

EL PARADIGMA CIENTÍFICO SEGÚN KUHN. DESARROLLO DE LAS CIENCIAS: DEL CONOCIMIENTO ARTESANAL HASTA LA CIENCIA NORMAL

Dr. Ricardo Rafael Contreras

Laboratorio de Organometálicos, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida – 5101 – Venezuela. Telf. 274-240.1380

E-mail: ricardo@ula.ve

La noción de paradigma ha jugado un papel importante en la historia y filosofía de la ciencia a partir de la obra de Thomas Samuel Kuhn, “*The Structure of Scientific Revolutions* (Estructura de la Revoluciones Científicas) de 1969 [Ferrater Mora, 2001]. T. S. Kuhn, inició su trayectoria profesional en el campo de la Física, pero interesado por la historia de la ciencia, dedicó gran parte de su tiempo y talento a esclarecer algo que no concordaba entre la ciencia que había estudiado y la historia de la ciencia que estaba estudiando. De esta confrontación surgió una reflexión filosófica a partir de la cual construye su tesis central: las nuevas teorías científicas no nacen por verificación ni por falsación, sino por sustitución; esta sustitución es muy compleja, laboriosa y penosa en cada caso. Pero, ¿sustitución de qué?; sustitución de un modelo explicativo al que denominó “paradigma” [Serrano, 1990]. Margaret Masterton nos habla de veintiuna formas diferentes en las cuales T. S. Kuhn utiliza la palabra paradigma. A los efectos de una primera aproximación destacaremos cuatro:

1. Los paradigmas son realizaciones científicas universalmente reconocidas (dogmáticas) que, durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica en particular.

2. Los paradigmas son realizaciones científicas que en primer lugar carecen de precedentes como para atraer a un grupo duradero de partidarios, pero que son lo suficientemente incompatibles como para dejar problemas a resolver.
3. El paradigma puede ser visto también como un modelo o patrón aceptado tal como una decisión judicial es aceptada en el derecho común.
4. Finalmente en el "Postdata a la Edición de 1969", Kuhn ante las dificultades derivadas de las múltiples connotaciones dadas al término paradigma, construye una generalización y señala que: "el paradigma es aquello que comparten los miembros de una comunidad científica en particular" (ésta definición es quizá la más aceptada).

Kuhn desarrolla en su tesis dos componentes esenciales del paradigma: una "matriz disciplinaria" y un "componente sociológico". Acerca de la matriz disciplinaria podemos decir que: se compone de generalizaciones simbólicas o expresiones simbólicas de las teorías o leyes y se caracteriza por la existencia de modelos particulares o modelos heurísticos, valores compartidos como juicios de exactitud y ejemplares o modelos típicos de resolución de problemas. A estos cuatro componentes de la matriz disciplinaria podemos agregar, de acuerdo al propio T. S. Kuhn, otros elementos como la instrumentación, el lenguaje propio, los libros de texto y las comunicaciones. El componente o factor sociológico cubre las relaciones que se establecen entre los miembros de la comunidad que comparte el paradigma. En este punto podemos observar cómo aquellas personas que trabajan e investigan dentro de un paradigma en particular, lo que sería hacer "ciencia normal", tienden a compartir intereses sociológicamente afines. De esta forma, investigadores de las más diversas culturas y que solo comparten el paradigma propiamente, pueden salvar obstáculos

de orden cultural y entenderse sin problemas. El ejemplo más plausible lo encontramos en las conferencias o congresos internacionales, en los cuales los científicos de las más diversas nacionalidades comparten sus trabajos, anhelos y metas.

LA CIENCIA NORMAL SEGÚN KUNH

La ciencia es generalmente catalogada como una búsqueda de conocimiento que lleva a comprender la naturaleza de las cosas. Dentro de esta búsqueda, “ciencia normal”, vendría a ser una ciencia basada en las realizaciones científicas anteriormente aceptadas como verdaderas por una comunidad. Esta definición nos significa que la ciencia normal es una búsqueda de conocimiento dentro del paradigma. Entonces, la ciencia normal sería un elemento constructivo que permite el desarrollo y afianzamiento del paradigma, pues aquí los resultados obtenidos son esperados o predeterminados. Por lo tanto, es cualidad de la ciencia normal que sus métodos sean aceptados por la comunidad científica y sus resultados sean sujeto de publicación, primero en la literatura original (revistas especializadas) y luego en libros de texto, los cuales constituyen el sitio donde se encuentran de forma más clara los fundamentos, soluciones y orientaciones.

La ciencia normal posee como fundamento un tipo de investigación que podemos llamar convergente, investigación que ayuda a la articulación del paradigma. Sería característico observar un afán por ampliar las fronteras del paradigma llenando los espacios vacíos o incursionar en áreas, aceptadas por el paradigma, pero no estudiadas hasta ese momento. Otro aspecto característico de la ciencia normal, es un cierto proceso de depuración de los conceptos y resultados que sirven de fundamento. En este sentido, la ciencia auxiliada por la “investigación normal”, pretende depurar los conceptos y revisar la

exactitud de los resultados, aclarando allí donde la penumbra de la duda opaca la visión de los científicos.

En cuanto a la clase de fenómenos que se investigan, la ciencia normal solo toma en cuenta aquellos que el paradigma reconoce como ejemplares útiles, es decir, fenómenos que se ajustan a los parámetros establecidos por el paradigma. La ciencia normal ha definido tres tipos de fenómenos que son dignos de señalar: a) fenómenos fácticos que desde la perspectiva del paradigma son relevantes (v.gr. temperatura, acidez, fórmulas, concentraciones, etc.); b) fenómenos que no tienen mucho interés intrínseco, pero que son relevantes pues pueden ser objeto de comparación con las predicciones del paradigma (v.gr. longitudes de onda específicas de absorción o emisión de un elemento químico) y c) investigación de las ambigüedades, lo cual contribuye definitivamente a aclarar las definiciones paradigmáticas. La naturaleza de los hechos a investigar exige el desarrollo de instrumentos, que como prolongación de los sentidos, permiten al investigador indagar y precisar en detalle los hechos. La ciencia normal se presenta como un arte de resolver los acertijos que se presentan dentro del paradigma. Ahora bien, esto no excluye que se plantee la innovación y el descubrimiento, pues la ciencia normal podría entrar en crisis ante la aparición de anomalías, y como le sucedió a la tesis del flogisto¹, dar lugar a un nuevo paradigma que explique mejor los resultados experimentales. La acumulación de anomalías

¹ Flogisto: (del latín moderno *phlogisticum* y del griego *phlogistos*, "inflamable"). Sustancia que constituye la materia del fuego. *Teoría del flogisto*: Teoría formulada a principios del siglo XVIII por Stahl, alumno de Becher, quien propuso los fundamentos de la misma. Según Becher, los constituyentes de toda materia son aire, agua y las tres "tierras": tierra inflamable (*terra pinguis*), la mercurial y la fusible (o vitriosa). Las tres tierras corresponden a los tres principios de los alquimistas (sal, azufre y mercurio). Para Becher el principio de la combustión era una pérdida de materia. Stahl supuso la existencia del flogisto, que se escapaba por la combustión y se transformaba en otras sustancias. Así, consideró que un metal era una mezcla de "cal" (característica de cada metal) y flogisto. Al calentar el cinc la reacción que se producía era: "cinc metálico + aire + calor → "cal de cinc" + flogisto. Esta teoría predominó en el siglo XVIII. Scheele y Priestley fueron sus últimos defensores. Mediante sus experiencias acerca de combustión y su uso de la balanza, Lavoisier la descartó de manera definitiva. (J. Angenault, "Diccionario de Química", CECSA, México, 1998)

empieza por fracturar el viejo paradigma y se produce una “revolución científica”, que desemboca en novedades fácticas o descubrimientos y en novedades teóricas o invenciones. Comienza en ese momento la sustitución del antiguo paradigma por el nuevo, el cual, es capaz de explicar dichas anomalías y transformarlas en ejemplares de una nueva matriz disciplinaria. En la tesis de Kuhn, un paradigma nuevo es incompatible con el paradigma al que sustituye. Se trata de una relación de “inconmensurabilidad”, expresión con la que se quiere afirmar que: ya que cada teoría individual fija un significado para todos sus términos de manera holística, puede bastar incluso una pequeña variación en la teoría para que los significados de todos los términos cambien radicalmente. Esta situación es especialmente palpable cuando se trata de las magnitudes físicas. Por ejemplo, los términos “masa”, “velocidad”, “energía”, tienen significados completamente distintos en el caso de la mecánica clásica Newtoniana respecto de la relatividad especial. En la relatividad vale el “principio de equivalencia masa-energía” ($E=mc^2$), que no es válido en la física clásica [Reichenbach, 1988]. Se deduce de ahí que los conceptos de *masa*, *velocidad*, *energía*, (obedeciendo a leyes distintas) deberán tener, en cada una de las dos teorías, significados distintos o lo que es lo mismo, inconmensurabilidad entre sí [M. L. Dalla Chiara y G. Toraldo di Francia, 2001].

Una de las razones por las cuales la ciencia normal tiene éxito es que aquellos que la practican se concentran en los problemas y sus soluciones. Para entender a la ciencia normal Kuhn ha desarrollado una analogía interesante con la resolución de un rompecabezas (*puzzle*). Parafraseando a Kuhn podemos decir que el paradigma constituye la base y el ser del rompecabezas. La finalidad de este juego es concluir su construcción, esto es, insertar las piezas correctas en las posiciones correctas. Este proceso lo podemos

llamar “investigación normal”, que sería la utilizada por la ciencia normal para adelantar el nuevo conocimiento. Existen muchas formas de resolver el rompecabezas y si éste posee piezas incompatibles, se hace necesario realizar una depuración, con la finalidad de determinar aquellas piezas que intervienen y diferenciarlas de aquellas piezas que a pesar de la similitud no encajan y en realidad forman parte de otro juego, lo que en investigación se conoce como artefactos². Por último sabemos que el rompecabezas, sea cual sea su forma, tiene “a priori” una solución, como en ciencia normal los resultados son predichos por el paradigma. El éxito en la conclusión del juego radica en el esfuerzo y la paciencia que posea el jugador. Estas mismas características deben estar presentes en el científico, el cual sabe que desde el paradigma, todos los acertijos planteados, sea cual sea el enfoque, tendrían solución, pero que la misma exige esfuerzo, paciencia y trabajo arduo.

EL DESARROLLO CIENTÍFICO: DE LAS ARTESANÍAS A LA CIENCIA NORMAL

“A falta de un paradigma o de algún candidato a paradigma, todos los hechos que pudieran ser pertinentes para el desarrollo de una ciencia dada tienen probabilidades de parecer igualmente importantes. Como resultado de ello, la primera reunión de hechos es una actividad mucho más fortuita que la que resulta familiar después del desarrollo científico subsiguiente. Además, a falta de una razón para buscar alguna forma particular de información más recóndita, la primera reunión de hechos y datos queda limitada habitualmente al caudal de datos de que dispone. El instrumental resultante de hechos contiene los accesibles a la observación y la experimentación casual, junto con algunos

² Artefacto: ... “5. En los experimento biológicos, formación producida exclusivamente por los reactivos empleados y perturbadora de la recta interpretación de los resultados obtenidos”... (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2001)

datos más esotéricos procedentes de artesanías establecidas, tales como la medicina, la confección de calendarios y la metalurgia. Debido a que las artesanías son una fuente de accesible de hechos que fortuitamente no podrían descubrirse, la tecnología ha desempeñado frecuentemente un papel vital en el surgimiento de las nuevas ciencias” [T. S. Kunh, 1995]

Cuando se empieza a desarrollar un paradigma y la ciencia normal salta a la palestra, cualquier información, observación o hecho, se constituye en piedra angular para la construcción del paradigma. De esta manera la ciencia atraviesa en sus inicios por una etapa que consiste en la simple colección de hechos observados, a veces de forma fortuita, cuya interpretación marca la pauta a las investigaciones sucesivas. Circunstancias de este tipo las encontramos a lo largo de la historia de la ciencia. Por ejemplo podríamos citar al físico Hans Cristian Oersted (1777-1851), quien observó la desviación de una aguja magnética bajo la acción de la corriente eléctrica, estableciendo la conexión entre los fenómenos eléctricos y los magnéticos, investigados hasta ese momento de forma separada. Esta simple y hasta casual observación podríamos decir que sirve de fundamento a la moderna ciencia del electromagnetismo. Ahora, ésta y otras observaciones solo fueron posibles gracias a la presencia de una cierta tecnología que se ha desarrollado independientemente y por razones básicamente utilitarias.

Si seguimos analizando el desarrollo de la física del electromagnetismo, tenemos que pensar ineludiblemente en la presencia de la metalurgia (artesanías) como fundamento de las investigaciones en el área. Los conocimientos sobre el comportamiento de los metales durante los procesos de fundición, la fabricación de hilos metálicos (conductores), el comportamiento de rocas como la magnetita, la fabricación de piezas metálicas, conforman

todo un caudal de conocimientos más bien artesanales, sin los cuales los “electricistas” de los siglos XVII y XVIII no podrían haber iniciado y continuado sus investigaciones, las cuales eventualmente les condujeron a la construcción de su paradigma. De allí que, a través de la historia de la ciencia se observe una fuerte conexión con algunas de las artesanías tradicionales como la metalurgia, medicina, tejido, etc., las cuales a través de los siglos habían acumulado una significativa cantidad de conocimientos empíricos. Si la Ciencia debe mucho a los conocimientos acaparados a través de los siglos por las artesanías, la ciencia normal (occidental) debe mucho a la cultura oriental (China), donde más que detenerse a especular sobre metafísica o buscar conocimientos esotéricos, se observó un desarrollo en el campo de las artesanías, derivado de las necesidades utilitarias, como el observado por la metalurgia. Basta recordar por ejemplo que el mecanismo que sirve de base a la relojería fue una invención China. Pero, sin meternos en la cuestión de si la ciencia es occidental u oriental, queda clara la necesidad para la ciencia incipiente de los conocimientos artesanales, en base a los cuales se va desarrollando, ya no una nueva artesanía, sino más bien una tecnología que permite la “experimentación causal”, es decir, los experimentos dirigidos a la búsqueda de las causas de los fenómenos observados, dando lugar al desarrollo y perfeccionamiento del paradigma. Podemos concluir entonces que: el desarrollo científico y tecnológico (construcción del paradigma y desarrollo de la ciencia normal) es el resultado de la combinación de dos elementos: una colección de simples hechos, observaciones o resultados, muchas veces fortuitos³, sumado a los conocimientos artesanales de ese tiempo.

³ En lengua inglesa existe un término mucho más adecuado contextualmente para definir un resultado fortuito, este es: “*serendipitous*”.

REFERENCIAS

1. J. Ferrater Mora, "Diccionario de Filosofía", Tomo III. Editorial Ariel, Barcelona, España, 2001.
2. Jorge A. Serrano, "Filosofía de la Ciencia", Editorial Trillas, México, 1990.
3. Hans Reichenbach, "El Sentido del Tiempo", Segunda edición, Ediciones de UNAM y Plaza y Janés S.A., México 1988.
4. M. L. Dalla Chiara y G. Toraldo di Francia, "Confines: Introducción a la Filosofía de la Ciencia", Editorial CRÍTICA, Barcelona, 2001.
5. Thomas S. Kuhn, "Estructura de las Revoluciones Científicas", Fondo de Cultura Económica, México 1995.