

Thomas Kuhn y la relación ciencia, tecnología y sociedad

Arturo **Santos Raga**

El propósito de este trabajo es elucidar algunas de las aportaciones de Thomas Kuhn en su influyente obra *La estructura de las revoluciones científicas*, que han allanado el camino hacia una mejor comprensión de la ciencia y su interacción con la sociedad, y que todavía hoy en día proporcionan directrices fundamentales para establecer y mantener una relación fructífera y equilibrada entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Una de las numerosas ideas que Kuhn difundió (si bien no todas ellas fueron originales de él, las articuló en cambio en uno de los modelos científicos más influyentes y provocadores del siglo XX), es que la ciencia es realizada por personas concretas que se organizan en comunidades científicas. Estas comunidades se distinguen por compartir un paradigma, probablemente el concepto kuhniano más conocido, lo que significa que los miembros del grupo comparten una constelación de compromisos, prácticas, normas y supuestos, así como maneras de actuar, valores específicos e intereses compartidos.

KUHN Y LAS COMUNIDADES CIENTÍFICAS

En el marco de la teoría de Thomas Kuhn no se puede hablar de una única “comunidad científica” homogénea. En lugar de eso, Kuhn describe una estructura de comunidades científicas que se organizan en varios niveles de

especialización. En el nivel más general, se encuentra la “comunidad de todos los científicos naturales” (2004, p. 296), que abarca a todos los investigadores que se dedican a las ciencias empíricas y naturales, independientemente de su disciplina específica. A un nivel más detallado, las ciencias se dividen en grandes disciplinas como la física, la química, la astronomía y la biología, cada una con sus propias áreas de enfoque y metodologías específicas. Dentro de estas disciplinas amplias, existen subespecializaciones que profundizan aún más en áreas concretas. Por ejemplo, en física, hay ramas como la física de estado sólido, la física de materia condensada y la física de altas energías, que se centran en aspectos específicos de la materia y la energía. De manera similar, en biología, se encuentran campos especializados como la biotecnología, la biología evolutiva, la biología molecular, la genética y la ecología, cada uno aborda distintos aspectos de los organismos vivos y sus interacciones. Así, el concepto kuhniano de “comunidad científica” abarca una jerarquía de grupos interrelacionados, cada uno con sus propios enfoques y objetivos de investigación. Estas comunidades están conectadas por un interés común en la ciencia, pero cada una opera dentro de su propio marco especializado y aborda problemas específicos de acuerdo con su enfoque particular.

Es fundamental subrayar que Kuhn enfatizó de manera significativa la importancia de la estructura comunitaria en la ciencia, particularmente en el contexto de la ciencia que él analizó a mediados del siglo XX. Esta estructura comunitaria se revela como una condición esencial para el desarrollo del conocimiento científico. Por esta razón, la ciencia debe ser entendida como un fenómeno eminentemente social en dos aspectos: en primer lugar, por su propia estructura comunitaria, y en segundo lugar, por su desarrollo intrínsecamente vinculado a la sociedad en la que estas comunidades científicas se insertan y operan. En las últimas seis décadas, los vínculos recíprocos entre la ciencia y la sociedad, así como la interdependencia entre ambos, han aumentado de manera exponencial.

Este crecimiento reflejó una integración cada vez más compleja y profunda en la que el desarrollo científico y las dinámicas sociales se influyen mutuamente, manifestando una interacción dinámica entre ambos dominios.

¿Qué implicaciones tiene la visión de la ciencia que Kuhn presentó hace seis décadas? Entre las diversas consecuencias de su propuesta, Kuhn destaca 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. (2004, p. 294).

Asimismo, las comunidades científicas están constituidas por individuos que han completado una formación profesional y han sido sometidos a un proceso educativo compartido.

Los miembros de una comunidad científica se ven a sí mismos y son vistos por los demás como las únicas personas responsables de la prosecución de un conjunto de metas compartidas, incluyendo entre ellas la formación de sus sucesores. Entre dichos grupos la comunicación es relativamente plena y los juicios profesionales, relativamente unánimes. (2004, p. 295).

KUHN Y LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y SU COMUNICACIÓN

La formación de los futuros científicos en cada disciplina es, por consiguiente, un componente esencial del ejercicio científico. El análisis filosófico de la ciencia debe, por ende, considerar los métodos y procesos de enseñanza y aprendizaje en las ciencias. Esto implica examinar los aspectos epistemológicos, que se refieren a las condiciones y criterios que determinan cómo las comunidades científicas generan conocimiento, al igual que los aspectos metodológicos que componen el conjunto de procedimientos

que los miembros de una comunidad emplean para tomar decisiones, especialmente cuando se trata de aceptar o rechazar hipótesis y teorías.

En el fragmento citado, Kuhn también alude al proceso de comunicación entre expertos, donde los expertos son los miembros de una cierta comunidad. Según Kuhn, en este contexto homogéneo, la comunicación tiende a ser fluida y eficaz debido a la existencia de un marco compartido de elementos que facilita la comprensión mutua casi completa. No obstante, cuando se intenta la comunicación entre diferentes comunidades científicas, surgen dificultades significativas. Esto debido a que cada comunidad opera bajo un conjunto distinto de supuestos, lo que puede generar barreras en la comprensión mutua y en la transmisión efectiva de conocimientos entre los distintos grupos. Y las dificultades se vuelven significativamente más agudas cuando se trata de la comunicación y difusión social de la ciencia, es decir, de la comunicación y difusión entre las comunidades científicas y el público “no experto”, considerados legos.

El problema de la comunicación es considerablemente más grave doce lustros después. Richard Lewontin, uno de los biólogos, genetistas y evolucionistas más influyentes y respetados a escala mundial, abordó esta cuestión en un artículo publicado en la prestigiosa revista *New York Review of Books*. En este texto, Lewontin decía:

[...] 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. (Lewontin, 2002, párr. 1).

Lewontin se encuentra en una situación similar a la de cualquier ciudadano al enfrentarse a las cuestiones científicas de gran relevancia en el mundo actual. Este es uno de los mayores desafíos que

enfrenta la ciencia, y que debe abordar con urgencia la sociedad que la cultiva. En nuestra sociedad, donde la generación y el consumo del conocimiento científico han llegado a constituirse en elementos fundamentales y decisivos que influyen en todos los planos de la vida, pero donde también se busca mantener un sistema democrático social y político, surge una pregunta crítica:

[...] ¿Cómo puede funcionar el Estado democrático si los ciudadanos dependen del conocimiento experto disponible solo para una pequeña élite, una élite que en su formación y en sus intereses económicos directos representa solo a un sector muy estrecho de la sociedad? (Lewontin, 2002, párr. 2).

Para expresarlo de manera contundente, como lo hace Lewontin:

[...] ¿Por qué la inmigrante salvadoreña que limpia mi oficina creería que ella y el profesor-investigador de Harvard tienen suficientes intereses y una visión del mundo en común como para confiar en mi opinión sobre si su magro salario por hora debería ser gravado para apoyar el Proyecto Genoma Humano? (Lewontin, 2002, párr. 2).

En México no podemos ignorar este problema debido a que somos una sociedad con altos niveles de pobreza y una de las desigualdades en la distribución de la riqueza más alarmantes a nivel mundial. Podríamos plantearnos una pregunta similar: ¿por qué el campesino pobre de Oaxaca, el indígena que migra a la Ciudad de México, el empresario acaudalado o quien escribe estas líneas, deberíamos estar de acuerdo en que nuestros impuestos, o al menos una parte de ellos, se destinen a financiar laboratorios de investigación biotecnológica?

Cuando Kuhn publicó *La estructura de las revoluciones científicas* ya se empezaba a vislumbrar esta tendencia, aunque en realidad se ha venido



© Rafael Pareja. De la serie *Pescadores*, 2012.

intensificado desde la Segunda Guerra Mundial. Hoy en día resulta imposible negar que el conocimiento científico y sus aplicaciones ejercen una profunda influencia en todos los ámbitos de la vida social. Esta influencia es tan omnipresente que incluso un campesino en un rincón remoto de la sierra de Oaxaca, sin tener plena conciencia de ello, podría estar cultivando maíz transgénico, un producto directo de los avances en biotecnología. Incluso las sociedades más desfavorecidas, tanto en términos económicos como en la creación de conocimiento científico y tecnológico, como es el caso de México, no escapan al impacto de la ciencia y la tecnología desarrolladas a nivel global. Sin embargo, al generar muy poco conocimiento por nuestros propios medios, enfrentamos la desventaja de una creciente dependencia, no solo económica, sino también cultural, de las grandes potencias científicas y tecnológicas del mundo que lideran estos avances.

Cabe señalar que la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología hoy requieren de grandes recursos económicos. En un país como el nuestro, donde el capital privado ha mostrado una resistencia persistente a invertir de manera productiva en la creación de conocimiento y en la innovación tecnológica, el Estado ha asumido en gran medida el peso del impulso a estos sectores, ¿Cómo debería decidirse en qué áreas y proyectos se deben invertir

los recursos? ¿Quién debería tener la autoridad para tomar esta decisión? ¿Debería recaer en el poder ejecutivo, en la comunidad científica o en el Congreso de la Unión? Y si así fuera, ¿cuáles científicos deberían participar en los procesos de toma de decisión? En tal caso, ¿qué criterios guiarían estas decisiones? ¿Debería el Congreso tomar estas decisiones en consulta directa con la comunidad científica? Y si se opta por consultar a los científicos, ¿debería incluirse a todos los miembros de la comunidad científica, o solo a sus representantes? En este último caso, ¿quiénes deberían ser considerados como representantes legítimos?: ¿aquellos que son elegidos directamente por la comunidad científica, como ocurre en las academias, o los funcionarios de las instituciones científicas, que con frecuencia son nombrados por personas que no pertenecen al ámbito científico y académico? ¿Y qué papel debería desempeñar el ciudadano común, que en última instancia es quien aporta los fondos a través de su trabajo? ¿No tendría derecho a tener voz en el proceso? Algunos sostendrían que no, argumentando que el ciudadano carece del conocimiento especializado necesario para determinar en qué áreas de investigación es más conveniente invertir o cuáles son las prioridades en ciencia y tecnología. Sin embargo, esto plantea una cuestión más profunda sobre el carácter de nuestra democracia: ¿podemos verdaderamente considerar que vivimos en una sociedad democrática si al ciudadano se le limita a ejercer su derecho al voto cada tres o seis años y luego se le excluye de participar en las decisiones que afectan de manera directa su vida cotidiana y el destino de los recursos que él mismo aporta?

Uno de los grandes dilemas que enfrentan las sociedades contemporáneas en su búsqueda por consolidarse como democracias plenas es la creciente brecha entre la voluntad popular y la complejidad que han alcanzado la ciencia y la tecnología.

En principio, en una sociedad democrática, se espera que el Estado y sus gobernantes actúen en respuesta a los intereses y demandas de la ciudadanía. Sin embargo, a medida que la ciencia y la tecnología han avanzado, han alcanzado un nivel de sofisticación que las hace cada vez más inaccesibles

no solo para el ciudadano común, sino también para muchos especialistas fuera del campo particular de estudio. Thomas Kuhn, en su obra sobre las revoluciones científicas, ya señaló cómo las comunidades científicas desarrollan paradigmas que organizan no solo su forma de pensar, sino también sus métodos y decisiones. Esta dinámica ha llevado a una creciente fragmentación del conocimiento, donde los científicos, al igual que los ciudadanos, enfrentan dificultades para comprender disciplinas ajenas a su especialización.

La ciencia moderna, al dividirse en áreas cada vez más estrechas y específicas, genera una barrera que no solo limita el acceso de la sociedad al entendimiento de sus contenidos, sino que, paradójicamente, restringe también la capacidad de otros científicos para abarcar áreas que no corresponden a su campo de estudio.

Es importante destacar que los ciudadanos no solo esperan, sino que exigen, que los científicos posean un conocimiento genuino y especializado en sus respectivos campos, sustentado en una comprensión objetiva de la realidad que provenga de métodos rigurosos y racionales. Thomas Kuhn hizo una contribución fundamental al reorientar el estudio de la ciencia en el camino correcto: las comunidades científicas tienden progresivamente hacia una mayor especialización y se caracterizan por compartir una constelación de elementos comunes, no solo los conocimientos acumulados en sus disciplinas, sino también un conjunto de valores e intereses compartidos. Esto ha llevado a la comprensión de que la objetividad, la toma de decisiones racionales y el avance del conocimiento científico son mucho más complejos de lo que previamente se asumía. En este sentido, una de las grandes aportaciones de Kuhn ha sido iluminar esta complejidad.

KUHN Y LOS CONCEPTOS DE RACIONALIDAD, OBJETIVIDAD Y PREDICTIBILIDAD

Thomas Kuhn nunca afirmó que el hecho de que la ciencia esté impregnada de valores y de intereses, incluidos los económicos que a menudo influyen en los científicos—como ocurre particularmente hoy



© Rafael Pareja. De la serie *Pescadores*, 2012.

en día en campos como la biotecnología y la farmacología—signifique que los resultados de la ciencia no sean racionales ni objetivos. Más bien, lo que Kuhn destacó es que tanto la racionalidad como la objetividad en la ciencia son el producto de procesos profundamente complejos.

Kuhn no desestimó en absoluto la relevancia de las predicciones ni la capacidad de manipular fenómenos como elementos fundamentales en el proceso de toma de decisiones racionales acerca de la aceptación o el rechazo de hipótesis y teorías científicas. Reconocía que estos factores tienen un peso epistémico importante dentro del método científico.

Kuhn sostuvo que la observación en la ciencia está influenciada por el conocimiento acumulado y las creencias previamente aceptadas. Y, de manera más amplia, esta observación está determinada en gran medida por el paradigma en el que el científico está inmerso. En este punto, Kuhn sigue las ideas de Norwood Russell Hanson.

La predicción de fenómenos, para poder ser evaluada como correcta o incorrecta, depende de la observación. Pero esa observación está filtrada por el paradigma desde el cual el científico percibe el mundo. Un ejemplo claro, como sugería Hanson, es el de un astrónomo geocentrista y uno heliocentrista observando juntos un atardecer desde una playa que mira hacia el poniente.

Aunque ambos observan exactamente el mismo fenómeno físico –el sol descendiendo en el horizonte– sus interpretaciones serán radicalmente diferentes.

El astrónomo que sigue el modelo geocéntrico, convencido de que la Tierra permanece inmóvil mientras el Sol gira a su alrededor, anticipará que en unas horas este se ocultará detrás del horizonte, y agregará que este suceso se repetirá al día siguiente, y todos los días posteriores.

En contraste, el astrónomo partidario del heliocentrismo, que sostiene que es la Tierra la que gira en torno a un sol fijo, explicará el mismo fenómeno desde una óptica distinta. Afirmará que, debido a la rotación de la Tierra, en unas horas seremos arrastrados por este movimiento hasta que el Sol desaparezca de nuestro campo de visión, un evento que se repetirá día tras día y de forma continua.

Ambas predicciones resultarían acertadas desde la perspectiva de cada teoría, lo que demuestra que este tipo de observaciones y predicciones no son suficientes para resolver la controversia entre las concepciones geocéntricas y heliocéntricas. Incluso si ambos reconocieran que están hablando de realidades diferentes, logran adoptar un vocabulario común y coincidieran en afirmaciones como “en unas horas se hará de noche”, la predicción se cumpliría, y ambos estarían de acuerdo, pero este acuerdo no sería útil para determinar quién tiene razón.

Para que los dos astrónomos logran ponerse de acuerdo sobre el tipo de predicción capaz de resolver su disputa, y coincidieran en una misma descripción del fenómeno, sería necesario que al menos uno de ellos modificara su paradigma de manera significativa. Este es, a mi parecer, el punto central de la teoría de Kuhn. Sin embargo, en ciertos periodos, históricos, estos cambios en los paradigmas no ocurren, lo que genera serias dificultades para la comunicación entre quienes trabajan bajo marcos conceptuales distintos. Las diferencias en sus concepciones del mundo crean barreras significativas, y el diálogo se ve constantemente obstaculizado por la incompreensión mutua, lo que perpetúa los malentendidos y los tropiezos en la interacción científica.



© Rafael Pareja. De la serie *Pescadores*, 2012.

El asunto no radica en que Kuhn desestimara la relevancia de las predicciones o de la interacción con la realidad para la modificación de nuestras creencias. En realidad, nunca cuestionó que las diversas disciplinas científicas proporcionan un conocimiento genuino de la realidad, un conocimiento que permite intervenir de manera efectiva en ella mediante la formulación de predicciones acertadas y la manipulación de fenómenos de diversas índoles.

No obstante, Kuhn enfatizó que este proceso se desarrolla en un contexto de gran complejidad, donde cada paradigma establece las pautas sobre lo que constituye una observación válida. Aún más, destacó que lo que los miembros de una comunidad científica consideran como observaciones pertinentes en un campo específico, está profundamente influenciado por el paradigma que orienta su trabajo.

KUHN Y LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

¿Cómo podemos siquiera comenzar a abordar el dilema que las complejísimas ciencias y tecnologías modernas imponen a las sociedades democráticas? A mi juicio, es necesario una mayor participación pública en la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología, su impacto e importancia en la

sociedad, en efecto, a ser capaces de asimilar esa información en el enriquecimiento de la propia vida, formar juicios independientes sobre asuntos controvertidos relacionados con la ciencia, ser conscientes de los interrogatorios éticos y desafíos ambientales que plantean las nuevas fronteras de la ciencia y la tecnología. Es conocimiento no solo de las potencialidades de la ciencia sino también de sus incertidumbres, de sus riesgos y de los interrogantes éticos que plantea.

Además, deben reconocer que las comunidades científicas se articulan en torno a conjuntos de valores, de creencias, de intereses, de técnicas, de prácticas y de métodos racionales de decisión, que también a menudo pueden dar lugar a confrontaciones irracionales tanto dentro de estas comunidades como entre ellas. Todo esto es algo que Kuhn ya vislumbró hace más de seis décadas.

Pero también es fundamental que el ciudadano comprenda que esas son las condiciones que hacen posible la generación del conocimiento científico. A lo largo del tiempo, las disciplinas han desarrollado procedimientos rigurosos y sistemáticos para aceptar o rechazar creencias que conducen a formular predicciones precisas y a la capacidad de intervenir de manera efectiva en la naturaleza y la sociedad, aunque a veces esas creencias puedan ser comunicadas al público de forma tergiversada, especialmente

cuando intereses económicos poderosos interfieren en la transmisión de la información. Un ejemplo reciente de esta problemática es el debate global en torno al impacto del maíz transgénico en México, que en los últimos años ha sido distorsionado por esos intereses.

KUHN Y LA FORMACIÓN DE NUEVOS CIENTÍFICOS, TECNÓLOGOS Y MEDIADORES

Pero para que estas ideas puedan ser transmitidas de manera efectiva y comprensible al ciudadano común, a los gobernantes y legisladores, es indispensable contar con un equipo diverso y altamente capacitado. Este equipo debe incluir expertos en la enseñanza de las ciencias, comunicadores y gestores en ciencia y tecnología que tengan una perspectiva sólida de la ciencia y sus complejas interacciones con la sociedad.

En síntesis, a más de doce lustros de la publicación de la *Estructura de las revoluciones científicas*, la mejor forma de valorar el trabajo de Thomas Kuhn es reconociendo que la ciencia se origina y se desarrolla a través de un entramado de interacciones entre diversos contextos. En primer lugar, está el contexto de la investigación y la innovación, donde es fundamental llevar a cabo análisis epistemológicos y metodológicos rigurosos. En segundo lugar, los contextos de comunicación son igualmente vitales, y abarcan no solo el intercambio entre pares dentro de una misma disciplina, sino también el diálogo entre científicos de diferentes comunidades, así como la comunicación hacia y desde el público en general. Además, es crucial considerar los contextos de evaluación y gestión, que se dividen en evaluaciones internas y externas.

La evaluación interna es realizada por los expertos de la comunidad científica, quienes analizan y validan los avances en sus respectivos campos.

En contraste, la evaluación externa no solo corresponde a gestores y especialistas en políticas científicas, sino también abarca la participación activa de la sociedad en su conjunto.

© **Rafael Pareja**. De la serie *Pescadores*, 2012.



Ante la complejidad inherente al fenómeno científico y tecnológico, se puede llegar a la conclusión de que en México es imperativo formar a un número significativo de científicos y tecnólogos que sean plenamente conscientes de la responsabilidad social que conlleva su trabajo y del impacto cultural y social que sus productos pueden generar. Asimismo, es necesario reconocer que ya no podemos permitirnos posponer la formación de profesores de ciencias, de comunicadores y de expertos en gestión y diseño de políticas científicas de alto nivel. Estos especialistas deben contar con una formación sólida que les permita realizar un análisis crítico de la ciencia y la tecnología. Cabe subrayar que, aunque esta responsabilidad debe ser compartida por toda la sociedad, recae de manera particular en las instituciones de investigación científica y tecnológica, y en las universidades. Estas entidades poseen la mayor capacidad, tanto en términos humanos como materiales, para

llevar a cabo tareas de investigación y de docencia que, además, son financiadas por recursos públicos.

REFERENCIAS

- Kuhn T (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE, México.
- Lewontin R (2002 May 9). *The politics of science*. *New York Review of Books*, 49(8). https://www.nybooks.com/articles/2002/05/09/the-politics-of-science/?lp_txn_id=1608477.
- Stegmuller W (1983). *Estructura y dinámicas de teorías*. Ariel, Barcelona.
- Moulines CU (2015). *Popper y Kuhn. Dos gigantes de la filosofía de la ciencia*. Bonalietra Alcompás, España.
- González Fernández W (2004). *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*. Trotta, Madrid.
- Pérez Ransanz AR (1999). *Kuhn y el cambio científico*. FCE, México.
- Lorenzano P y Nudler O (2012). *El camino desde Kuhn. La inconmensurabilidad hoy*. Biblioteca Nueva, Madrid.

Arturo Santos Raga
Universidad Veracruzana
arsantos@uv.mx

