

LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*

UN PAPEL PARA LA HISTORIA

La ciencia normal, actividad a la que la mayor parte de los científicos dedican casi todo su tiempo, se apoya sobre el supuesto de que la comunidad científica sabe cómo es el mundo. Gran parte del éxito de la empresa deriva de la disposición de la comunidad a defender este supuesto, si fuere necesario a un costo considerable. La ciencia normal, por ejemplo, con frecuencia suprime novedades fundamentales porque son necesariamente subversivas a sus supuestos básicos. No obstante, ... la misma naturaleza de la investigación normal asegura que la novedad no será suprimida por mucho tiempo. A veces un problema normal, que debería resolverse mediante las reglas y procedimientos conocidos, se resiste a las embestidas reiteradas de los miembros más hábiles del grupo dentro de cuya competencia cae. En otras ocasiones una pieza de equipo diseñada y construida para un propósito de la investigación normal no se comporta de la manera anticipada, revelando una anomalía que no puede, a pesar de repetidos esfuerzos, ser alineada con la expectativa profesional. Cuando ... la profesión ya no puede evadir las anomalías que subvierten la tradición existente de la práctica científica empiezan las investigaciones extraordinarias que llevan a la profesión por fin a una nueva serie de supuestos, a una nueva base para la práctica de la ciencia. Estos episodios extraordinarios en los cuales ocurre el cambio de los supuestos profesionales se conocen como revoluciones científicas....

.....

LA RUTA A LA CIENCIA NORMAL

En este ensayo, "ciencia normal" significa aquella investigación que está firmemente basada sobre algún o algunos logros científicos pasados (que llamaremos *paradigmas*) los cuales reconoce por algún tiempo una comunidad científica particular como el fundamento para seguir con su actividad.... La *Física* de Aristóteles, el *Almagesto* de Ptolomeo, los *Principia* y la *Óptica* de Newton, la *Electricidad* de Franklin, la *Química* de Lavoisier y la *Geología* de Lyell, estas y muchas otras obras han servido implícitamente por algún tiempo para definir los problemas y métodos legítimos de un campo de investigación para generaciones sucesivas de practicantes. Fueron capaces de ello porque compartían dos características esenciales. Su realización fue lo suficientemente novedosa como para atraer a un grupo duradero de adherentes y alejarlos de otros modos competidores de hacer ciencia. Fueron lo suficientemente amplios como para dejar abiertos toda una serie de problemas a la resolución del grupo redefinido de practicantes.

El estudio de los paradigmas ... es lo que prepara principalmente al estudiante que será miembro de la comunidad científica específica en la cual trabajará más adelante. Aquellos hombres, cuya investigación está basada sobre paradigmas compartidos, están comprometidos a seguir las mismas reglas y normas en la práctica científica. Este

compromiso y el consenso evidente que esto produce son prerequisites para la ciencia normal, esto es, para la génesis y continuación de una tradición particular de investigación.

.....

La historia nos sugiere que el sendero que lleva a un consenso firme de investigación es extraordinariamente arduo.... También nos sugiere algunas razones que explican las dificultades que se encuentran en ese sendero. En ausencia de un paradigma o algún candidato a paradigma, todos los hechos que serían pertinentes al desarrollo de una ciencia dada parecerán igualmente atinentes. Como resultado de esto, las primeras recolecciones de hechos constituyen una actividad mucho más azarosa que aquella que hace familiar el subsiguiente desarrollo científico. Es más, al no haber ninguna razón para buscar una información más recóndita, estas primeras recolecciones de hechos generalmente se restringen a los datos que están a mano.... Debido a que las artes industriales constituyen una fuente fácilmente accesible de hechos que no podrían ser descubiertos casualmente, la tecnología ha tenido con frecuencia un papel vital en la emergencia de ciencias nuevas.

.....

En las primeras etapas del desarrollo de cualquier ciencia los diferentes hombres que hacen frente al mismo campo de fenómenos, aunque por lo general no los mismos fenómenos particulares, los describen e interpretan de distinta manera. Lo que es sorprendente, y tal vez único en el grado en que se presenta en los campos que llamamos ciencias, es que tales divergencias iniciales lleguen en gran parte a desaparecer.

Esta desaparición es usualmente causada por el triunfo de alguna escuela preparadigmática, la cual, debido a sus propias creencias y preconcepciones características, va a enfatizar sólo alguna parte especial del vasto campo primitivo de información.... Para ser aceptada como paradigma, una teoría debe ser mejor que sus competidoras, pero no necesita, y de hecho nunca logra, explicar todos los hechos a los cuales se enfrenta.

.....

Cuando, en el desarrollo de una ciencia natural, un individuo o grupo produce una síntesis que es capaz de atraer a la mayoría de los practicantes de la próxima generación, tenderán a desaparecer las escuelas más viejas. En parte, esta desaparición es causada por la conversión de sus miembros al nuevo paradigma.... El nuevo paradigma implica una definición nueva y más rígida del campo.... A veces es precisamente esta recepción de un paradigma lo que transforma a un grupo que estaba previamente interesado meramente en el estudio de la naturaleza en una profesión o, por lo menos, en una disciplina....

Esta definición más rígida del grupo científico tiene otras consecuencias. Cuando el científico individual puede dar por sentado un paradigma, ya no necesita, en sus obras mayores, intentar construir de nuevo su campo, empezando desde los primeros principios y justificando el uso de cada concepto introducido. Esto se deja al que escribe

libros de texto. Supuesto el libro de texto, sin embargo, el científico creativo puede empezar su investigación donde aquél termina, y así concentrarse exclusivamente sobre los aspectos más sutiles y esotéricos de los fenómenos naturales que conciernen a su grupo.... Sus investigaciones ya no estarán contenidas en libros dirigidos, como ... el *Origen de las especies* de Darwin, a cualquier persona que pudiera estar interesada en el objeto de estudio del campo. En su lugar, generalmente aparecerán como artículos breves dirigidos sólo a los colegas profesionales, aquellos hombres cuyo conocimiento del paradigma compartido puede suponerse y quienes resultan ser los únicos capaces de leer los trabajos dirigidos a ellos.

.....

LA NATURALEZA DE LA CIENCIA NORMAL

No es parte del propósito de la ciencia normal buscar nuevos tipos de fenómenos; de hecho, aquellos que no caben en la caja probablemente no serán vistos del todo. Los científicos por lo general tampoco buscan inventar nuevas teorías, y a menudo son intolerantes hacia aquellas inventadas por otros. Más bien, la investigación de la ciencia normal está dirigida a la articulación de aquellos fenómenos y teorías que ya son proporcionados por el paradigma.

Las áreas investigadas por la ciencia normal son, claro está, minúsculas.... Al enfocar la atención en un campo pequeño de problemas relativamente esotéricos, el paradigma obliga a los científicos a que investiguen una parte de la naturaleza en un detalle y con una profundidad que de otra manera serían inimaginables. Pero la ciencia normal posee un mecanismo inherente que asegura la relajación de las restricciones que limitan la investigación cuando el paradigma del cual se derivan deja de funcionar efectivamente. En ese momento los científicos empiezan a comportarse de manera distinta y la naturaleza de los problemas que investigan cambia. Mientras tanto, sin embargo, durante el período en que tiene éxito el paradigma, la profesión habrá resuelto problemas que sus miembros escasamente hubieran imaginado y no hubieran nunca atacado si no fuera por su compromiso con un paradigma. Y por lo menos una parte de ese logro resultará ser permanente.

.....

LA CIENCIA NORMAL COMO RESOLUCIÓN DE ACERTIJOS

El llevar un problema de investigación normal a una conclusión ... requiere la resolución de toda una serie de complejos acertijos instrumentales, conceptuales y matemáticos. El hombre que triunfa prueba ser un experto descifrador de acertijos y el reto que constituye el acertijo es una parte importante de lo que lo impulsa a seguir adelante.

.....

La empresa científica considerada como un todo de vez en cuando resulta ser útil, abre nuevos territorios, muestra orden y pone en cuestión creencias por mucho tiempo aceptadas. Sin embargo, *el individuo* que se dedica a un problema normal de investigación, *rara vez hace alguna de estas cosas*. Una vez comprometido, su motivación es de otra naturaleza. Lo que lo reta entonces es la convicción de que, si

posee suficiente talento, tendrá éxito en resolver un acertijo que nadie había podido resolver antes o tan bien....

.....

LA ANOMALÍA Y EL SURGIMIENTO DE DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS

La distinción entre descubrimiento e invención, o entre hecho y teoría, resulta exageradamente artificial.... Un descubrimiento comienza con el percatarse de una anomalía, esto es, con el reconocimiento de que la naturaleza ha violado de alguna manera las expectativas inducidas por el paradigma que gobierna la ciencia normal. Continúa después con una exploración más o menos extendida del área de la anomalía. Y se cierra solamente cuando la teoría del paradigma se ha ajustado de manera tal que pueda esperarse la anomalía. El asimilar un nuevo tipo de hecho requiere mucho más que un ajuste aditivo de la teoría y hasta que no se haya completado ese ajuste –hasta que la ciencia no haya aprendido a ver la naturaleza de una manera distinta– un hecho nuevo no será propiamente un hecho científico en absoluto....

.....

Los resultados que llevan finalmente a la novedad no podrían ocurrir sin aparatos especiales construidos principalmente para funciones anticipadas. Incluso, cuando existe el aparato, la novedad se hace patente generalmente sólo para aquel hombre que, conociendo *con precisión* lo que debe esperar, es capaz de percatarse de que algo ha salido mal. La anomalía aparece sólo contra el telón de fondo que proporciona el paradigma. Mientras más preciso sea éste y mayor su alcance, proveerá un indicador más sensible para anomalías y, por ende, para ocasionar el cambio paradigmático.... Al asegurar que el paradigma no se dará por vencido fácilmente, la resistencia garantiza que los científicos no sean fácilmente distraídos y que las anomalías que llevan al cambio paradigmático penetren hasta el meollo del conocimiento existente....

.....

LA CRISIS Y EL SURGIMIENTO DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

Debido a que demanda destrucción de paradigmas en gran escala, así como cambios mayores en los problemas y técnicas de la ciencia normal, la emergencia de nuevas teorías es precedida generalmente por un período de acentuada inseguridad profesional. Como sería de esperar, esta inseguridad es generada por el fracaso persistente de los acertijos de la ciencia normal en producir los resultados esperados. El fracaso de las leyes existentes es el preludio para la búsqueda de nuevas leyes....

.....

Los filósofos de la ciencia han demostrado repetidamente que más de una construcción teórica puede ser sobrepuesta a una colección dada de hechos. La historia de la ciencia indica que, particularmente en las primeras etapas de desarrollo de un nuevo paradigma, no es muy difícil inventar tales alternativas. Pero es precisamente esa invención de alternativas la que los científicos rara vez emprenden, a menos que estén en una etapa

preparadigmática en el desarrollo de su ciencia o en ocasiones muy especiales durante su evolución subsiguiente. En tanto las herramientas que proporciona el paradigma sigan siendo capaces de resolver los problemas que este define, la ciencia se moverá más rápidamente y penetrará más hondo a través del empleo confiado de estas herramientas. La razón es clara. Ocurre igual en la ciencia como en la industria: el cambio de herramientas constituye una extravagancia que se reserva para ocasiones que realmente lo demanden. El significado de las crisis descansa en la indicación que puedan dar de que ha llegado el momento para cambiar herramientas.

LA RESPUESTA A LA CRISIS

Una vez que ha alcanzado el status de paradigma, una teoría científica sólo es declarada inválida si existe un candidato alternativo que tome su lugar. El estudio histórico no ha mostrado ningún proceso de desarrollo científico que se asemeje al estereotipo metodológico de la falsación mediante la comparación directa con la naturaleza. Esta observación no significa que los científicos no rechacen teorías científicas, o que la experiencia y el experimento no sean esenciales para el proceso en que sí lo hacen. Pero significa ... que el acto de juicio que lleva a los científicos a rechazar una teoría previamente aceptada está basado siempre en algo más que la simple comparación de la teoría con el mundo. La decisión de rechazar un paradigma es simultánea siempre con la decisión de aceptar otro, y el juicio que lleva a esa decisión implica la comparación de ambos paradigmas con la naturaleza y entre sí.

.....

No es posible emprender una investigación sin tropezar con contra-ejemplos. ¿Pues qué es lo que diferencia la ciencia normal de una ciencia en estado de crisis? Con seguridad, no es el hecho de que la primera no encuentre contra-ejemplos. Por el contrario, ... los acertijos que constituyen la ciencia normal existen sólo porque no hay un paradigma ... que pueda resolver todos sus problemas completamente. Los pocos que han parecido hacerlo (v. gr., la óptica geométrica) prontamente han dejado de proporcionar del todo problemas para la investigación y se han constituido más bien en herramientas de la ingeniería. A excepción de aquellos que son puramente instrumentales, todo problema que es considerado por la ciencia normal como un acertijo puede ser considerado, desde otro punto de vista, como un contra-ejemplo y por ende como una fuente de crisis....

.....

Si una anomalía ha de provocar una crisis, ha de ser algo más que una simple anomalía. Siempre existen dificultades al querer hacer corresponder el paradigma con la naturaleza; tarde o temprano, la mayoría son despejadas, a menudo mediante procesos que no podían haber sido previstos. El científico que se detiene a examinar cada anomalía que encuentra no podrá realizar trabajos significativos. Por lo tanto debemos preguntarnos qué es lo que hace a una anomalía merecedora de un escrutinio concertado y para esa pregunta probablemente no existe una respuesta completamente general A veces una anomalía pondrá en duda generalizaciones explícitas y fundamentales de un paradigma.... Una anomalía sin aparente importancia fundamental puede provocar una crisis si las aplicaciones que inhibe son de una importancia práctica particular.... O bien, el desarrollo de la ciencia normal puede transformar una anomalía que previamente había sido una simple molestia en una fuente de crisis....

Cuando, por estas razones o por otras similares, una anomalía parece ser más que un simple acertijo de la ciencia normal, ha empezado la transición a la crisis y a la ciencia extraordinaria. La profesión viene ahora a reconocer más generalmente a la anomalía como tal. Se le presta más y más atención por parte de más y más hombres eminentes del campo. Si continúa resistiéndose, lo que por lo común no sucede, muchos de ellos pueden llegar a considerar su resolución como *la* materia de estudio de su disciplina Los primeros ataques al problema resistente habrán seguido de cerca las reglas del paradigma. Pero al aumentar la resistencia, más y más ataques sobre ella habrán implicado alguna articulación menor, o no tan menor, del paradigma, no siendo iguales ninguna de ellas A través de esta proliferación de articulaciones divergentes (que más y más frecuentemente se llegarán a describir como ajustes *ad hoc*), se harán cada vez más borrosas las reglas de la ciencia normal. Aunque todavía exista un paradigma, pocos practicantes parecerán estar totalmente de acuerdo sobre lo que sea. Incluso se ponen en duda las soluciones antes consideradas clásicas a problemas resueltos.

.....

Todas las crisis empiezan con un obscurecimiento de los límites del paradigma y consecuentemente con un aflojamiento de las reglas para la investigación normal. A este respecto, la investigación durante la crisis se asemeja mucho a la investigación del período preparadigmático, aunque en aquélla la extensión de la divergencia es menor y más claramente definida. Todas las crisis terminan con el surgimiento de un nuevo candidato a paradigma y la subsiguiente lucha sobre su aceptación....

La transición de un paradigma en crisis a uno nuevo, del cual pueda emerger una nueva tradición de ciencia normal, dista mucho de ser un proceso acumulativo, que pueda alcanzarse mediante la articulación o extensión del paradigma viejo. Más bien, es una reconstrucción del campo desde nuevos fundamentos, una reconstrucción que cambia algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del campo, así como algunos métodos y aplicaciones del paradigma....

.....

LA NATURALEZA Y NECESIDAD DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS

El escogimiento entre paradigmas rivales no es ni puede ser determinado meramente por los procedimientos evaluativos característicos de la ciencia normal, pues estos dependen en parte de un paradigma particular y ese paradigma está en cuestión. Cuando los paradigmas entran, como deben, a un debate., su papel es necesariamente circular. Cada grupo emplea su propio paradigma para argüir en su defensa.

Claro está que la resultante circularidad no hace ni erróneos ni inefectivos los argumentos. La persona que emplea un paradigma como premisa al argüir en su defensa puede, no obstante, proporcionar una exhibición clara de cómo sería la práctica científica para aquellos que adoptaran el nuevo punto de vista. Esta exhibición puede ser enormemente persuasiva y a menudo puede compeler. Sin embargo, cualquiera que sea su fuerza, el status del argumento circular es sólo el de la persuasión. No puede hacerse lógica y ni siquiera probabilísticamente convincente para aquellos que se niegan a entrar en su círculo....

.....

Las diferencias entre paradigmas sucesivos son tan necesarias como irreconciliables... Paradigmas sucesivos nos dicen cosas diferentes sobre la población del universo y sobre el comportamiento de esa población. Esto es, difieren sobre cuestiones tales como partículas subatómicas, la materialidad de la luz y la conservación del calor o de la energía. Estas son las diferencias substantivas entre paradigmas sucesivos y no requieren más ilustración. Pero los paradigmas difieren no sólo en sustancia, pues están dirigidos no solo a la naturaleza sino que regresan a la ciencia que los produjo. Son la fuente de los métodos, del campo de problemas y de las normas de solución aceptadas por cualquier comunidad científica madura en cualquier tiempo dado. Como resultado, la recepción de un paradigma con frecuencia requiere una redefinición de la ciencia correspondiente. Algunos problemas viejos pueden ser relegados a alguna otra ciencia o completamente declarados "no científicos". Otros que eran previamente inexistentes o triviales pueden mediante un nuevo paradigma llegar a ser los arquetipos de logros científicos significativos. Y así como cambian los problemas, también con frecuencia cambia la norma que distingue una solución científica real de una mera especulación metafísica. La tradición científica normal que emerge de una revolución científica es no solo incompatible sino que, con frecuencia, incluso inconmensurable con la que la ha precedido.

.....

LA RESOLUCIÓN DE LAS REVOLUCIONES

Los debates entre paradigmas no son realmente sobre su habilidad relativa para resolver problemas... El asunto consiste en cuál paradigma debe guiar en el futuro la investigación de los problemas, muchos de los cuales no pueden ser resueltos en el presente por ninguna de las teorías competidoras. Se requiere una decisión entre modos alternativos de practicar la ciencia y bajo las circunstancias esa decisión debe basarse menos sobre los logros pasados que sobre la promesa futura. El hombre que acoge un nuevo paradigma en una etapa temprana debe hacerlo a menudo desafiando la evidencia acumulada por la resolución de problemas. Esto es, debe tener fe en que el nuevo paradigma triunfará con los muchos grandes problemas a que se verá enfrentado, sabiendo solamente que el antiguo paradigma ha fallado con unos pocos. Una decisión de este carácter solo puede hacerse sobre un acto de fe. StatCounter - Free Web Tracker and Counter