

LA RELACIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD CUATRO DÉCADAS DESPUÉS DE LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS¹

LEÓN OLIVÉ MORET
IIF-UNAM.
olive@servidor.unam.mx

El ciudadano ante las polémicas en la ciencia

En noviembre de 2001 la prestigiosa revista *Nature* publicó un artículo de Ignacio Chapela y David Quist en el que sostenían haber encontrado evidencia de introgresión genética en muestras de maíz criollo provenientes de la sierra de Oaxaca. En abril del siguiente año, a raíz de una fuerte polémica que incluyó a los autores y a los árbitros, por primera vez en la historia de *Nature* el editor publicaba una retractación opinando que el artículo original no contenía evidencia suficiente para justificar su publicación, pero que en vista de que los autores sostenían su punto de vista, consideraba que era mejor publicar las críticas, así como las

¹ Agradezco a los editores de este número especial de *Ergo* sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad la invitación a colaborar con ellos. Este artículo se basa en una conferencia presentada en el seminario «*La Estructura de las revoluciones científicas* de Thomas S. Kuhn, a 40 años», organizado por el Fondo de Cultura Económica, en mayo de 2002. Agradezco al Fondo de Cultura Económica la invitación que me cursó entonces, y muy especialmente a Maricarmen Farías. A raíz de esa reunión ha continuado un seminario sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad que lleva ya seis ediciones. Maricarmen Farías ha sido una entusiasta promotora de él, a quien agradezco y debo gran reconocimiento. Lo mismo que a Rosaura Ruiz y a Ana Rosa Pérez Ransanz.

respuestas de los autores y sus datos disponibles, «y dejar a los lectores juzgar por sí mismos» (*Nature*, 4 de abril de 2002).²

En la misma época circulaba por internet una carta del Comité Consultivo de Biotecnología del CONACYT donde se sostenía que la biotecnología es una «palanca del desarrollo de México». Nuestro país, agregaba:

con cerca de 100 millones de habitantes, tiene retos extraordinarios para poder proporcionar a sus habitantes los servicios y condiciones necesarios para una vida digna. La demanda de alimentos sanos y nutritivos, medicamentos y servicios de salud modernos, por un medio ambiente no contaminado y, al mismo tiempo, el cuidado y el uso de nuestra biodiversidad, representan retos extraordinarios para la sociedad mexicana que debemos resolver de manera concertada, respetuosa y sustentable con el medio ambiente. Nuestro país tiene también importantes problemas y lastres que debemos resolver. La contaminación de recursos ambientales -agua, suelos y aire- y la destrucción de la biodiversidad mexicana, son dos de los más importantes.

² La cita completa es la siguiente: «In our 29 November issue, we published the paper «Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico» by David Quist and Ignacio Chapela. Subsequently, we received several criticisms of the paper, to which we obtained responses from the authors and consulted referees over the exchanges. In the meantime, the authors agreed to obtain further data, on a timetable agreed with us, that might prove beyond reasonable doubt that transgenes have indeed become integrated into the maize genome. The authors have now obtained some additional data, but there is disagreement between them and a referee as to whether these results significantly bolster their argument. In light of these discussions and the diverse advice received, *Nature* has concluded that the evidence available is not sufficient to justify the publication of the original paper. As the authors nevertheless wish to stand by the available evidence for their conclusions, we feel it best simply to make these circumstances clear, to publish the criticisms, the authors' response and new data, and to allow our readers to judge the science for themselves». Editor, *Nature* (4 de abril de 2002).

Y en esa carta se concluía:

La biotecnología es la mejor opción que tiene México para contender con muchos de estos problemas y demandas. La tecnología biológica no está libre -como ninguna otra- de riesgos. Sin embargo, no utilizar la biotecnología para resolver los problemas implicaría riesgos y peligros ciertamente mayores. Su potencial supera con creces a sus riesgos, que no son mayores que los de otras muchas tecnologías que hasta ahora ha manejado la sociedad.

Dejando aparte cuestiones de redacción, y sin arrojar un ápice de duda acerca de las virtudes de la biotecnología, es pertinente señalar que la carta no discutía las posibles maneras de contender con los riesgos señalados. Por otra parte, resulta interesante contrastar esta opinión con la que por entonces vertía el presidente del Instituto Nacional de Ecología (INE), Exequiel Ezcurra: «Yo no tengo evidencia de que los transgénicos que se cultivan en este momento en el mundo hayan contribuido en lo mas mínimo a resolver los problemas alimentarios en Somalia, Sudán o Centroamérica». Pero más aún, abundando sobre discrepancias en el campo propiamente biológico, Ezcurra puntualizaba: el problema es «consecuencia de las diferentes concepciones de la ciencia que tienen tanto los biotecnólogos como los ecólogos y/o los biólogos evolutivos. La probabilidad de que un pinzón llegue a las Galápagos y funde toda una dinastía de los pinzones característicos de esas islas es prácticamente imposible y, sin embargo, ahí están. Cierto es que esos son eventos raros, pero es innegable que una vez que éstos ocurren, bien pueden dispersarse con un éxito impresionante. Es algo que cualquier biólogo evolutivo sabe; en cambio, no estoy seguro —continuaba el ecólogo— de que con los biotecnólogos pase lo mismo» (Boletín electrónico de la Academia Mexicana de Ciencias, mayo de 2002).

Pero ni siquiera es que haya un acuerdo unánime entre los biotecnólogos, por ejemplo, por la misma época la Sociedad Mexi-

cana de Biotecnología y Bioingeniería hacía públicas algunas conclusiones como las siguientes:

- «Dada la percepción pública actual, en el caso del maíz en México, es deseable evitar el uso de sistemas de selección transgénica basados en genes de resistencia a antibióticos.
- «La información necesaria para evaluar el impacto del maíz transgénico en la biodiversidad de México es extremadamente limitada o inexistente, debido a la falta de apoyo económico, a la carencia de un seguimiento permanente del problema y al muy limitado interés gubernamental. Por lo mismo, no existe la evidencia necesaria que permita cuantificar la presencia de rasgos transgénicos en maíces nativos de México, y resulta importante establecer métodos confiables de monitoreo.
- «Tampoco existe la evidencia científica necesaria para evaluar el impacto de un rasgo transgénico específico sobre la diversidad genética del maíz mexicano y sus parientes cercanos, por lo que es importante establecer programas de investigación al respecto.
- «No es recomendable liberar en México maíz transgénico que sea utilizado para fines distintos a los de alimentación, como, por ejemplo, para la producción de productos farmacéuticos o plásticos biodegradables» (reunión de la SMBB, 19 de marzo de 2002).

Ante un panorama de este estilo, es decir, ante discrepancias entre biotecnólogos, ecólogos y biólogos evolucionistas, donde hay «diferentes concepciones de la ciencia», y donde existen mayores diferencias todavía acerca de su papel y su importancia en la sociedad contemporánea, pero incluso ante diferencias de opinión entre biotecnólogos, ¿deberíamos sorprendernos quienes no pertenecemos a esas comunidades, y deberían escandalizarse los ciudadanos de la calle?

Realmente, a más de 40 años de la aparición de *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, eso no es nada sorprendente. Pero, ¿qué puede hacerse para orientar la comprensión y la acción de los diferentes sectores sociales ante ese panorama? En este trabajo no

intentaré dar respuesta a esta pregunta, pero si quisiera rescatar algunas de las contribuciones de Kuhn en su ya clásico libro, que abrieron un camino para una mejor comprensión de la ciencia y de su relación con la sociedad, y que aún hoy dan una pauta para acciones que debemos seguir para una saludable relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Las comunidades científicas

Una de las muchas ideas que Kuhn propagó —aunque no todas ellas fueran originales de él, pero que articuló en uno de los modelos sobre la ciencia más fecundos y desafiantes que se hayan construido en el siglo XX—, es que la ciencia la hacen personas de carne y hueso, que se agrupan en comunidades científicas, cuya característica es compartir un paradigma —quizá el más famoso de los conceptos kuhnianos— y eso significa compartir, como grupo, una constelación de compromisos. Compromisos con creencias, con formas de proceder, con métodos de investigación y de toma de decisión, con maneras de actuar, con valores y con intereses.

No existe una única «comunidad científica» en el sentido kuhniano, aunque Kuhn mismo señala que existen comunidades a muchos niveles. Está el nivel «más global», por ejemplo, de la «comunidad de todos los científicos naturales» (177, 273).³ A otro nivel están los físicos, los químicos, los astrónomos, los biólogos. Pero luego vienen los físicos de estado sólido, de materia condensada, de altas energías, o como acabamos de ver, los biotecnólogos, los biólogos evolucionistas, los biólogos moleculares, los genetistas, los ecólogos, en fin.

Pero lo que quiero subrayar es que Kuhn insistió en la estructura comunitaria de la ciencia, por lo menos de la ciencia que él ana-

³Las citas de aquí en adelante, si no se indica otra cosa, son a *La Estructura de las Revoluciones Científicas*; la primera referencia es a la edición en inglés y la segunda a la traducción al español.

lizó hacia mediados del siglo XX. Esta estructura comunitaria es una de las condiciones necesarias para que la ciencia se haya desarrollado. Por eso la ciencia es un fenómeno eminentemente social, en un sentido doble: primero, porque tiene esa estructura comunitaria, y segundo, porque su desarrollo no se da al margen de la sociedad más amplia en cuyo seno se despliegan las comunidades científicas. Y son estos vínculos recíprocos, así como la interdependencia entre ciencia y sociedad, lo que exponencialmente se ha incrementado en las últimas cuatro décadas.

¿Qué consecuencias tiene esta visión de la ciencia que Kuhn impulsó hace cuatro décadas? Entre muchas otras, por ejemplo, Kuhn dice que «Casi todos los científicos asumen una filiación comunitaria, y dan por supuesto que la responsabilidad de llevar a cabo las tareas que corresponden a las diferentes especialidades de la disciplina se distribuyen entre grupos cuya membresía está más o menos determinada» (176, 271). Pero más aún, las comunidades científicas están formadas por quienes han pasado por una iniciación profesional y por una educación compartida. «Los miembros de una comunidad científica se ven a sí mismos y son vistos por otros como los hombres que tienen la responsabilidad singular de

⁴ En estas cuatro décadas también ha cambiado el papel central de las comunidades científicas en el sentido de Kuhn. Cuál es ahora el agente central de la producción del conocimiento científico es uno de los temas de mayor debate, y uno de los puntos que deben estar en la agenda de problemas de la filosofía de la ciencia de nuestros días. Pero no sólo ha cambiado el agente central, las comunidades científicas, sino también ha cambiado la estructura axiológica de las actividades de los principales agentes hoy en día. Así, por ejemplo, quizá un concepto como el de «práctica científica» merezca ahora el lugar central que tenían las comunidades para Kuhn (véase por ejemplo mi artículo «De la estructura normativa de la ciencia a las prácticas científicas», en J. Valero (ed.), *Sociología de la Ciencia*, EDAF, Madrid, 2003). Sin embargo en este trabajo no discuto más esta problemática, pues me limito a subrayar la importancia de algunas de las ideas pioneras de Kuhn para los actuales estudios de la relación ciencia, tecnología y sociedad.

⁵ Seguramente 40 años después Kuhn no se hubiera atrevido a hablar sólo de «hombres».

perseguir un conjunto de metas compartidas, incluyendo la *formación de sus sucesores*. Dentro de tales grupos la *comunicación* es relativamente completa y los juicios profesionales, relativamente unánimes» (177, 272) (subrayado añadido).

La enseñanza de la ciencia y su comunicación

La educación de las nuevas generaciones de científicos de cada especialidad es, entonces, una parte intrínseca del quehacer científico. El análisis de la ciencia, desde la perspectiva de la filosofía, por lo tanto, debe atender a los procesos de *enseñanza en las ciencias*, aun en los aspectos epistemológicos, es decir, los que se refieren a las condiciones bajo las cuales lo que producen las comunidades científicas es conocimiento, así como en los metodológicos, o sea el conjunto de procedimientos que siguen los miembros de cada comunidad para tomar decisiones, especialmente para aceptar o rechazar hipótesis y teorías.

En la cita anterior, Kuhn también se refiere al proceso de comunicación entre pares, donde los pares son los miembros de la *misma* comunidad. Ahí, dice Kuhn, en función de la constelación de elementos compartidos, la comunicación tiene pocos tropiezos, es casi completa. Pero la comunicación comienza a tener problemas cuando se intenta desde una comunidad a otra, precisamente por las diferencias en los supuestos bajo los cuales trabajan unas comunidades y otras. Y esos problemas se vuelven mayúsculos cuando se trata de la *comunicación pública de la ciencia*, es decir, de la comunicación entre las comunidades científicas y el público no experto.

El problema de la comunicación es todavía más agudo ocho lustros después. Richard Lewontin, uno de los biólogos, genetista y evolucionista más reconocidos en el mundo, decía en un artículo publicado en el *New York Review of Books*: «nadie puede negar mi capacidad de comprender los problemas científicos involucrados en la ingeniería genética de granos, pero soy incompetente para decidir si Edward Teller o sus opositores entre los físicos, tenían la razón acerca de las posibilidades de construir un dispositivo de

rayos láser que estaba destinado a ser el centro del sistema de defensa de misiles de la Guerra de las Galaxias» (NYRB, vol. XLIX, num. 8, 9 de mayo 2002).

Lewontin, al respecto, está en la misma situación que todos los ciudadanos ante prácticamente cualquier cuestión científica relevante hoy en día. Y este es uno de los mayores problemas que enfrenta la ciencia, y que tiene que encarar la sociedad que la cultiva. En una sociedad como la nuestra, donde la producción y el consumo del conocimiento científico se ha convertido en una de sus principales empresas, pero donde por otra parte aspiramos a una forma democrática de organización social y política, «¿cómo puede funcionar el Estado democrático si los ciudadanos dependen del conocimiento experto disponible sólo para una pequeña élite, una élite que en su formación y en sus intereses económicos directos representa sólo a un sector muy estrecho de la sociedad?» (Lewontin, op. cit). Para ponerlo dramáticamente en palabras de Lewontin: «¿Por qué debería la inmigrante salvadoreña que limpia mi oficina creer que ella» y el distinguido profesor-investigador de Harvard cuya oficina está aseando, «tienen intereses en común y comparten suficientemente una concepción del mundo como para que ella confiara en mi opinión acerca de si deberían descontarle impuestos de su miserable salario por horas para apoyar el Proyecto Genoma Humano?»

En México no nos libramos del problema por ser una sociedad pobre y con una desigualdad del reparto de la riqueza de las más escandalosas del mundo. Podemos plantearnos una pregunta muy parecida: ¿Por qué el pobre campesino de Oaxaca, o el inmigrante indígena en la Ciudad de México, o para el caso, por qué el gran empresario, o el autor de estas líneas, deberíamos aceptar que nuestros impuestos, o al menos parte de ellos, vayan a parar a laboratorios de investigación biotecnológica?

Cuando Kuhn publicó *La Estructura de las Revoluciones Científicas* desde luego ya se perfilaba esta situación, pues en realidad viene dándose aceleradamente desde la Segunda Guerra Mundial, pero hoy es un hecho que sólo una avestruz puede tratar de negar:

hoy en día el conocimiento científico y sus aplicaciones permean toda la vida social, hasta la del campesino en el más recóndito lugar de la sierra de Oaxaca que, sin saberlo, cultiva maíz transgénico, un artefacto biotecnológico. Incluso las sociedades más pobres, en sentido estricto, y pobres en generación de conocimiento científico y de tecnología, como la mexicana, recibimos el impacto de la ciencia y de la tecnología que se produce a nivel global, con la desventaja de que al generar muy escaso conocimiento por nuestros propios medios, nos hacemos cada vez más dependientes económica y culturalmente de las metrópolis.

Pero la investigación y el desarrollo de la ciencia y de la tecnología ahora requieren enormes sumas de dinero. En un país como el nuestro donde el capital sistemáticamente se ha resistido a invertir productivamente en la generación de conocimiento y de tecnologías, y donde por tanto el peso del impulso a la ciencia y a la tecnología ha recaído en el Estado, ¿cómo decidir cuánto de los dineros públicos, que salen finalmente de nuestros impuestos, o sea en última instancia de nuestro propio trabajo, va a apoyar proyectos de investigación científica y tecnológica? ¿Cómo decidir, en su caso, en qué invertir? ¿Quién debería decidir? ¿El ejecutivo? ¿Los científicos? ¿Cuáles científicos? ¿El Congreso de la Unión? ¿Bajo qué criterios? ¿El Congreso en consulta con los científicos? Nuevamente, ¿con cuáles de ellos, con todos, con sus representantes? ¿Cuáles, los que los científicos eligen directamente como en las academias, o los funcionarios de instituciones que muchas veces son designados por otros funcionarios ajenos al medio científico y académico? Y el ciudadano de la calle, que finalmente aporta los fondos con su trabajo, ¿no tiene nada que opinar? Muchos dirán que no, pues no tiene el conocimiento experto para saber en qué se debe investigar, o en qué conviene investigar. Pero entonces, ¿podemos aspirar a una sociedad realmente democrática, si al ciudadano se le limita sólo a emitir un voto cada tres o cada seis años, y después se la hace callar en todo lo que repercute en su vida?

Este es uno de los grandes dilemas de las sociedades contemporáneas que aspiran a ser democráticas: por una parte el Estado y los gobernantes deberían responder a la voluntad popular, por otra, la ciencia y la tecnología han alcanzado altísimos niveles de complejidad, tanto en la estructura de las comunidades científicas y en sus formas de proceder y de tomar decisiones —como nos enseñó Kuhn—, como en los contenidos de los conocimientos científicos, al grado que resultan inaccesibles, ya no digamos para el ciudadano de la calle, sino para el resto de los científicos, quienes cada vez más tienen que especializarse tan sólo en una estrecha rama de su disciplina.

Pero debe quedar claro que el ciudadano quiere y exige que el científico tenga un *auténtico* conocimiento en su campo, un conocimiento objetivo de la realidad que sea resultado de procedimientos racionales. Thomas Kuhn ayudó mucho a encaminar a la investigación *sobre la ciencia* en la dirección acertada: las comunidades científicas tienden cada vez más a la especialización, y las caracteriza una constelación de elementos compartidos, entre ellos, los conocimientos previos que han acumulado en su campo, pero sobre todo, un conjunto de valores y de intereses que tienen en común dentro de cada especialidad. Esto hace que la toma de decisiones racionales, que la objetividad y el progreso en la ciencia sean mucho más complejos de lo que se creía antes. Esta ha sido una de las grandes enseñanzas de Kuhn.

Racionalidad, objetividad y predictibilidad

Thomas Kuhn nunca sostuvo que por el hecho de que la ciencia estuviera impregnada de valores y afectada por los intereses de los científicos, que muchas veces incluyen intereses económicos muy

⁶ La cuestión, como sugería en la nota 4, es todavía más compleja a principios de este siglo XXI. Pero me estoy restringiendo aquí a destacar algunas de las ideas pioneras de Kuhn.

fuertes —como ahora es evidente en el campo de la biotecnología y de la farmacología⁷—, los resultados de la ciencia no fueran ni racionales ni objetivos. Simplemente mostró que la racionalidad involucrada en la ciencia, y la objetividad científica, se deben a procesos extraordinariamente complejos, y que se requiere de toda una disciplina dedicada a sacarlos a la luz y a analizarlos, y esa disciplina es la filosofía de la ciencia.

Kuhn jamás negó la importancia de las predicciones y de la manipulación de fenómenos como un factor epistémicamente importante al tomar decisiones racionales acerca de aceptar o rechazar hipótesis o teorías científicas. Lo que mostró es que el problema es más complejo de lo que muchas veces se cree, incluso desde el campo de la ciencia.

Kuhn insistió en que la observación en ciencia depende en parte del saber y de las creencias que previamente se aceptan, y más en general, del paradigma desde el cual trabaja el científico. En esto siguió ideas de Norwood Russell Hanson. La predicción de

⁷ En 1986, Richard Davidson, del Colegio de Medicina en Gainesville, de la Universidad de Florida, revisó 107 artículos sobre tratamientos clínicos y encontró que aquellos patrocinados por firmas farmacéuticas mostraban una marcada tendencia a reportar resultados favorables muy por encima de aquellos que eran independientes. En un estudio de Krinsky sobre artículos publicados en 1997 en un millar de revistas científicas de alto impacto, se documentó que en un 34 por ciento de una muestra de 789 artículos, los autores tenían conflictos de interés relevantes que en su mayoría no fueron declarados. En febrero de 2000, el *New England Journal of Medicine* reveló que, a partir de enero de 1997, 19 de los 40 artículos de revisión que publicó sobre terapias farmacológicas fueron escritas por científicos ligados con la industria, lo cual, apeándose a las políticas de esa revista, no debía haberse permitido; sin embargo, esos autores se «ocultaron» detrás de un vacío en el reglamento, que dejaba exentos de esas normas a aquellos científicos que no recibieran los fondos directamente como individuos, pero que sí era otorgado a sus instituciones (Karla Peregrina. Boletín electrónico de la AMC, basado en información de *Nature*, marzo 28 de 2002).

⁸ Agradezco un comentario del Dr. Carlos Bazdresch a una versión previa de este trabajo, a propósito del papel de las predicciones en ciencia según Kuhn, que me permitió hacer estas aclaraciones.

fenómenos, para ser evaluada (como exitosa o no), depende de la observación, y la observación depende del paradigma. Pensemos, por ejemplo, como sugería Hanson, en un astrónomo geocentrista y en uno heliocentrista, quienes conversan en un atardecer frente a una playa que mira al occidente.

El primero, que cree que la Tierra está fija y el sol gira a su alrededor, predecirá que en unas horas «el sol desaparecerá detrás del horizonte, y que al día siguiente, y al siguiente, y al siguiente, hará lo mismo». El astrónomo heliocentrista —que cree que la Tierra gira alrededor del sol, el cual está fijo— dirá que ellos, al estar en cierto punto de la Tierra, «serán llevados por su movimiento rotatorio hasta que en unas horas desaparezca el sol de su campo visual, y eso ocurrirá al día siguiente y al día siguiente y todos los días».

Las predicciones de ambos serán exitosas (desde sus respectivos puntos de vista). Por eso, no es *ese tipo de observación*, ni *ese tipo de predicción*, la que permitirá dirimir la disputa entre una concepción geocentrista y una heliocentrista. Tampoco podrían dirimir la disputa aunque se dieran cuenta de que hablan de entidades distintas, y encontraran un vocabulario común, y dijeran por ejemplo: «en unas horas estará oscuro». La predicción se cumpliría, y ambos estarían de acuerdo, pero no serviría para decidir quién tenía razón.

Para que ambos astrónomos se pusieran de acuerdo en el tipo de predicción que sí dirimiría la disputa, y aceptaran de común acuerdo la misma descripción del fenómeno, se requerirían cambios en el paradigma de al menos uno de ellos. Creo que éste es el meollo de la idea de Kuhn. Pero durante ciertos periodos históricos esos cambios en los paradigmas de hecho no ocurren, y la dificultad de comunicarse entre unos y otros, por trabajar bajo concepciones distintas, sigue con fuertes tropiezos.

La cuestión, pues, no es que Kuhn negara la importancia de las predicciones y de los encuentros con la realidad para modificar nuestras creencias. Kuhn tampoco negó jamás que las diferentes disciplinas científicas ofrecieran conocimiento genuino de la realidad, gracias

al cual es posible intervenir muchas veces en ella, haciendo predicciones exitosas y manipulando fenómenos. Pero mostró que eso ocurre dentro de procesos muy complejos, en donde cada paradigma condiciona lo que cuenta como una observación, y más aún, lo que los miembros de una comunidad científica aceptan como una *observación pertinente* dentro de un campo científico determinado.

La ciencia, la tecnología y la participación ciudadana

¿Cómo podemos, entonces, siquiera empezar a pensar sobre el dilema que las complejíssimas ciencias y tecnologías actuales plantean a las sociedades democráticas? En mi opinión, la primera aproximación pasa por el reconocimiento de la necesidad de involucrar más al ciudadano y a los gobernantes en la reflexión sobre la naturaleza y sobre el impacto y la importancia sociales de la ciencia y de la tecnología.

Esto exige a la sociedad un gran esfuerzo de comunicación: el ciudadano común y los gobernantes deben saber mejor qué es la ciencia y qué es la tecnología. Pero para tener una buena comprensión de ellas no basta con darles digeridas en cápsulas algunas ideas científicas fundamentales, o platicarles en términos accesibles los nuevos avances. Esto es necesario y es importante. Esto es lo que hace la divulgación de la ciencia, por ejemplo en los museos de ciencia, en revistas de difusión o en cápsulas de radio y televisión. Pero se requiere que el ciudadano comprenda más a fondo la forma en la que se genera y se desarrolla el conocimiento científico, con sus virtudes y sus riesgos; que sepa que, en efecto, las comunidades científicas se aglutinan en torno a constelaciones de valores, de creencias, de intereses, de técnicas, de prácticas, de métodos de decisión, de formas racionales de discusión, y que también muchas veces se dan confrontaciones irracionales en el seno de esas comunidades, y entre ellas. Todo esto, como muy bien atisbó Kuhn ya hace más de 40 años.

Pero también es importante que el ciudadano sepa que esas son precisamente las condiciones que hacen posible la generación del conocimiento científico, y que en términos generales las disciplinas científicas han desarrollado formas confiables para aceptar y para

rechazar creencias, que conducen a predicciones exitosas y a la posibilidad de intervenir en la naturaleza y en la sociedad, aunque en ocasiones esas creencias se transmitan al público de forma distorsionada, como cuando intervienen intereses económicos muy poderosos, tal y como ha venido ocurriendo en los últimos años en el debate mundial sobre el impacto del maíz transgénico en México.

Nueva formación de científicos, de tecnólogos y de nuevos mediadores

Pero para que se comunique todo esto al ciudadano de la calle, a los gobernantes y legisladores, necesitamos expertos de alto nivel en la enseñanza de las ciencias, comunicadores, y especialistas en la gestión científica y tecnológica que tengan una visión de la ciencia y de sus relaciones con la sociedad con un sólido fundamento en los análisis que la filosofía de la ciencia ha desarrollado, especialmente en las últimas décadas.

En suma, a más de ocho lustros de *La Estructura de las Revoluciones Científicas* la mejor evaluación del trabajo de Thomas Kuhn, y el más digno homenaje que puede rendírsele a un filósofo de su talla, es darnos cuenta de que la ciencia se genera y se desarrolla mediante interacciones entre diversos contextos: el de la investigación y la innovación en sentido estricto, donde deben hacerse muy serios análisis epistemológicos y metodológicos; los contextos de comunicación —que incluyen la comunicación entre pares, la comunicación entre científicos de distintas comunidades, así como la comunicación hacia y desde el público amplio—; y los contextos de evaluación y gestión, que incluyen la evaluación interna —la que hacen los propios expertos—, así como la evaluación externa —no sólo la que corresponde a los gestores y expertos en políticas científicas, sino también la que corresponde a la sociedad en sentido amplio.

⁹ Esto ha sido muy bien recogido y explicado por Javier Echeverría, por ejemplo en *Filosofía de la Ciencia*, Akal, Madrid, 1995, y en *Ciencia y Valores*, Ed. Destino, Barcelona, 2002.

Dada toda esta complejidad del fenómeno científico y tecnológico, la conclusión que podemos obtener al reflexionar en lo que la filosofía de la ciencia nos enseña a principios del siglo XXI, y lo que la sociedad está demandando hoy, es que en México urge preparar a una enorme cantidad de científicos y tecnólogos que sean conscientes de la responsabilidad social de su trabajo y del impacto social y cultural de sus productos. También debemos aceptar que ya no podemos darnos el lujo de posponer la formación de profesores de ciencias, de comunicadores y de especialistas en gestión y en políticas científicas, al más alto nivel, que tengan una sólida formación en el análisis básico de la ciencia y de la tecnología, el que ofrece la filosofía de la ciencia. Y eso, en nuestro país, aunque responsabilidad de toda la sociedad, es especialmente responsabilidad de las instituciones de investigación científica y tecnológica y de educación superior, que tienen la mayor capacidad humana y material de investigación y de docencia, y que además se sostienen con dineros públicos.¹⁰

¹⁰ En la conferencia presentada en el FCE el 23 de mayo de 2002, basada en una versión preliminar de este texto, concluía de la siguiente manera: «También creo, opinando con todo respeto y simplemente como ciudadano, que ésta responsabilidad la comparten instituciones educativas y culturales orientadas hacia la difusión del conocimiento, como el Fondo de Cultura Económica, que tan amablemente nos ha invitado. Por ello, me atrevo a terminar con una respetuosa sugerencia, y es que además de reforzar las excelentes colecciones que tiene dedicadas a hacer accesible los contenidos de los conocimientos científicos para el gran público — como la de «La Ciencia para todos» —, el Fondo de Cultura Económica podría impulsar nuevas colecciones, orientadas a la educación amplia y masiva que permita una mejor comprensión por parte del ciudadano, incluyendo a los empresarios y a los funcionarios del Estado a distintos niveles, de los complejísimos fenómenos sociales que son hoy la ciencia y la tecnología, en todas sus aristas: epistemológicas, metodológicas, valorativas, éticas, económicas, jurídicas, sociales y culturales, aprovechando para ello el saber acumulado por la filosofía de la ciencia en las ya cuatro largas décadas que han transcurrido desde que Thomas Kuhn conmocionó al mundo con *La Estructura de las Revoluciones Científicas*». En el año 2003 el Fondo de Cultura Económica resolvió crear la colección *CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD*, cuyos primeros títulos aparecieron en 2004. Mi más profundo reconocimiento a esta institución cultural, a su Directora General, Consuelo Sáizar, y a la Gerente de Ciencia, Tecnología y Salud, Maricarmen Farías por esa sabia decisión.

VII ENCUENTRO INTERNACIONAL DE DIDÁCTICA DE LA LÓGICA

“¿Cómo aprender lógica?”

San Felipe del Carmen, Campeche
16 al 17 de diciembre de 2015

Organizadores:

Dr. Alejandro Herrera Ibarra
aherr@unimaya.mx / alogicas@unam.mx

Lic. Alicia Gótz Villarreal
aliciagoetz@hotmail.com

Lic. Daniel Arturo Casanova Gómez
dicasanova@campesano.unadac.mx

