploads/2016/04/Sunstein-Final.pdf>



*Los Trota-islas. Diálogos Interdisciplinarios entre Ciencia y Filosofía*  
es una obra editada por la Facultad de Química.

La publicación de esta obra fue posible gracias al apoyo  
de la Coordinación de Comunicación,  
a través del Departamento Editorial.

El cuidado de la edición estuvo a cargo de  
M en C Brenda Álvarez Carreño  
Diseño de portada: DG Norma Castillo Velásquez.

**Publicación autorizada por el Comité Editorial  
de la Facultad de Química**

Mayo de 2021



En la historia de la discusión sobre el hacer y pensar de las ciencias y las tecnologías encontramos, bien textos filosóficos, bien textos científico-técnicos, importantemente especializados. No obstante, hay pocos esfuerzos sostenidos por abrir espacios de discusión que vayan más allá de las islas disciplinares. Tal tarea requiere de conjuntar personas con fuertes bases en sus disciplinas, con la apertura suficiente para poder generar discusiones más allá de las barreras, trazar vínculos y abrir rutas de entendimiento común y de estudio compartido.

Ante las coyunturas diversas a las que estamos confrontados como humanidad, es imperativo buscar tales confluencias, para que nuestra ciencia, nuestra tecnología, nuestro enfoque filosófico y sus docencias sean justos, benéficos y puedan responder a la complejidad inherente a dichas circunstancias.

En este libro proponemos un conjunto de textos, de 15 investigadores e investigadoras, agrupados en seis secciones: *Realidad y modelización: una relación de amor/odio*; *El ethos de la ciencia moderna en su caja de Petri*; *De tecnociencia y cosas peores: ciencia, tecnología y regulación social*; *Un colchón para la aplanadora: el desarrollo tecnológico a evaluación*; *¿Del CERN al Mercado de Sonora?: ciencia hegemónica y conocimiento tradicional*; *Un delicatessen pedagógico*.

Cada uno de estos textos tiene un compromiso ético e interdisciplinar, que intentan arrojar luz hacia posibles soluciones en el quehacer científico, tecnológico e, incluso, filosófico.



9 786073 045940