

# Análisis de la obra “La Estructura de las Revoluciones Científicas” de Tomas Samuel Kuhn

Ruth Haydée Irías Solórzano

[ruthirias@yahoo.es](mailto:ruthirias@yahoo.es)

Universidad Central De Venezuela  
Facultad De Humanidades Y Educación  
Escuela De Filosofía

1. [Introducción](#)
2. [¿Cómo surge la ciencia madura?](#)
3. [La ciencia normal](#)
4. [La Crisis de la Ciencia Normal](#)
5. [Las Revoluciones Científicas](#)
6. [Otros aspectos relevantes](#)
7. [Conclusiones](#)
8. [Referencias](#)

## **INTRODUCCIÓN**

La presente monografía tiene como objetivo estudiar pormenorizadamente el texto de Tomas Samuel Kuhn titulado: “La Estructura de las Revoluciones Científicas”, publicado en 1962. El conjunto de ideas novedosas introducidas por este libro, han sido ampliamente comentadas y criticadas desde el momento de su aparición hasta nuestros días.

En dicha obra, Kuhn desarrolla su convicción acerca de que hemos sido mal conducidos con respecto a nuestra comprensión de la ciencia por los textos tradicionales que se usan en la formación científica, llamados en la actualidad libros de texto, y antes llamados lecturas clásicas. Unos y otros se han basado en una recopilación “de anécdotas o cronología”<sup>1</sup>, proporcionándonos un criterio equivocado acerca del desarrollo científico, el cual han concebido como un proceso de acumulación gradual y continuo. Los historiadores que se inscriben dentro de esta visión tradicional son los que se hacen preguntas tales como “¿Cuándo se descubrió el oxígeno?, ¿quien concibió primeramente la conservación de la energía?”<sup>2</sup> entre otras por el estilo.

A lo largo de su libro, Kuhn rebatirá fehacientemente uno a uno los distintos elementos que articulan esta visión acumulativa y gradual de la ciencia, logrando construir una visión novedosa y revolucionaria acerca del desarrollo científico, marcando pautas inéditas dentro del oficio de la historiografía de la ciencia.

Ciertamente, como ya mencionamos, su obra constituye un hito ampliamente comentado y debatido desde su aparición. Ahora bien, la presente monografía no pretende ni recorrer ni ahondar en la discusión surgida desde entonces. Al contrario, sin desconocer la amplitud y profundidad de su resonancia en el escenario de la filosofía de la ciencia del siglo XX, nuestro objetivo es mucho más modesto, y se resume en recorrer el conjunto de las ideas y argumentos que, capítulo tras capítulo, van dibujando su concepción particular sobre la historia de la ciencia. Una concepción que ciertamente rompe los moldes tradicionales y que, en esta medida, introduce un conjunto de conceptos, relaciones y argumentos complejos, y a ratos, de difícil seguimiento. En este sentido, nos ha parecido que realizar una exposición clara y sencilla de la concepción de Kuhn sobre la historia de la ciencia es ya, de suyo, una tarea analítica desafiante.

Dicha exposición la hemos organizado en seis capítulos, los cuales hemos delimitado atendiendo a las indicaciones señaladas del propio Kuhn al comienzo de su libro. El Capítulo I se titula “¿Cómo surge la ciencia madura?” y se ocupa del proceso de surgimiento de la ciencia normal y los fenómenos

---

<sup>1</sup>Cf. Kuhn, Thomas. La Estructura de las Revoluciones Científicas, Fondo de Cultura Económica, México, /1971. p

<sup>2</sup> Ibid., pág. 22

concomitantes. El Capítulo II se titula “La ciencia normal” y se concentra en distintos aspectos característicos de la misma: los problemas, los incentivos y la prioridad de los paradigmas. El Capítulo III se titula “La Crisis de la Ciencia Normal” y versa sobre los distintos fenómenos y manifestaciones que acompañan al surgimiento de las crisis en el seno de la ciencia normal. El Capítulo IV se titula “Las Revoluciones Científicas” y atiende a los distintos aspectos que caracterizan a las revoluciones científicas, desde su naturaleza y significación para el desarrollo científico, hasta la concepción del mundo que implican. El Capítulo V, bajo el título “Otros aspectos relevantes”, recoge lo señalado por Kuhn acerca de los siguientes tres tópicos: a) la visión equivocada que transmiten las tradiciones pedagógicas acerca del desarrollo científico; b) la competencia revolucionaria entre nuevos y viejos paradigmas; y c) el desarrollo científico, a través de las revoluciones visto como una forma del progreso científico. Por último, el Capítulo VI se dedica a las Conclusiones.

## Capítulo I

### ***¿Cómo surge la ciencia madura?***

En este primer capítulo recorreremos las ideas desarrolladas por Kuhn en el capítulo II de su libro, abarcando desde los conceptos fundamentales que acuña para dar cuenta de su concepción particular sobre la historia de la ciencia (tales como “ciencia normal”, “paradigma”, “revolución científica”, entre otros.), hasta la descripción y caracterización del proceso a través del cual surge la ciencia madura a partir de la preexistencia de escuelas competidoras cuyas investigaciones no logran aún ser ciencia propiamente dicha. Como fenómeno concomitante, veremos también cómo los documentos y escritos que aglutinan a los partidarios de las escuelas, se transforman y adquieren una naturaleza específica, según estemos ante una fase preliminar o una fase madura, dentro del desarrollo científico.

Kuhn caracteriza como *ciencia normal* a la “investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior”<sup>3</sup>. El reconocimiento de dichas realizaciones se basa en gran parte en los *libros de textos*, los cuales se popularizaron a partir del siglo XIX, como exposiciones de la “teoría aceptada, [que] ilustran muchas o todas sus aplicaciones apropiadas y [que] comparan éstas con experimentos y observaciones de condición ejemplar”<sup>4</sup>. Kuhn contempla los libros de textos no sin cierta preocupación y reserva.

Seguidamente, trae a colación los *libros clásicos*, los cuales a su juicio sirvieron de mucho, pues, definían durante algún tiempo tanto los problemas como los métodos que constituían parámetros legítimos para la práctica de la ciencia, para un conjunto de generaciones siguientes. Los libros clásicos cumplían esta función, debido a que compartían dos características esenciales: a) Su logro carecía de precedentes como para atraer a un grupo duradero de partidarios y b): “eran lo bastante incompletas para dejar muchos problemas y ser resueltos por el redelimitado grupo de científicos”<sup>5</sup>.

Ejemplos de tales libros clásicos son: “*La Física de Aristóteles, El Almagesto de Tolomeo, los Principios y la Óptica de Newton, la Electricidad de Franklin, la Química de Lavoisier y la Geología de Lyell*”<sup>6</sup>.

Kuhn introduce aquí su conocido y discutido término de “paradigmas” como un “término que se relaciona estrechamente con ciencia normal”<sup>7</sup>, en la medida en que constituye el marco teórico que recoge las realizaciones científicas pasadas y aglutina a un grupo de partidarios, a pesar de no resolver a cabalidad el conjunto de problemas planteados. Los paradigmas son entonces el punto de partida de las prácticas científicas e incluyen: ley, teoría, aplicación e instrumentación. En otras palabras, proporcionan los modelos a partir de los cuales se constituyen las tradiciones coherentes de prácticas de investigación científica.

Ejemplos de paradigmas son los que nos describen los historiadores como: *Astronomía tolemaica (o de Copérnico), dinámica aristotélica (o newtoniana), óptica corpuscular (u óptica de las ondas)*.

---

<sup>3</sup> Ibid., pág. 33

<sup>4</sup> Ibidem

<sup>5</sup> Ibidem

<sup>6</sup> Cf., Ibidem.

<sup>7</sup> Ibid., pág.34

Así, los paradigmas constituyen el marco y fundamento desde el cual se ilustra y prepara “al estudiante para formar parte como miembro de una comunidad científica con la que trabajara”<sup>8</sup>... De este modo, cuando los científicos están bien formados, rara vez se producirán desacuerdos sobre “los fundamentos claramente expresados”<sup>9</sup>. Las investigaciones tendrán como base paradigmas compartidos, esto es, un conjunto de reglas y normas comunes para llevar adelante la práctica científica.

Los paradigmas surgen en momentos de madurez alcanzados por la práctica científica. En las fases iniciales suele darse el caso de cierta investigación “científica sin paradigma”<sup>10</sup>. Para aclarar este punto, Kuhn nos remite al ejemplo de la *óptica física*, en cuyos inicios existieron muchas escuelas en torno a la teoría epicúrea, aristotélica o platónica. Uno de esos grupos consideraba que la luz:

“estaba compuesta de partículas que emanan de cuerpos materiales; para otro, era una modificación del medio existente entre el objeto y el ojo; todavía otro explicaba la luz en términos de una interacción entre el medio y una emanación del ojo; además, había otras combinaciones y modificaciones. Cada una de las escuelas correspondientes tomaba fuerza de su relación con alguna metafísica particular y todas realizaban, como observaciones paradigmáticas, el conjunto particular de fenómenos ópticos que mejor podía explicar su propia teoría. Otras observaciones eran resueltas por medio de elaboraciones *ad hoc* o permanecían como problemas al margen para una investigación posterior”<sup>11</sup>.

Así, Kuhn destaca que todas estas escuelas tuvieron importante participación para dar lugar: “al cuerpo de conceptos, fenómenos y técnicas del que sacó Newton el primer paradigma casi uniformemente aceptado para la *óptica física*”<sup>12</sup>. Si bien las prácticas de investigación que adelantaban estas escuelas no llegaban a constituir prácticas científicas propiamente dichas, sin embargo, demarcaban un ámbito de problemas en torno a los cuales se desarrollaban divergencias entre grupos de investigadores.

En un momento dado, según Kuhn, ocurre que una teoría logra imponerse sobre sus competidoras, y atrae hacia sí a los investigadores del campo, hasta un punto en que las escuelas restantes comienzan a quedarse sin partidarios. Cuando esto sucede, estamos ante una “revolución científica”. Y este es el caso de Newton, cuya teoría logró proporcionar el paradigma que articuló a la *óptica física*, para llegar a ser una ciencia madura.

Kuhn explica que la transición sucesiva de un paradigma a otro por medio de una “revolución” es el patrón usual del desarrollo de una ciencia madura. Sin embargo, como vimos, no fue el patrón característico del periodo anterior a la obra de Newton, y tal es el contraste que nos interesa en este caso. Como puede verse en el periodo anterior a Newton, preexistían “desacuerdos fundamentales”, donde cada quien acudía por su lado a todos los hechos que parecieran tener relevancia para explicar el fenómeno de luz.

De este modo, una *Revolución Científica* puede traducirse en pocas palabras, como un hallazgo de un paradigma que alcanza aceptación universal:

“no es extraño que, en las primeras etapas del desarrollo de cualquier ciencia, diferentes hombres, ante la misma gama de fenómenos (...) los describan y los interpreten de modos diferentes. Lo que es sorprendente, y quizás también único (...) es que esas divergencias iniciales puedan llegar a desaparecer en gran parte alguna vez”.

Y, ¿cómo es que pueden llegar a desaparecer esas divergencias? Y, Kuhn nos responde que: “Por el triunfo de una de las escuelas anteriores al paradigma, (...) que hace hincapié sólo en alguna parte especial del conjunto demasiado grande e hinchado de informes”<sup>13</sup>. Es decir, que esa escuela llegó a recortar exitosamente el universo de los hechos que la teoría pretendía explicar. Y al ser aceptada su teoría como paradigma, se impuso sobre sus competidoras, sin necesidad de explicar todos los hechos que se

---

<sup>8</sup> Ibidem.

<sup>9</sup> Cf. Ibidem.

<sup>10</sup> Cf. Ibid., pág. 35

<sup>11</sup> Ibid., pág. 36 y 37

<sup>12</sup> Ibid., pág. 37

<sup>13</sup> Ibid., pág. 43

puedan confrontar con ella<sup>14</sup>. Kuhn pone de relieve que cuando una teoría alcanza el *status* de teoría se sucede un desarrollo en la ciencia natural.

Por último, nos dice que la madurez alcanzada por la ciencia va acompañada de un fenómeno concomitante, al lado del ya descrito relativo a la desaparición de las escuelas predecesoras debido a la sucesiva conversión de sus defensores al nuevo paradigma.

Dicho fenómeno concomitante se refiere a los escritos de los científicos, los cuales también se transforman. Los libros de textos (que pretendían reconstruir en forma abarcadora el campo de discusión, justificando el uso de cada concepto) comienzan a ser sustituidos por “artículos breves dirigidos sólo a los colegas profesionales”<sup>15</sup>. Si los primeros estaban orientados hacia los principiantes y/o auditorio general, los segundos se dirigen a los especialistas; y adicionalmente, si los primeros hacían explícitos sus presupuestos y sus conceptos, los segundos en cambio, dan por sentado que el lector está familiarizado con los conceptos esgrimidos en el paradigma.

## Capítulo II

### ***La ciencia normal***

Abordaremos en esta sección los capítulos III, IV y V del libro de Kuhn, los cuales en su conjunto enfocan distintos aspectos característicos de la ciencia normal: que van desde la tipología de sus problemas experimentales y teóricos, pasando por la identificación de los incentivos que impulsan a los científicos hacia la resolución de los problemas, hasta la definida prioridad de los paradigmas sobre las reglas.

#### a) ¿De qué se ocupa la ciencia normal?

Kuhn inicia el presente capítulo recordándonos que un *paradigma* es aquella teoría que se impone sobre sus competidoras, gracias a que logra explicar un conjunto de problemas con una mayor precisión. Así nos dice: “En su uso establecido, un paradigma es un modelo o patrón aceptado y este aspecto de su significado me ha permitido apropiarme de la palabra ‘paradigma’, a falta de otro término mejor”<sup>16</sup>. Obviamente, Kuhn está pensando en un “modelo” o “patrón” para explicar los problemas planteados.

Ahora bien, Kuhn nos aclara que esto no significa que el paradigma logre explicar *completamente* los problemas planteados. Antes bien, a su juicio, el paradigma representa tan sólo “una promesa de éxito”<sup>17</sup> y la ciencia normal no será más que la realización de esa promesa. ¿En que sentido? Todo paradigma, según Kuhn acarrea enormes “operaciones de limpieza”<sup>18</sup>, que son las actividades constitutivas de lo que Kuhn define como “ciencia normal”<sup>19</sup>. ¿En qué consisten estas tareas de limpieza? En aquellas labores orientadas a consolidar el paradigma en tanto modelo o patrón explicativo de la naturaleza de las cosas.

Veámoslo detenidamente. Kuhn señala que, como punto de partida, la ciencia normal recorta o restringe “drásticamente la visión”, enfoca “un cuadro pequeño de problemas”<sup>20</sup>. En otras palabras, se aboca a la reunión de un conjunto de hechos bajo tres enfoques fundamentales:

1º. La identificación de aquellos hechos “particularmente reveladores de la naturaleza de las cosas”<sup>21</sup>. Esta tarea consiste en la ubicación de hechos que demuestran la *concordancia* entre la teoría representada por el paradigma y la “naturaleza de las cosas”. Dentro de esta tarea, existen los esfuerzos por alcanzar determinaciones fácticas de mayor precisión. Kuhn nos presenta los siguientes ejemplos:

“En astronomía la posición y magnitud de las estrellas, los periodos de eclipses binarios de los planetas; en física, las gravedades y comprensibilidades específicas de los materiales, las longitudes de onda y las intensidades espectrales, las conductividades eléctricas y los potenciales de contacto; y en química la composición y la combinación

---

<sup>14</sup> Cf. Ibid., pág. 44

<sup>15</sup> Ibid., pág. 47

<sup>16</sup> Ibid., pág. 51

<sup>17</sup> Ibid., pág. 52

<sup>18</sup> Ibidem

<sup>19</sup> Ibidem

<sup>20</sup> Ibid., pág. 53

<sup>21</sup> Ibid., pág. 54

de pesos, los puntos de ebullición y la acidez de las soluciones, las fórmulas estructurales y actividades ópticas”<sup>22</sup>.

2º. La determinación de hechos que muestran el carácter o la potencia *predictiva* de la teoría del paradigma, o dicho con palabras de Kuhn, “el descubrimiento de nuevos campos en los que el acuerdo [entre teoría y naturaleza] pueda demostrarse”<sup>23</sup>. En esta “tarea de limpieza” los científicos se abocan con inmensa habilidad e imaginación hacia la invención de “aparatos especiales (...) para hacer que la naturaleza y la teoría lleguen a un acuerdo cada vez más estrecho”<sup>24</sup>, o más sólido. Para ilustrarlo Kuhn nos presenta los siguientes ejemplos:

“Los telescopios especiales para demostrar la predicción de Copérnico sobre la paralaje anual; la máquina de Atwood, inventada casi un siglo después de los *Principia*, para proporcionar la primera demostración inequívoca de la segunda ley de Newton; el aparato de Foucault, para demostrar que la velocidad de la luz es mayor en el aire que en el agua; o el gigantesco contador de centelleo, diseñado para demostrar la existencia del neutrino”<sup>25</sup>.

Es decir, Kuhn explica que en principio son muy pocos los campos de hechos donde la teoría del paradigma pueda demostrarse. En el caso de la teoría de la relatividad de Einstein, Kuhn nos dice: “que estos campos no excedieron de tres”<sup>26</sup>. Entonces, esta segunda tarea de limpieza que emprenden los científicos persigue ampliar éstos campos o descubrir otros nuevos en que el acuerdo entre la teoría y la naturaleza pueda demostrarse. Dicha ampliación o descubrimiento se lleva a cabo mediante la invención de aparatos especiales.

3º. La articulación de la teoría del paradigma: “resolviendo algunas de sus ambigüedades residuales y permitiendo resolver problemas hacia los que anteriormente sólo se había llamado la atención”<sup>27</sup>. Con respecto a esta tarea de limpieza, hay que destacar que Kuhn la caracteriza como la más importante entre todas las que desarrolla la ciencia normal. Así, dada su importancia, analiza esta tarea con mayor profundidad, subdividiéndola en tres partes:

- a) La determinación de constantes universales, tales como por ejemplo: la constante gravitacional universal, el número de Avogadro, el coeficiente de Joule entre otros.
- b) La determinación de leyes cuantitativas como por ejemplo:

“La Ley de Boyle que relaciona la presión del gas con el volumen, la Ley de Coulomb sobre la atracción eléctrica y la fórmula de Joule que relaciona el calor generado con la resistencia eléctrica y con la corriente, se encuentran en esta categoría”<sup>28</sup>.

- c) La determinación de aspectos cualitativos:

“Por ejemplo, las aplicaciones del paradigma de la teoría calórica, fueron el calentamiento y el enfriamiento por medio de mezclas y del cambio de estado. Pero el calor podía ser soltado o absorbido de muchas otras maneras —p. ej. por medio de combinaciones químicas, por fricción y por compresión o absorción de un gas— y la teoría podía aplicarse a cada uno de esos otros fenómenos de varias formas”<sup>29</sup>...

Hasta aquí los *problemas experimentales* de la ciencia o la reunión de hechos como “tareas de limpieza” ejecutadas por la ciencia normal. Ahora bien, Kuhn desplaza seguidamente nuestra atención hacia lo que son los *problemas teóricos* de la ciencia normal. Estos problemas versan sobre el uso de la teoría existente para predecir información fáctica de valor intrínseco. Así:

---

<sup>22</sup> Ibidem.

<sup>23</sup> Ibid., pág. 56

<sup>24</sup> Ibidem

<sup>25</sup> Ibidem

<sup>26</sup> Ibid., pág. 55

<sup>27</sup> Ibid., pág. 57

<sup>28</sup> Ibid., pág. 58

<sup>29</sup> Ibid., pág. 60

.... El establecimiento de efemérides astronómicas, el cálculo de las características de las lentes y la producción de curvas de propagación de radio son ejemplos de problemas de este tipo<sup>30</sup>.

Esta exigencia predictiva de la teoría, en algunos casos lleva a los científicos a la reformulación del paradigma y en otros a cambios substanciales dentro del paradigma. Nos inhibiremos de señalar ejemplos sobre este caso, dado que Kuhn los ilustra apelando a los *Principia* de Newton<sup>31</sup>, siendo que, sin embargo, señala más adelante, en la posdata de 1969, que este ejemplo fue errado<sup>32</sup>.

Por lo pronto, a manera de conclusión, digamos que las tareas teóricas más importantes de la ciencia normal se orientan a la iluminación de las ambigüedades que puedan existir dentro del paradigma.

Así, en su conjunto, tanto en el ámbito experimental como en el teórico, la ciencia normal, según Kuhn, se ocupa predominantemente de los problemas hasta aquí enumerados:

“Estas tres clases de problemas —la determinación del hecho significativo, el acoplamiento de los hechos con la teoría y la articulación de la teoría— agotan, creo yo, la literatura de la ciencia normal, tanto empírica como teórica. Por supuesto, no agotan completamente toda la literatura de la ciencia<sup>33</sup>.”

#### b) ¿Qué impulsa el progreso de la ciencia normal?

Una vez identificadas las tareas rutinarias de la ciencia normal, Kuhn realiza la siguiente reflexión:

“la característica más sorprendente de los problemas de investigación normal que acabamos de ver es quizá la de cuán poco aspiran a producir novedades importantes, conceptuales o fenomenales<sup>34</sup>.”

En efecto, el punto que desarrollará Kuhn lo desencadena su observación de que en el seno de la ciencia normal el afán de los científicos no es precisamente generar novedades teóricas o experimentales. La cuestión que surge es entonces: ¿cuál podría ser el incentivo, u objetivo que persiguen los científicos en el marco de la ciencia normal?

En primer lugar, nuestro autor ensaya la hipótesis de: “aumentar el alcance y la precisión con la que puede aplicarse un paradigma<sup>35</sup>” (que como ya vimos constituye una de las tareas de limpieza antes mencionadas). Sin embargo, esta hipótesis no es suficientemente explicativa, pues “no puede explicar el entusiasmo y la devoción de que dan prueba los científicos con respecto a los problemas de la investigación normal<sup>36</sup>.”

La observación de Kuhn, es que para los científicos lo atractivo no es repetir procedimientos ya previamente experimentados, sino “lograr lo esperado de una manera nueva<sup>37</sup>” (el subrayado es nuestro). Lo cual nos aclara el autor, requiere solucionar “enigmas instrumentales, conceptuales y matemáticos<sup>38</sup>.”

Es decir, como vemos, Kuhn para explicar el entusiasmo y la devoción de los científicos introduce los términos “enigmas” y “solucionador de enigmas”:

“Los enigmas son, en el sentido absolutamente ordinario que empleamos aquí, aquella categoría especial de problemas que puede servir para poner a prueba el ingenio o la habilidad para resolverlos<sup>39</sup>.”

y el “solucionador de enigmas” es aquel que se juega su ingenio para resolver un conjunto particular de problemas.

---

<sup>30</sup> Ibid., pág. 61

<sup>31</sup> Ibid., pág. 62-67

<sup>32</sup> Ibid., pág. 268, nota N°2.

<sup>33</sup> Ibid., pág. 66

<sup>34</sup> Ibid., pág. 68

<sup>35</sup> Ibid., pág. 69

<sup>36</sup> Ibid., pág. 69

<sup>37</sup> Ibid., pág. 70

<sup>38</sup> Ibidem.

<sup>39</sup> Ibidem.

Lo que Kuhn quiere destacar puede ser mejor aprehendido si identificamos las características que el problema científico tiene en común con el “enigma”. Así:

1) No es la importancia de la solución lo que anima a resolver el problema. Kuhn lo dice del modo siguiente: “los problemas verdaderamente apremiantes, como un remedio para el cáncer o el logro de una paz duradera, con frecuencia no son ningún enigma, en gran parte debido a que pueden no tener solución alguna”<sup>40</sup>.

2) El asunto tiene que ver más con la existencia asegurada de una solución. Así como el caso de lo que anima a una persona común a resolver un crucigrama o armar un rompecabezas es la seguridad de que existe una solución, lo mismo ocurre con los problemas científicos. Como ya nos ha explicado el autor, un paradigma implica una delimitación a un campo determinado de problema bajo el supuesto de que el paradigma brinda un suelo suficientemente sólido para hallarles solución. Los demás problemas que no encajan o pueden ser solucionados dentro del paradigma se dejan por fuera asumiendo que: son a) metafísicos, b) pertenecen a otras disciplinas y c) son demasiados problemáticos es decir, no despiertan ningún interés o entusiasmo para los científicos inscritos dentro de un paradigma científico. De este modo, podemos afirmar que para Kuhn el rápido progreso de la ciencia normal puede atribuirse a su concentración en problemas que pueden ser resueltos.<sup>41</sup>

A manera de síntesis veamos cómo expone Kuhn estas dos características:

“un hombre puede ser atraído hacia la ciencia por toda clase de razones. Entre ellas se encuentra el deseo de ser útil, la emoción de explorar un territorio nuevo, la esperanza de encontrar orden y el impulso de poner a prueba los conocimientos establecidos. Esos motivos y otros muchos ayudan también a determinar a qué problemas particulares dedicará más tarde su tiempo el científico. Además, aunque el resultado es, a veces, una frustración, existe una buena razón para que motivos como éstos primero lo atraigan y luego lo guíen. La empresa científica como un todo resulta útil de vez en cuando, abre nuevos territorios, despliega orden y pone a prueba creencias aceptadas desde hace mucho tiempo. Sin embargo, el *individuo* dedicado a la resolución de un problema de investigación normal *casi nunca hace alguna de esas cosas*”.<sup>42</sup>

Entonces, ¿cuál es el aliciente del científico? Según nuestro autor, el aliciente es resolver un problema que representa un reto o desafío para el propio ingenio, en la medida en que nadie lo ha logrado resolver o al menos nadie lo ha hecho tan eficientemente.<sup>43</sup>

3) Un tercer paralelismo entre enigma y problema científico estaría representado por la existencia de un conjunto de reglas definidas por compromisos de distintos órdenes:

- a) conceptuales,
- b) teóricos,
- c) instrumentales y
- d) metodológicos.

Dichos compromisos en su conjunto proporcionan un marco de reglas que apuestan por una determinada comprensión del mundo y de la naturaleza, extienden la precisión y alcance del paradigma, permiten analizar toda clase de detalles empíricos y establecen “modos en que pueden utilizarse legítimamente los instrumentos utilizados”.<sup>44</sup> A fin de cuentas, reglas que limitan “la naturaleza de las soluciones aceptables como los pasos que es preciso dar para obtenerlas”,<sup>45</sup> garantizando que los resultados experimentales se relacionen con la teoría del paradigma inequívocamente.<sup>46</sup>

---

<sup>40</sup> Ibidem.

<sup>41</sup> Cf. Ibid. pág. 71

<sup>42</sup> Ibid. pág. 72

<sup>43</sup> Cf. Ibid. pág. 72

<sup>44</sup> Ibid. pág. 76

<sup>45</sup> Ibid. pág. 73

<sup>46</sup> Cf. ibid. pág. 74

Kuhn concluye su reflexión acerca de este tercer paralelismo, diciendo que si bien existen reglas que norman a toda una comunidad científica, sin embargo, dichas reglas pueden no llegar a abarcar completamente el ámbito propio de esa ciencia normal. En sus propias palabras: "las reglas, según sugiero, se derivan de los paradigmas; pero estos pueden dirigir la investigación, incluso sin reglas".<sup>47</sup>

### c) Prioridad de los paradigmas

El desarrollo de la ciencia normal comporta tareas disímiles que se adelantan en sucesivas etapas. La primera es la determinación de los paradigmas compartidos. La segunda es la determinación de las reglas compartidas.

Ahora bien, conviniendo en que se trata de tareas y fases distintas, Kuhn señala que la última (concerniente a la búsqueda de reglas) es más difícil de llevar a cabo y comporta menos satisfacciones en cuanto a los resultados esperados que la primera, "es una fuente de frustración continua y profunda".<sup>48</sup>

Así, lo que suele ocurrir es que en la mayoría de los casos, los científicos están de acuerdo con respecto a soluciones aportadas por los paradigmas, para determinados problemas o, como diría Kuhn, están de acuerdo en la "identificación de un paradigma"<sup>49</sup>. Y ello, sin que logren un acuerdo respecto a las reglas concernientes a la "interpretación plena o racionalización"<sup>50</sup> del paradigma.

Es decir, Kuhn encuentra que lo que ocurre generalmente es que la ciencia normal puede avanzar directamente sobre la base de los paradigmas sin que existan reglas que guíen tal avance. La pregunta que surge entonces es: ¿cómo es que la ciencia puede avanzar sin un cuerpo de reglas aceptadas? ¿Cómo se liga el científico "a una tradición particular de la ciencia normal?"<sup>51</sup>.

Para respondernos, nuestro autor acude al concepto acuñado por Ludwig Wittgenstein conocido como "parecido de familia"<sup>52</sup>, según el cual hacemos uso de términos lingüísticos de manera inequívoca asumiendo que los objetos a los que aluden dichos términos son: "familias naturales, cada una de las cuales está constituida por una red de semejanzas que se superponen y entrecruzan"<sup>53</sup>.

Veámoslo con el ejemplo del término "juegos". Hacemos uso continuamente de este término asumiendo "consciente o intuitivamente"<sup>54</sup> que existe un conjunto de atributos comunes para todos los juegos. Pero, cuando analizamos más detenidamente el caso, encontramos que no necesariamente todos los juegos comparten simultáneamente la totalidad del conjunto de atributos, sino que algunos juegos comparten ciertos atributos mientras que otros juegos comparten otros.

Lo mismo sucede entonces con la ciencia normal. Ella avanza no precisamente porque exista un cuerpo básico de reglas que oriente la investigación, sino porque existe una red de semejanzas entre los problemas y técnicas de investigación que los científicos intuitivamente reconocen. Michael Polanyi -citado por Kuhn en pie de página- sostiene: "que gran parte del éxito de los científicos depende del "conocimiento tácito", o sea, del conocimiento adquirido a través de la práctica y que no puede expresarse de manera explícita"<sup>55</sup>.

Es decir, los paradigmas determinan a la ciencia normal sin que necesariamente intervengan reglas explícitas. Kuhn señala cuatro razones para explicar esta prioridad de los paradigmas sobre las reglas:

1º) la dificultad de determinar las reglas, dificultad antes citada cuando recurrimos a la idea de Wittgenstein sobre "los parecidos de familia"<sup>56</sup>. En este sentido, diremos entonces que la misma dificultad que existe para definir los juegos es la misma que existe para descubrir las reglas que guían a la ciencia normal.

2º) La influencia de la educación científica: los científicos aprenden las leyes, conceptos y teorías a través de las aplicaciones concretas a casos concretos de la experiencia; es decir, no adquieren la

---

<sup>47</sup> Ibid. pág. 79

<sup>48</sup> Ibid., pág. 81

<sup>49</sup> Ibid., pág. 81

<sup>50</sup> Ibid., pág. 82

<sup>51</sup> Ibidem.

<sup>52</sup> Ibid., pág. 83

<sup>53</sup> Ibidem.

<sup>54</sup> Ibidem.

<sup>55</sup> Ibid., pág. 82

<sup>56</sup> Ibid., pág. 83

comprensión de la ciencia a través de una aproximación en abstracto sino a través de sus aplicaciones concretas a los problemas científicos.

3º) La irrelevancia de las reglas cuando existe un paradigma: Cuando los científicos están seguros de que los paradigmas permiten resolver los problemas de su campo, la búsqueda de reglas no adquiere ninguna importancia. En cambio, cuando no están seguros de que los problemas de su campo hayan sido resueltos, entonces desaparece la despreocupación característica hacia las reglas, las cuales pasan a cobrar una importancia relevante. En pocas palabras, las reglas son importantes para la comunidad científica, mientras no se haya consolidado un paradigma.

4º) La amplitud de la validez de las reglas, contrario a la más estrecha validez de los paradigmas. Para Kuhn, en las ciencias puede haber revoluciones grandes y pequeñas, según afecten a los miembros de una subespecialidad profesional. Ello es distinto con respecto a los paradigmas, los cuales no alcanzan una aceptación muy amplia. Kuhn lo dice del modo siguiente: “Las reglas explícitas, cuando existen, son generalmente comunes a un grupo científico muy amplio; pero no puede decirse lo mismo de los paradigmas”<sup>57</sup>, los cuales pueden ser muy diferentes para quienes se encuentran en un mismo campo o en campos estrechamente relacionados. El ejemplo que nos brinda se refiere a la mecánica cuántica, cuyos miembros aprenden sus leyes atendiendo a las distintas aplicaciones de su especialidad: unos aprenden sus aplicaciones a la química, otros a la física de los sólidos, de modo tal que, cada subespecialidad profesional, trasmite el paradigma a sus futuros científicos de modos muy diferentes.

Para ilustrarlo mejor, Kuhn nos cuenta que una vez realizó una pregunta sobre el átomo del helio a un químico y a un físico. El químico opinó que el helio es una molécula y el físico, en cambio, dijo que el helio no era una molécula. Nuestro autor comenta que lo curioso del caso es que ambos estaban hablando de la misma partícula y, sin embargo, ambos presentaban diferentes criterios, dada su preparación y práctica sobre la “investigación que les era propia”<sup>58</sup>. Sus experiencias tenían algo en común, pero en este caso “no les indicaban exactamente lo mismo a los dos especialistas”<sup>59</sup>. Así, lo que resultaba revolucionario para uno, no lo resultaba para el otro<sup>60</sup>.

### Capítulo III:

## ***La Crisis de la Ciencia Normal***

En este capítulo nos ocuparemos de los aspectos desarrollados por Kuhn a lo largo de los capítulos VI, VII y VIII. En ellos se ocupa de mostrar los distintos fenómenos y manifestaciones que acompañan al surgimiento de las crisis en el seno de la ciencia normal, desde la aparición de las anomalías que desembocan en descubrimientos científicos, pasando por la competencia surgida entre paradigmas caracterizada como un periodo de profunda inseguridad profesional que desemboca en el surgimiento de nuevas teorías científicas, hasta las distintas actitudes de los científicos hacia la crisis. A continuación, abordaremos cada una de dichas manifestaciones en orden sucesivo.

### **a) La emergencia de los descubrimientos científicos**

Las preguntas que orientan a la siguiente sección son:

- ✓ ¿Por qué surgen las anomalías en el avance de la ciencia normal?
- ✓ ¿Cómo es que ellas preceden a los descubrimientos científicos?

Al iniciar el esfuerzo por responderlas, Kuhn nos advierte que el curso de la ciencia normal no apunta precisamente hacia la búsqueda o encuentro de novedades fácticas o teóricas. Sin embargo, tal como lo podemos registrar en la historia de la ciencia, tales novedades sobrevienen en forma *inesperada* en las investigaciones de los científicos y, cuando sobrevienen, lo hacen poniendo en juego un conjunto de reglas existentes, hasta un punto tal en el que su asimilación exigirá la formulación de un nuevo cuerpo de reglas que determinará que la ciencia en cuestión pase a ser otra.

En otras palabras, el surgimiento de las anomalías y su asimilación en el seno de la ciencia normal precede y propicia al advenimiento del descubrimiento científico que hace de la ciencia un cuerpo teórico

---

<sup>57</sup> Ibid., pág. 89

<sup>58</sup> Ibid., pág. 91

<sup>59</sup> Cf. Ibidem.

<sup>60</sup> Cf. Ibidem.

con un nuevo conjunto de reglas. Ahora bien, ¿cómo tienen lugar estos cambios que hacen que las ciencias devengan en otras?<sup>61</sup>. Kuhn intenta dar cuenta de ello, señalando que los descubrimientos científicos “no son sucesos aislados, sino episodios extensos”<sup>62</sup>. Es decir, para llegar a ellos, se suceden varios pasos: en un primer momento, el científico es sorprendido por la percepción de la anomalía, es decir, por la manifestación de la naturaleza comportándose en forma opuesta a las reglas vigentes dentro de la ciencia normal. En un segundo momento, los científicos se dedican a estudiar la anomalía. Y, por último, en un tercer momento, los científicos desarrollan la teoría del paradigma que asimila la anomalía, de modo tal que lo que aparecía como anormal ya no lo parece más.

Kuhn ilustra esta secuencia del surgimiento de las anomalías con el ejemplo del descubrimiento del oxígeno, donde se sucedieron previamente un conjunto de episodios que hacen de este descubrimiento un fenómeno complejo<sup>63</sup>. ¿En que consiste esta complejidad? Veamos el caso concretamente. En la década de 1770 –según relata nuestro autor– tres investigadores científicos tuvieron distintos acercamientos a este gas. Ellos son: Scheele, Priestley y Lavoisier. El asunto notable es que cada uno de ellos, por separado, encontró el gas sin poder interpretar inmediatamente de qué se trataba. Si bien los dos primeros no dieron nunca con la naturaleza exacta del gas, Lavoisier tampoco dio con ella en una primera etapa. Sin embargo sí logró hacerlo siete años después, cuando a lo largo de sus constantes exploraciones dio con la teoría correcta.

Así, la complejidad de estos hechos se revela en la dificultad de responder a las siguientes preguntas: “¿Quién descubrió el oxígeno?”, “¿Cuándo fue descubierto el oxígeno?”<sup>64</sup>

Abordando la tarea de responder en cuál momento y a quién atribuir el descubrimiento del oxígeno, Kuhn resuelve pasar por alto a Scheele, en la medida en que nunca publicó su trabajo, y también a Priestley dado que este científico nunca identificó correctamente la naturaleza del gas. Pero también se niega a atribuir el descubrimiento a Lavoisier pues “hasta el final de su vida Lavoisier insistió en que el oxígeno era un “principio de acidez” atómico y que el gas oxígeno se formaba sólo cuando este “principio” se unía con calórico, la materia del calor”<sup>65</sup>.

Por demás, no fue sino hasta 1810 cuando se eliminó el principio de acidez de la comprensión del oxígeno, y hasta 1860 cuando se eliminó el elemento calórico.

Los hechos anteriores le permiten a Kuhn sostener que no existen respuestas para preguntas de esta naturaleza:

“Aunque sea indudablemente correcta, la frase “El oxígeno fue descubierto”, induce a error, debido a que sugiere que el descubrir algo es un acto único y simple, asimilable a nuestro concepto habitual de la visión (y tan discutible como él)”<sup>66</sup>.

Así, para él, un descubrimiento no puede atribuirse a una persona ni inscribirse en un momento dado, puesto que es, como hemos destacado hasta aquí, un proceso complejo que incorpora los tres momentos arriba descritos: la percepción de la anomalía, la exploración de ella y la producción de teoría para explicarla.

Seguidamente, Kuhn se plantea otra pregunta: ¿podríamos decir que la incorporación conceptual de la anomalía implica de suyo un cambio en el paradigma? Y su respuesta es afirmativa. El descubrimiento de Lavoisier no lo fue tanto del oxígeno como de la teoría de la combustión, la cual es conocida como la “revolución química”<sup>67</sup>. Sin embargo, queriendo ser más preciso, Kuhn manifiesta que no fue propiamente el descubrimiento del oxígeno lo que propició “la revolución química”<sup>68</sup> o la teoría de la combustión, sino más bien, una “comprensión previa”<sup>69</sup> de que algo no encajaba y que exigía una nueva teoría para explicar correctamente las cosas. Es decir, la percepción de la anomalía propiamente dicha, la convicción de que algo andaba mal, fue la antesala del descubrimiento.

Kuhn apela a otros dos ejemplos: el descubrimiento por Roentgen de los rayos X y el descubrimiento de la botella de Leiden, para reforzar su tesis de que los descubrimientos no son hechos

---

<sup>61</sup> Ibid., pág. 92

<sup>62</sup> Ibid., pág. 93

<sup>63</sup> Cf. pág. 97

<sup>64</sup> Ibid., pág. 95

<sup>65</sup> Ibid., pág. 96

<sup>66</sup> Ibid., pág. 97

<sup>67</sup> Cf. pág. 98

<sup>68</sup> Cf. pág. 98

<sup>69</sup> Cf. pág. 99

puntuales acaecidos en un momento determinado, sino que son procesos graduales y complejos. No recorreremos tales ejemplos aquí, sino que recalcaremos lo que nuestro autor concluye una vez que los ha examinado:

“las características comunes a los tres ejemplos antes citados, son también comunes a todos los descubrimientos de los que surgen nuevos tipos de fenómenos. Esas características incluyen: la percepción previa de la anomalía, la aparición gradual y simultánea del reconocimiento tanto conceptual como de observación y el cambio consiguiente de las categorías y los procedimientos del paradigma, acompañado a menudo por resistencia”<sup>70</sup>.

Con el fin de brindar una explicación más elocuente acerca de las tres fases en las que sucede el descubrimiento científico, una vez que ha surgido la aparición de una anomalía, Kuhn establece un paralelismo con el fenómeno psicológico de la percepción, mostrado por el experimento de Bruner y Postman.

En efecto, estos investigadores diseñaron dos barajas anómalas y las pusieron dentro de un mazo de barajas restante. Al pasar las barajas en forma sucesiva y rápida ante los ojos de distintos observadores, en un primer momento, estos no percibieron las dos barajas anómalas sino que las identificaron como otras barajas normales del mazo. Fue en oportunidades sucesivas, después de varias pruebas y al ensayar la prueba de forma mas lenta, que algunos de los observadores comenzaron a captar que había “algo raro”, sin poderlo identificar en una primera fase. Y, todavía después de varias repeticiones más de la prueba fue cuando comenzaron a identificar las barajas anómalas.

Asimismo, el experimento anterior mostró que algunos observadores fueron incapaces siempre de identificar las barajas anómalas. Esto último para Kuhn es manifestación de la resistencia que también tiene la percepción (así como lo mencionó antes respecto de los descubrimientos) ante los fenómenos novedosos.

“Ya sea como metáfora o porque refleja la naturaleza de la mente, este experimento psicológico proporciona un esquema maravillosamente simple y convincente para el proceso del descubrimiento científico. En la ciencia, como en el experimento con las cartas de la baraja, la novedad surge sólo dificultosamente, manifestada por la resistencia, contra el fondo que proporciona lo esperado”<sup>71</sup>.

De este modo, Kuhn corrobora la afirmación inicial relativa a que la “ciencia normal no es una actividad dirigida hacia las novedades, sino que al contrario les ofrece resistencia y hasta tiende a suprimirlas”<sup>72</sup>.

Por otra parte, el hecho de que las anomalías surjan simultáneamente en diversos laboratorios de científicos no comunicados entre sí, constituye otro motivo de reflexión para Kuhn, llegando a concluir al respecto que tal coincidencia “es un índice tanto de la poderosa naturaleza tradicional de la ciencia normal como de lo completamente que esta actividad tradicional prepara el camino para su propio cambio”<sup>73</sup>. En pocas palabras, el surgimiento de anomalías es la ocasión que induce en todo caso a los descubrimientos científicos, hitos que constituyen el avance de la ciencia normal.

#### b) La emergencia de nuevas teorías científicas

Ahora bien, el avance de la ciencia normal, no sólo esta constituida por los descubrimientos científicos, sino también por el cambio de paradigmas. Obviamente, la percepción de anomalías obliga a los científicos a abandonar ciertas creencias y procedimientos previamente aceptados, y a reemplazarlos por otros que les permiten lograr una explicación más amplia y más precisa de los fenómenos de la naturaleza, llegando a la formulación de nuevas teorías.

Del mismo modo que los descubrimientos científicos, toda formulación de una nueva teoría científica va precedida siempre de la percepción de anomalías y de una crisis correlativa, a lo largo de un

---

<sup>70</sup> Ibid., pág. 107

<sup>71</sup> Ibid., pág. 109

<sup>72</sup> Cf. pág. 110

<sup>73</sup> Ibid., pág. 111

proceso de sustantiva duración y alcance profundo, que se traduce como un periodo de “inseguridad profesional profunda”<sup>74</sup>.

Para demostrar su tesis, Kuhn presenta tres ejemplos ilustrativos en este capítulo, donde agudos y sacudidos periodos de “inseguridad profesional profunda” precedieron respectivamente al surgimiento de:

- Primero: la teoría astronómica de Copérnico,
- Segundo: la teoría de Lavoisier sobre la combustión del oxígeno, y
- Tercero: la teoría de la relatividad de Einstein.

En nuestra exposición, nos contentaremos con seguir el primer ejemplo referido por el autor, relativo a la teoría astronómica de Copérnico para captar las características de esos procesos de sustantiva duración y alcance profundo constituidos por los periodos de “inseguridad profesional profunda”.

Durante los dos siglos antes y los dos siglos después del inicio de nuestra era, la teoría ptolemaica que precedió a la teoría copernicana tuvo un éxito indiscutible en la descripción de los movimientos de planetas y estrellas. Sin embargo, si su precisión fue admirable, ésta no fue completa: “la teoría ptolemaica presentaba fallas para explicar la posición de los planetas así como la precesión de los equinoccios”<sup>75</sup>.

Los investigadores que sucedieron a Ptolomeo consagraron gran parte de su actividad normal hacia el intento de disminuir estas imprecisiones. Así, fueron agregándose ajustes sucesivos a la teoría ptolemaica, lo que al final de cuentas generó una complejidad sustantiva en el seno de la astronomía, complejidad que creció más rápido que la exactitud de dicha ciencia, en la medida en que “las discrepancias corregidas en un punto tenían probabilidades de presentarse en otro”<sup>76</sup>.

Es decir, la percepción de las anomalías que dominaban a la teoría ptolemaica se hizo cada vez más generalizada y aceptada en el seno de los propios astrónomos a lo largo de los siglos siguientes, particularmente entre el siglo XIII y el siglo XVI, cuando al unísono los astrónomos europeos “reconocían que el paradigma astronómico fallaba en sus aplicaciones a sus propios problemas tradicionales”<sup>77</sup>.

“Durante el siglo XIII, Alfonso X pudo proclamar que si Dios lo hubiera consultado al crear el Universo, hubiera recibido un buen consejo. En el siglo XVI, Domenico da Novara, colaborador de Copérnico, sostuvo que ningún sistema tan complicado e inexacto como había llegado a ser el de Tolomeo, podía existir realmente en la naturaleza. Y el mismo Copérnico escribió en el Prefacio al *De Revolutionibus*, que la tradición astronómica que había heredado sólo había sido capaz de crear un monstruo (...)<sup>78</sup>

Más aún, Kuhn nos señala que:

“Este reconocimiento fue el requisito previo para que Copérnico rechazara el paradigma de Ptolomeo y se diera a la búsqueda de otro nuevo. Su famoso prefacio [al *De Revolutionibus*] es aún una de las descripciones clásicas de un estado de crisis”<sup>79</sup>.

Ahora bien, aunque otros factores socio-históricos influyeron en el cambio y la caída del paradigma tolemaico, tales como la presión social en pro de la reforma del calendario, la crítica medieval a Aristóteles, el ascenso del neoplatonismo en el Renacimiento, entre otros<sup>80</sup>, sin embargo, Kuhn nos dice que el centro y eje de la búsqueda de uno nuevo fue indudablemente “el desbarajuste técnico de la teoría tolemaica”<sup>81</sup>.

Así, después de recorrer y analizar los ejemplos concernientes a: la teoría de Lavoisier sobre la combustión del oxígeno, y a la teoría de la relatividad de Einstein, Kuhn realiza las siguientes observaciones generales:

1) “Sólo surgió una nueva teoría después de un fracaso notable de la actividad normal de resolución de problemas”<sup>82</sup>;

---

<sup>74</sup> Ibid., pág. 114

<sup>75</sup> Cf. pág. 115

<sup>76</sup> Ibid., pág. 116

<sup>77</sup> Ibidem.

<sup>78</sup> Ibidem.

<sup>79</sup> Ibidem.

<sup>80</sup> Cf. pág. 117

<sup>81</sup> Ibidem.

<sup>82</sup> Ibid., pág. 124

2) El derrumbamiento y proliferación de teorías tuvieron lugar antes de la enunciación de la nueva teoría;

3) Los problemas que no lograban ser resueltos por la teoría habían logrado ser reconocidos desde mucho tiempo antes a la aparición de la nueva teoría.

De este modo, la conclusión de Kuhn en esta sección se orienta a destacar la importancia de las crisis en la historia de las ciencias, una vez que en cada uno de los tres ejemplos analizados por él, se observa que, a fin de cuentas, fue la crisis reconocida de la teoría científica vigente, la que dio lugar al surgimiento de la nueva teoría.

Preguntémonos ahora que, si las crisis son condición indispensable para el surgimiento de una nueva teoría, ¿Cómo reaccionan los científicos ante tales crisis? ¿Cuál es el comportamiento de los científicos ante los procesos de crisis teóricas?

### c) La Respuesta a la Crisis

Kuhn señala que, en primer lugar, los científicos se niegan a renunciar al paradigma que los ha conducido a la crisis. Es decir, los científicos no reconocen en las anomalías el surgimiento de ejemplos contrarios a la teoría. Nuestro autor nos resume el asunto, diciéndonos que los científicos sólo aceptaran la invalidez de una teoría “cuando se dispone de un candidato alternativo para que ocupe su lugar”<sup>83</sup>.

Es decir, que el desarrollo científico no ocurre por la demostración de la falsedad de una teoría, al señalar el contraste de esta con la experiencia, sino que ocurre dentro de un proceso de competencia entre paradigmas, en la comparación entre ellos y la evaluación de su alcance para encajar con la naturaleza.

Así, los científicos se niegan a reconocer en las anomalías ejemplos contrarios a su teoría. Como hemos visto, cuando surgen anomalías, los científicos se dedican a inventar “numerosas articulaciones y modificaciones *ad hoc* de su teoría para eliminar cualquier conflicto aparente”<sup>84</sup>.

Ahora bien, si los ejemplos contrarios llegan a constituir algo más que un simple hecho irritante, será porque contribuyen al surgimiento de un análisis nuevo y de una nueva teoría, dentro de la cual dichos hechos no pueden ser concebidos de forma distinta.

Kuhn señala que muchos científicos se han visto obligados a abandonar la ciencia, por su incapacidad para tolerar las crisis. En este sentido, agrega que el científico tiene que tener la capacidad de vivir “en un mundo desordenado”<sup>85</sup>, capacidad que denomina como la “tensión esencial” implícita en la investigación científica<sup>86</sup>.

Ahora bien, no hay investigación en ausencia de paradigmas. De este modo, “rechazar un paradigma sin reemplazarlo por otro, es rechazar la ciencia misma”<sup>87</sup>. Pero, además, siempre hay ejemplos contrarios a la teoría en el seno de toda investigación. De este modo, tenemos que preguntarnos, “¿Qué es lo que diferencia a la ciencia normal de la ciencia en estado de crisis?”. En el caso de la ciencia normal, los ejemplos en contrario constituyen los enigmas de los que hablamos en el capítulo anterior, los cuales pueden ser, sin duda alguna, fuentes de crisis: “Copérnico consideró ejemplos en contrario lo que la mayor parte de los demás seguidores de Tolomeo habían considerado como enigmas en el ajuste entre la observación y la teoría”<sup>88</sup>.

En el fondo, todas las teorías se ven confrontadas continuamente por ejemplos en contrario. De modo que la diferencia entre la ciencia normal y la ciencia en estado de crisis puede referirse diciendo que la ciencia en estado normal apuesta por la concordancia entre teoría y experiencia, buscando solventar los enigmas, en distintas formas, muchas veces no concluyentes ni exentas de discrepancias. Así, para ilustrar esta condición, Kuhn refiere ejemplos donde la ciencia normal pudo albergar anomalías y hasta relegar su solución a momentos posteriores<sup>89</sup>.

El punto entonces es que las anomalías necesitan un ingrediente adicional para generar las crisis. Sin embargo, Kuhn nos dice que no es posible prescribir cual es ese ingrediente, sino que sólo podemos decir que sucede cuando el ejemplo en contrario no es tenido como un simple enigma dentro de la ciencia normal y es reconocido como anomalía en forma generalizada dentro de la profesión.

---

<sup>83</sup> Ibid., pág. 128

<sup>84</sup> Ibid., pág. 129

<sup>85</sup> Ibid., pág. 130

<sup>86</sup> Ibidem.

<sup>87</sup> Ibid., pág. 131

<sup>88</sup> Ibid., pág. 132

<sup>89</sup> Cf. ppág. 134-135

En la medida en que el ejemplo en contrario atrapa la atención cada vez de un mayor número de investigadores, y en la medida en que no alcanza a ser resuelto, se convertirá en el objetivo principal a resolver dentro de la disciplina. Kuhn agrega que los esfuerzos de resolución tendrán cada vez una mayor divergencia, siendo que al principio se hallaran todos acogidos en mayor o menor grado a las reglas vigentes dentro de la teoría, pero que más adelante su divergencia habrá avanzado de tal forma hasta hacer suficientemente confusas las reglas dentro del paradigma.

Así, el paradigma comienza a ser cuestionado, situación que en algunos casos es explícitamente reconocida por los científicos. Kuhn ilustra esta situación con las quejas de Copérnico:

“de que en su tiempo, fueran los astrónomos “tan inconsistentes en esas investigaciones (astronómicas)... que no pueden ni siquiera explicar u observar la longitud constante de las estaciones del año”. “Con ellos”, continuaba diciendo, “es como si un artista tuviera que tomar las manos, los pies, la cabeza y otros miembros de sus cuadros, de modelos diferentes, de tal modo que cada una de las partes estuviera perfectamente dibujada; pero sin relación con un cuerpo único, y puesto que no coinciden unas con otras en forma alguna, el resultado sería un monstruo más que un hombre”<sup>90</sup>.

Kuhn señala entonces dos efectos que parecen ser universales con respecto a las crisis de las ciencias:

- 1) todas las crisis se inician con la confusión creciente de un paradigma y el relajamiento consecuente de sus reglas;
- 2) todas las crisis concluyen con la aparición de un nuevo paradigma y los esfuerzos por imponer su aceptación.

Y con respecto a este segundo efecto, nuestro autor señala que la aparición del nuevo paradigma no constituye de ningún modo un proceso de acumulación:

“La transición de un paradigma en crisis a otro nuevo del que pueda surgir una nueva tradición de ciencia normal, esta lejos de ser un procedimiento de acumulación, al que se llegue por medio de una articulación o una ampliación de un antiguo paradigma”<sup>91</sup>

Antes bien, se trata de una reconstrucción profunda que abarca tanto los fundamentos teóricos así como los métodos y aplicaciones del paradigma. En la transición misma, existirá un parecido considerable entre los problemas tratados por ambos paradigmas, el viejo y el nuevo, sin embargo, existirá también una diferencia radical respecto a las soluciones provistas por cada paradigma a dichos problemas. Finalmente, una vez que se haya producido la transición de un paradigma a otro, estaremos ante un nuevo marco teórico, un nuevo método y nuevas aplicaciones prácticas.

Las crisis entonces, constituyen una antesala para el surgimiento de nuevas teorías científicas. Ahora bien, la nueva teoría solo surge cuando “se percibe que una primera tradición ha errado el camino de una manera notable”<sup>92</sup>. Pero aún más, en algunos casos, el nuevo paradigma suele surgir al menos en forma primaria en los momentos mismos en que la crisis aún no ha cobrado cuerpo definido ni ha sido reconocida totalmente por los científicos del campo. En otros casos, el nuevo paradigma cobra un periodo mayor de tiempo para aparecer, una vez que ha acaecido la primera percepción de la anomalía.

Kuhn señala que en los periodos de crisis científicas, puede ocurrir que los científicos acudan a la filosofía –recurso al que no apelan en la práctica de la ciencia normal- como forma de reflexión sobre las suposiciones y reglas que han dado por admitidas. Esta recurrencia a la filosofía termina contribuyendo a quebrar la autoridad del paradigma anterior, abriendo la mente hacia otros basamentos fundamentales.

A su juicio, todas las observaciones desarrolladas hasta aquí son “suficientes para mostrar cómo las crisis debilitan los estereotipos y, simultáneamente, proporcionan los datos adicionales necesarios para un cambio de paradigma fundamental”<sup>93</sup>.

En síntesis, en esta sección Kuhn se ha ocupado de enunciar las distintas manifestaciones de las crisis de la ciencia normal, en las cuales los científicos cambian su actitud hacia los paradigmas existentes,

---

<sup>90</sup> Ibid., pág. 137

<sup>91</sup> Ibid., pág. 139

<sup>92</sup> Ibid., pág. 140

<sup>93</sup> Ibid., pág. 146

con los que la naturaleza de la investigación adopta nuevos rumbos. En palabras de Kuhn, sinteticemos todos estos aspectos:

“La proliferación de articulaciones en competencia, la disposición para ensayarlo todo, la expresión del descontento explícito, el recurso a la filosofía y el debate sobre los fundamentos, son síntomas de una transición de la investigación normal a la no-ordinaria. La noción de la ciencia normal depende más de su existencia que de la de las revoluciones”<sup>94</sup>

#### Capítulo IV:

### ***Las Revoluciones Científicas***

Abordaremos en esta sección los capítulos IX y X del libro de Kuhn, los cuales en su conjunto enfocan los distintos aspectos que caracterizan a las revoluciones científicas, desde su naturaleza y significación para el desarrollo científico, hasta la concepción de mundo que implican.

#### a) Las Revoluciones Científicas y su papel en el desarrollo científico

Kuhn comienza su reflexión acerca de las revoluciones científicas, definiéndolas como “aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible.”<sup>95</sup>

Como vemos, para nombrar el cambio de paradigmas, Kuhn acuña un término más bien propio de los procesos políticos como es el de “revolución”, y expone sus razones para adoptarlo.

En primer lugar, nos dice que, al igual que las revoluciones políticas se inician con un sentimiento de mal funcionamiento de las instituciones, las revoluciones científicas también se inician con un sentimiento de mal funcionamiento de los paradigmas. En ambos casos, el sentimiento es registrado por un sector restringido de los miembros de la comunidad política o científica, respectivamente.

Segundo, existe una segunda semejanza que explica la adopción del término: “Las revoluciones políticas tienden a cambiar las instituciones políticas en modos que esas mismas instituciones prohíben”<sup>96</sup>. En este sentido, durante el periodo de crisis, ninguna institución gobierna a la sociedad, y los individuos se separan entre sí, acogiéndose unos a las instituciones antiguas y los otros a las instituciones nuevas. Dada una polarización cada vez mayor, dentro de una situación donde ninguna instancia suprainstitucional puede dirimir los conflictos surgidos entre las partes polarizadas, el único recurso de entendimiento que queda es la persuasión y, algunas veces, la misma fuerza. Pero, como los bandos están aferrados a instituciones enfrentadas, la argumentación persuasiva que surge como recurso se desenvuelve en forma circular: es decir las partes argumentan desde valores y creencias que son aceptadas por su bando y llegan a conclusiones que también identifican a su bando.

El caso es el mismo para las revoluciones científicas. Los científicos se dividen entre sí apegándose unos al viejo paradigma, y los otros a la defensa del nuevo paradigma. Además, no hay ningún criterio por encima de los paradigmas que sirva como base para que los científicos se pongan de acuerdo. La lógica y la experimentación pierden su fuerza inequívoca para convencer a unos o a otros de los bandos científicos enfrentados, de modo que no queda un recurso común que permita establecer la validez de uno u otro paradigma.

Y, Kuhn se pregunta entonces: “¿Por que la lógica y la experimentación pierden su fuerza persuasiva? ¿Cuál es la naturaleza entonces de las diferencias que separan a los bandos científicos entre sí en la defensa de paradigmas encontrados?”<sup>97</sup>.

Su respuesta es que el desarrollo científico no ocurre por acumulación, tal como lo han creído los historiadores y estudiosos de la ciencia tradicionales. Así, nos dice: “las novedades en el desarrollo

---

<sup>94</sup> Ibid., pág. 148

<sup>95</sup> Ibid. pág.149

<sup>96</sup> Ibid. pág.150

<sup>97</sup> Ibid., pág.153

científico raramente ocurren por acumulación<sup>98</sup>. Pero, todavía afirma algo más significativo: “la adquisición acumulativa de novedades no sólo es en realidad rara, sino también en principio, improbable”<sup>99</sup>.

Y es improbable debido a que “la novedad inesperada” sólo puede surgir, por principio, afuera del paradigma, esto es, “en la medida en que las anticipaciones sobre la naturaleza y sus instrumentos resulten erróneas”<sup>100</sup>. En otras palabras, la novedad se hace presente cuando el paradigma no alcanza para explicar ciertos hechos, en forma tal que entra en conflicto. ¿En conflicto con quién? Este punto, Kuhn nos lo aclara con las siguientes palabras: “Así pues, es evidente que debe haber un conflicto entre el paradigma que descubre una anomalía y el que, más tarde, hace que la anomalía resulte normal dentro de nuevas reglas”<sup>101</sup>.

Este conflicto es característico no sólo con respecto a los descubrimientos científicos, sino también con respecto a la invención de nuevas teorías<sup>102</sup>. Como ya lo vimos en el capítulo anterior, las anomalías se caracterizan por su resistencia a ser interpretadas dentro de los paradigmas existentes y por su impulso a la invención de nuevas teorías.

Así, pues, dado que la hipótesis que Kuhn ha desarrollado hasta aquí sostiene que los descubrimientos científicos y las nuevas teorías no surgen por medio de un proceso acumulativo, sino por un proceso de surgimiento de novedades y/o anomalías que ponen en crisis y generan la ruptura del poder explicativo del paradigma vigente, tendrá que ilustrar la fuerza de su convicción examinando los hechos del desarrollo científico.

Contrario a la tesis sostenida por algunos de sus contemporáneos defensores del positivismo lógico (partidarios de la tesis acumulativa del desarrollo científico)<sup>103</sup>, Kuhn encuentra que el análisis de los distintos ejemplos cruciales en el desarrollo científico le da la razón. Así, de hecho, las transiciones de la teoría de Newton a la teoría de Einstein; del geocentrismo de Ptolomeo al heliocentrismo de Copérnico; y de la teoría del flogisto a la teoría de la combustión del oxígeno<sup>104</sup>, entre otros, muestran que la teoría acumulativa del desarrollo científico no mantiene ninguna fuerza de cara a estos casos históricos. Al contrario, dichos ejemplos robustecen una y otra vez más su convicción de que el desarrollo científico se da por medio de revoluciones, esto es, mediante crisis donde los antiguos paradigmas son reemplazados por nuevos, a través de transformaciones teóricas y aplicaciones profundas que redimensionan tanto la naturaleza de los problemas fundamentales como las soluciones pertinentes<sup>105</sup>.

Cabe destacar que la característica singular de tales crisis es, como ya describimos unos párrafos más arriba, de enfrentamiento entre los paradigmas, mediante argumentaciones circulares, sin recursos lógicos ni experimentales para persuadir al bando contrario.

Kuhn culmina su reflexión sobre las revoluciones científicas, recordándonos que hasta ahora nos ha mostrado que los paradigmas son parte fundamental de la ciencia. Al mismo tiempo, nos anuncia que en adelante nos mostrara que los paradigmas son también parte fundamental de la naturaleza<sup>106</sup>.

## b) Las Revoluciones como Cambios del Concepto de Mundo

Seguidamente, Kuhn examinará cuanto acierto o desacierto existe en la tendencia natural que inclina a cualquier historiador de la ciencia a anunciar que tras las revoluciones y cambios de paradigmas ocurre un cambio mismo del mundo<sup>107</sup>.

“Es algo así como si la comunidad profesional fuera transportada repentinamente a otro planeta, donde los objetos familiares se ven bajo una luz diferente y, además, se les unen otros objetos desconocidos”<sup>108</sup>

¿En que consiste esta sensación de estar en un mundo diferente, producido luego de las revoluciones científicas? Para respondernos, Kuhn recurre a las experiencias psicológicas de la Gestalt

---

<sup>98</sup> Cf. Ibid.,pág. 155

<sup>99</sup> Ibidem

<sup>100</sup> Ibid., pág. 156

<sup>101</sup> Ibidem.

<sup>102</sup> Ibidem.

<sup>103</sup> Ibid., pág. 158

<sup>104</sup> Cf. Ibid., ppág. 158-173

<sup>105</sup> Cf. Ibid., pág. 174

<sup>106</sup> Cf. Ibid., pág. 175

<sup>107</sup> Cf. Ibid., pág. 176

<sup>108</sup> Ibidem.

relativas a la experimentación visual de un cambio de forma: “Lo que antes de la revolución eran patos en el mundo del científico, se convierte en conejos después”<sup>109</sup>.

Ahora bien, si estos experimentos ilustran la naturaleza de las transformaciones preceptuales –nos comenta-, sin embargo, no son ilustrativos del papel que juegan los paradigmas en la determinación de la percepción. Kuhn hace referencia entonces a los estudios sobre la percepción llevados a cabo por el Instituto Hannover, y retoma el ejemplo que ya citamos en el capítulo III, relativo a las barajas anómalas. Como recordaremos, en aquella experiencia los observadores de las barajas sólo tenían capacidad para percibir las barajas que les eran familiares en sus experiencias previas. Sólo en un proceso gradual y de sucesiva advertencia, fueron capaces de percibir las barajas anómalas. Ahora bien, a juicio de Kuhn, este experimento así como otros citados por los especialistas muestran que la percepción visual se encuentra fuertemente determinada por la experiencia previa del sujeto. Sin embargo, la dificultad es que estos experimentos no demuestran que la observación de los científicos se comporte según las características que acompañan a la percepción visual.

Es decir, el observador de las cartas puede volver una y otra vez sobre las cartas y ver solamente lo que ha sido capaz de ver previamente y comenzar a ver algo distinto en virtud de una autoridad externa –el experimentador- que lo acompaña y que por vía de la persuasión lo hace advertir que ha estado viendo un cinco de corazones negro.

La dificultad de equiparar la observación científica a esta experiencia estriba en que en este terreno no hay una autoridad externa. Pero, además, los científicos no pueden atestiguar ellos mismos sobre el cambio de percepción que han sufrido, como sí pueden hacerlo en cambio los sujetos sometidos a los experimentos de percepción previamente expuestos. No encontramos a un científico diciendo con respecto a la Luna: “antes veía un planeta; pero ahora veo un satélite”<sup>110</sup>. Kuhn enfatiza que en el caso de los científicos sólo podemos aspirar a obtener por vía indirecta un testimonio del cambio de percepción: “Antes creía que la Luna era un planeta, pero estaba equivocado”.

Con el fin de mostrarnos el punto con mayor claridad, Kuhn nos propone volver a las distintas experiencias científicas para determinar en ellas “que tipo de transformaciones del mundo científico puede descubrir el historiador”<sup>111</sup>. Así, toma como primer ejemplo el descubrimiento de Urano por parte de William Herschel. Y nos cuenta que entre 1690 y 1781, en diferentes ocasiones los científicos vieron una estrella en la posición que actualmente sabemos que ocupa Urano. Herschel, doce años más tarde vio ese mismo objeto y no le cuadro lo que observaba con las características de una estrella. De este modo, después de algunas cavilaciones afirmó que era un cometa. Dado que el objeto tampoco encajaba con el comportamiento de un cometa, otro científico llamado Lexell sugirió que probablemente se trataba de un planeta.

El ejemplo de Urano, nos dice Kuhn, guarda una semejanza con el experimento de las cartas anómalas: el objeto que veían no se ajustaba a las “categorías perceptuales (estrella o cometa) proporcionadas por el paradigma que había prevalecido antes”<sup>112</sup>. Se produjo entonces un cambio de visión en ambos.

Incluso, el cambio de visión que permitió descubrir a Urano, permitió también más adelante, a lo largo de la primera mitad del siglo XIX, descubrir numerosos planetas pequeños o asteroides. Se podría afirmar entonces que los astrónomos, a partir de este descubrimiento, “vivieron en un mundo diferente”<sup>113</sup>.

Kuhn señala que ha elegido este y otros ejemplos de la astronomía, porque los relatos de sus descubrimientos se hacen en términos observacionales. Porque en ellos “podemos esperar hallar algo semejante a un paralelismo pleno entre las observaciones de los científicos y las de los sujetos experimentales de los psicólogos”<sup>114</sup>.

Pero, también ejemplos tomados de la electricidad y de la química nos llevarán a la tentación de decir que después de un descubrimiento crucial, los científicos trabajaron en un mundo diferente. En el caso de la química, una vez que Lavoisier descubrió el oxígeno, -donde, sabemos, Priestley veía aire desflogistizado- modificó su visión sobre otras sustancias, descubriendo un mineral compuesto donde Priestley veía una tierra elemental.

---

<sup>109</sup> Ibidem.

<sup>110</sup> Ibid., pág. 181

<sup>111</sup> Ibid., pág. 176

<sup>112</sup> Ibid. pág. 183

<sup>113</sup> Ibid., pág. 184

<sup>114</sup> Ibid., pág. 185

Es decir que podríamos afirmar algo como esto: “Cuando menos, como resultado de su descubrimiento del oxígeno, Lavoisier vio a la naturaleza de manera diferente”<sup>115</sup>

Sin embargo, esta frase no termina de satisfacerle a Kuhn, y para explicarnos por que su reserva frente a este tipo de afirmación, nos propone referirnos previamente el caso de Galileo y los aristotélicos.

Galileo descubre el movimiento pendular y sus propiedades específicas, donde los aristotélicos veían piedras oscilantes. Kuhn se pregunta ¿que es lo que permitió un cambio de visión en Galileo, más allá de su genio particular?<sup>116</sup> Y su respuesta es que Galileo, a la vez que no fue entrenado suficientemente en la física aristotélica, recibió la influencia de la teoría del ímpetu, paradigma vigente a fines de la Edad Media. En otras palabras, lo que Kuhn nos quiere decir es que el movimiento pendular llega a ser descubierto una vez que ocurre un cambio de paradigma, el cual permite percibir un cambio de forma<sup>117</sup>.

Se pregunta Kuhn entonces sí entre Priestley y Lavoisier o si entre Aristóteles y Galileo lo que ocurrió fue sencillamente un cambio de visión. “¿Vieron realmente esos hombres cosas diferentes al *mirar* los mismos tipos de objetos? ¿Hay algún sentido legítimo en el que podamos decir que realizaban sus investigaciones en mundos diferentes?”<sup>118</sup>.

Kuhn resume el asunto diciendo que lo que muchos desearían afirmar, es que al surgir un nuevo paradigma, lo que ocurre es un cambio de interpretación de las percepciones. Es decir, Priestley y Lavoisier vieron ambos oxígeno, pero lo interpretaron de manera diferente, y, a su vez, Aristóteles y Galileo vieron ambos el péndulo, pero lo interpretaron también de manera diferente. Kuhn señala que este tipo de apreciación no es completamente equivocada. Sin embargo, tampoco es completamente acertada.

Lo que sucede cuando hay una revolución científica no es simplemente un cambio de interpretación de los datos percibidos, ni surge un ingreso a un mundo diferente. En primer lugar, porque los datos que manejan los científicos “no son inequívocamente estables”<sup>119</sup>, sino que son objetos diferentes, y además, el científico frente a esos datos no desarrolla meramente un ejercicio de interpretación. Y no es que Kuhn quiera negar que los científicos interpreten datos, sino que lo que quiere decir es que al hacerlo, presuponen un paradigma.

Ahora bien, la aplicación de un paradigma en un ejercicio de interpretación de datos esta muy lejos de poder provocar su corrección al surgir las anomalías. Lo que sencillamente hace un científico normal es articular el paradigma. Es decir, lo que Kuhn quiere señalar es que la ciencia normal no provoca un cambio de paradigma: de su seno no surge la corrección del paradigma. Lo más que puede alcanzar la ciencia normal es a reconocimientos de anomalías y a procesos de crisis. Crisis cuyos desenlaces en nuevos paradigmas no se suceden por procesos de interpretación, sino por acaecimientos repentinos y no estructurados, por “chispazos de la intuición”<sup>120</sup>.

Y Kuhn nos dice que es por ello que

“los científicos hablan con frecuencia de las vendas que se les caen de los ojos” o de la “iluminación repentina” que “inunda” un enigma previamente oscuro [...] En otras ocasiones, la iluminación pertinente se presenta durante el sueño”<sup>121</sup>

Es decir, Kuhn afirma que los científicos no trabajan con los mismos datos neutros y que, por tanto, el asunto no se circunscribe a un cambio de interpretación. En efecto, los científicos no trabajan con datos neutros dados, sino con datos reunidos con dificultad seleccionados en función del paradigma vigente en cada caso. Así, las mediciones y operaciones que realizan los científicos están determinadas por el paradigma bajo el cual trabajan.

“Como resultado, los científicos con paradigmas diferentes se ocupan de diferentes manipulaciones concretas de laboratorio. Las mediciones que deben tomarse respecto a un péndulo no son las apropiadas referidas a un caso de caída forzada. Tampoco las operaciones pertinentes para la elucidación de las propiedades del oxígeno son uniformemente las mismas que las requeridas al investigar las características del aire desfoglistizado”<sup>122</sup>.

---

<sup>115</sup> Ibid., pág. 187

<sup>116</sup> Cf. Ibid., pág. 188

<sup>117</sup> Cf. Ibid., pág. 189

<sup>118</sup> Ibid., pág. 189-190

<sup>119</sup> Ibid., pág. 191

<sup>120</sup> Ibid., pág. 193

<sup>121</sup> Ibid., pág. 192-193

<sup>122</sup> Ibid., pág. 198

Por otra parte, Kuhn afirma además que:

“sea lo que fuere lo que pueda ver el científico después de una revolución, esta mirando aún al mismo mundo [...] gran parte de su vocabulario y de sus instrumentos de laboratorio serán todavía los mismos de antes. Como resultado de ello, la ciencia posrevolucionaria invariablemente incluye muchas de las mismas manipulaciones, llevadas a cabo con los mismos instrumentos y descritas en los mismos términos que empleaban sus predecesores de la época anterior a la revolución”<sup>123</sup>

Si ocurren cambios en estas manipulaciones, ellas se deberán bien a su relación con el paradigma o bien a sus resultados concretos. Para ilustrar estos dos tipos de cambios, Kuhn recurre a una larga y detallada exposición –que no seguiremos a.C.- sobre las circunstancias que rodearon y sucedieron al cambio de paradigma ocurrido en la química con la teoría de Dalton, donde, primero, podemos observar que una misma operación al ligarse a un paradigma diferente, puede permitir ver una regularidad de la naturaleza antes desconocida: y segundo, como la antigua manipulación en sus nuevas funciones arroja resultados distintos.

Así, pues, termina Kuhn su reflexión acerca del mundo de los científicos una vez que ocurren las revoluciones, diciendo que, a fin de cuentas, no hay datos neutros ni cambios de interpretación al surgir los nuevos paradigmas. Pues, tal como lo hemos visto a lo largo de sus cavilaciones, lo que ocurre es un cambio de datos según prevalezca uno u otro paradigma. Cambio este (refiriéndose al cambio en los datos entre uno y otro paradigma) que “es el último de los sentidos en que podemos desear afirmar que, después de una revolución, los científicos trabajan en un mundo diferente”<sup>124</sup>.

## Capítulo V

### ***Otros aspectos relevantes***

La presente sección se desarrollará sobre “tres cuestiones centrales que quedan”<sup>125</sup> por tratar y que Kuhn aborda a lo largo de los capítulos XI, XII y XIII. Ellas son: (a) la visión equivocada que transmiten las tradiciones pedagógicas acerca del desarrollo científico; (b) la competencia revolucionaria entre nuevos y viejos paradigmas; y (c) el desarrollo científico, a través de las revoluciones visto como una forma del progreso científico.

- (a) ¿Por qué las revoluciones científicas no son comprendidas ni registradas en los libros de texto?

En los capítulos anteriores, Kuhn ha presentado las revoluciones científicas recurriendo a innumerables ejemplos. Sin embargo, dichos ejemplos en el caso de la tradición científica y los textos pedagógicos han sido apreciados como adiciones al conocimiento científico, antes que como revoluciones propiamente dichas. En otras palabras, la tendencia en la historiografía de las ciencias ha sido la de mantener una invisibilidad con respecto a las revoluciones. Tanto científicos como profanos recurren a “los libros de texto científicos junto con las divulgaciones y las obras filosóficas moldeadas sobre ellos”<sup>126</sup>, como fuentes de autoridad para referir el acontecer de las actividades científicas. Y ocurre que cada una de estas fuentes registra los resultados ya aceptados de revoluciones pasadas, de manera que lo que enfocan son los distintos aspectos de la ciencia normal. Para decirlo más específicamente, los dos últimos géneros de fuentes tienen como base los libros de texto, y estos últimos, en palabras de Kuhn: “son vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal”<sup>127</sup>.

---

<sup>123</sup> Ibid., pág. 203

<sup>124</sup> Ibid., pág. 211

<sup>125</sup> Ibid., pág. 30

<sup>126</sup> Ibid., pág. 213

<sup>127</sup> Ibid., pág. 214

El caso –sigue argumentando nuestro autor- es que “los libros de texto deben escribirse de nuevo cada vez que ocurre una revolución científica, y una vez que son escritos, eclipsan de algún modo la existencia de las revoluciones que los produjeron”<sup>128</sup>. Así, en general sucede que los libros de texto tienen una corta sección de historia, donde se describe una tradición aparentemente compartida por científicos y profanos, tradición que en realidad nunca ha existido: “los científicos de épocas anteriores son representados implícitamente como si hubieran trabajado sobre el mismo conjunto de problemas fijos y de acuerdo con el mismo conjunto de cánones fijos...”<sup>129</sup>, como que si la ciencia fuera una empresa acumulativa que llega al presente a través de un desarrollo lineal. Es decir, la historiografía científica procede como:

“un proceso comparado a la adición de ladrillos a un edificio, [donde] los científicos han ido añadiendo uno por uno hechos, conceptos, leyes y teorías al caudal de información que proporciona el libro de texto científico contemporáneo”<sup>130</sup>.

Y, quizás, podríamos conjeturar que los libros de texto presentan el desarrollo de la ciencia así, atendiendo a una ambición pedagógica. Pero, Kuhn nos advierte con suficiente énfasis que, sin embargo, “no es así como se desarrolla una ciencia”<sup>131</sup>.

En efecto, según este autor, el asunto real es que los científicos anteriores atendieron a problemas específicos, con instrumentos y cánones de resolución también específicos. Y el punto a destacar no es que los problemas sean los únicos que han cambiado de generación en generación, sino que también han cambiado las teorías y los hechos que se conjugan en los paradigmas.

Para ilustrar su argumento, Kuhn recurre al concepto de elemento químico de Robert Boyle<sup>132</sup>, señalando que cuando Boyle utilizó este concepto, lo hizo como “una paráfrasis de un concepto químico tradicional [...] lo ofreció sólo con el fin de argumentar que lo que se llama un elemento químico no existe”<sup>133</sup>. Y es que en el fondo, nos dice Kuhn, un concepto como el de elemento, concepto del mismo género que el de tiempo, energía, fuerza o partícula, “no es ni inventado ni descubierto en absoluto”<sup>134</sup>.

“La definición de Boyle puede hacerse remontar por lo menos hasta Aristóteles y se proyecta hacia adelante a través de Lavoisier hasta los libros de texto modernos. Esto, sin embargo, no quiere decir que la ciencia haya poseído el concepto moderno de elemento desde la antigüedad.”<sup>135</sup>.

El argumento central aquí es que dichos conceptos tienen poca significación en sí mismos, y que la que llegan a alcanzar se encuentra subordinada al contexto dentro del cual emergen, es decir, a su relación “con otros conceptos científicos, con [determinados] procedimientos de manipulación y con aplicaciones de paradigmas”<sup>136</sup>.

Entonces, Boyle no inventó el concepto de “elemento”. Lo que sí cambió fue “la relación de ‘elemento’ en la manipulación y la teoría químicas, transformó a la noción en un instrumento muy diferente del que antes había sido y, en el proceso, modificó a la química y al mundo de los químicos”<sup>137</sup>, razones todas gracias a las cuales fue el propulsor de una revolución científica.

#### (b) La competencia revolucionaria entre nuevos y viejos paradigmas

Una vez que un grupo de científicos se ha convencido de un nuevo modo de ver la ciencia y el mundo, cabe preguntarse ¿cómo es que el grupo de los investigadores embarcados en el desarrollo de la ciencia normal pasan a abandonar la tradición y a compartir el nuevo paradigma? Para atender a esta

---

<sup>128</sup> Ibid., pág. 214

<sup>129</sup> Ibid., pág. 215

<sup>130</sup> Ibid., pág. 219

<sup>131</sup> Ibidem

<sup>132</sup> Cf. Ibid., ppág. 220 ss.

<sup>133</sup> Ibid., pág. 221

<sup>134</sup> Ibidem

<sup>135</sup> Ibidem

<sup>136</sup> Ibid., pág. 222

<sup>137</sup> Ibidem

inquietud, Kuhn examinara en primer lugar la posibilidad de que la respuesta sea la de "las pruebas, la verificación o la falsación de las teorías científicas establecidas"<sup>138</sup>.

Y aclara que el investigador de la ciencia normal si bien es un solucionador de enigmas, sin embargo, no es alguien que ponga a prueba los paradigmas. Si realiza pruebas, estas son en todo caso, realizadas desde la aceptación del paradigma. De este modo, la prueba del paradigma sólo tendría lugar: "cuando el fracaso persistente para obtener la solución de un problema importante haya producido una crisis"<sup>139</sup>. Pero, todavía más, la prueba, sigue afirmando Kuhn, "sólo se produce después de que el sentimiento de crisis haya producido un candidato alternativo a paradigma"<sup>140</sup>.

Es decir que, en la ciencia la prueba no se produce en la contrastación de un paradigma único con la naturaleza, sino "como parte de la competencia entre dos paradigmas rivales"<sup>141</sup>.

Entonces, ¿en que puede consistir la *verificación* aquí planteada?

Kuhn examina dos teorías de verificación vigentes en el ámbito de la discusión filosófica de la época, ambas distantes de los criterios absolutos. La primera consiste en la verificación de probabilidades, la cual exige la construcción imaginaria de todas las pruebas a las que pueda someterse la teoría. Esta posición es rechazada por Kuhn, ya que a su juicio, no es posible imaginar pruebas neutras, sino que cualquiera sea la construcción propuesta se inscribirá necesariamente dentro del horizonte del paradigma en cuestión.<sup>142</sup>

En segundo lugar, examina la teoría de *falsación* de Popper, quien al negar toda posibilidad de verificación señala que la única prueba posible es la que invalida una teoría al encontrar una prueba cuyo resultado es negativo. O sea que para Popper: "contrastar una teoría significa intentar refutarla mediante un contraejemplo. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero nunca verificada"<sup>143</sup>.

Kuhn señala que obviamente, relacionaremos la falsación con las experiencias anómalas por su posible semejanza. Sin embargo, aclara que son cosas muy distintas. La falsación de Popper no se da con el surgimiento de una anomalía: es un proceso posterior y además totalmente separado.

Entonces, ¿cómo es posible dirimir la competencia entre dos paradigmas a través de la medida en que se ajustan en mayor o menor grado a los hechos? Lo que sostiene Kuhn es que no existe respuesta a esta pregunta, pues, dos paradigmas en competencia son *inconmensurables*: no tienen como supuestos un mismo conjunto de problemas, ni una visión idéntica del mundo, ni un conjunto compartido de normas y ni un lenguaje teórico.

Esto hace que sea imposible que haya un diálogo propiamente dicho entre los defensores de los dos paradigmas en pugna: al contrario, si hablan entre sí, lo hacen sin entenderse. La comunicación que exista será inevitablemente parcial. En pocas palabras, la inconmensurabilidad de los paradigmas, hace que sea imposible que los científicos lleguen a convencerse los unos a los otros a partir de pruebas:

1. "los proponentes de paradigmas en competencia estarán a menudo en desacuerdo con respecto a la lista de problemas que cualquier candidato a paradigma deba resolver"<sup>144</sup>;
2. "sus normas o sus definiciones de la ciencia serán diferentes"(...) <sup>145</sup>, si bien los nuevos paradigmas nacen de los antiguos, incorporando gran parte de su vocabulario y sus instrumentos, sin embargo, los relacionan de una forma muy diferente.
3. Los practicantes de distintos paradigmas: "practican sus profesiones en mundos diferentes (...) de modo que ven cosas diferentes cuando miran en la misma dirección desde el mismo punto"<sup>146</sup>. En el caso de los ejemplos de la física que hemos citado en capítulos anteriores, unos ven cuerpos pesados y otros movimientos pendulares; en el de la química, unos ven las soluciones como compuestos y los otros como mezclas; unos ven el espacio como dimensión recta y otros como dimensión curva.

Dado que la transición de un paradigma a otro, consiste en la transición entre dos teorías inconmensurables, no podemos esperar que la conversión de los científicos que abandonan un paradigma

---

<sup>138</sup> Ibid., ppág. 225-226

<sup>139</sup> Ibid., pág. 225

<sup>140</sup> Ibidem

<sup>141</sup> Ibidem

<sup>142</sup> Cf. Ibid., ppág. 226-227

<sup>143</sup> Obtenido de "<http://es.wikipedia.org/wiki/Falsacionismo>

<sup>144</sup> Kuhn, Ibid., pág. 230

<sup>145</sup> Ibid., ppág. 230-231

<sup>146</sup> Ibid., pág. 233

tradicional para pasar a uno nuevo, sea un proceso gradual, basado en la lógica y la experimentación<sup>147</sup>. No existe ni es posible un proceso de demostración (en virtud de la inconmensurabilidad). La transición ocurre de golpe, o no ocurre. Y Kuhn nos dice que, en primer lugar, las más de las veces, los científicos no hacen esta transición. Y para ilustrarlo menciona los casos siguientes:

“El copernicanismo tuvo muy pocos adeptos durante casi un siglo después de la muerte de Copérnico. El trabajo de Newton no fue generalmente aceptado, (...) durante más de medio siglo después de la aparición de los *Principia*. Priestley nunca aceptó la teoría del oxígeno (...) y así sucesivamente”<sup>148</sup>.

Este fenómeno ha sido captado por los propios científicos, y las palabras de Max Planck son elocuentes de ello:

“Una nueva verdad científica no triunfa por medio del convencimiento de sus oponentes, haciéndoles ver la luz, sino más bien porque dichos oponentes llegan a morir y crece una nueva generación que se familiariza con ella”<sup>149</sup>.

Ahora bien, Kuhn considera que esta percepción del asunto debe ser re-evaluada, pues si bien los científicos más viejos oponen una resistencia férrea, terca y tenaz frente al nuevo paradigma, sin embargo, también sucede que algunos llegan a convertirse al nuevo paradigma, después que los defensores más tenaces del antiguo paradigma mueren. Y lo curioso, es que llegan a convertirse bajo el influjo no precisamente de pruebas científicas o de argumentación científica, sino por un fenómeno de persuasión, que ocurre “enteramente fuera de la esfera aparente de la ciencia tales como razones de “autobiografía y personalidad”<sup>150</sup>. O, incluso la influencia de la nacionalidad o algún aspecto singular del innovador científico.

Dadas estas constataciones, Kuhn sugiere que nos preguntemos no tanto por los argumentos que convierten a los científicos, sino por el tipo de comunidad que se reforma como un grupo unificado. Pero antes de abordar este último asunto, se detiene en el examen de los tipos de argumentos que tienen mayor éxito para convencer a los científicos. Estos argumentos suelen ser, en primer lugar, los que ofrecen “una precisión cuantitativa sorprendentemente mayor que la de su competidor más antiguo”<sup>151</sup>. Tal fue la ventaja de Kepler sobre Tolomeo; y de Newton, Bohr y Planck sobre sus respectivos competidores.

Ahora bien, Kuhn advierte que: “la pretensión de haber resuelto los problemas provocadores de una crisis, sin embargo, raramente es suficiente por sí sola”<sup>152</sup>. Otros elementos contribuyen a que un paradigma sea aceptado, como por ejemplo su capacidad de predicción de los problemas. Es el caso de la teoría de Copérnico por ejemplo, la cual “sugirió que los planetas debían ser similares a la tierra, que Venus debía mostrar fases y que el Universo debía ser mucho más grande de lo que hasta entonces se había supuesto”<sup>153</sup>. Unos sesenta años después de la muerte de Copérnico fue descubierto el telescopio, y con este instrumento se constataron estas afirmaciones de Copérnico, lo que entonces le sumó a su teoría numerosos adeptos.

Ahora bien, aparte de los dos criterios expuestos hasta aquí, el de la potencia de resolución de los problemas como el de la fuerza predictiva, un nuevo paradigma puede desplazar a uno antiguo también por razones “estéticas”, esto es, cuando el paradigma se muestra como una teoría “más neta”, “más apropiada” o “más sencilla” que la antigua”<sup>154</sup>.

Y un último criterio mencionado por Kuhn, es ya de orden subjetivo y consiste en la “fe” que un paradigma despierte en los científicos para enfrentarse al conjunto de problemas que tienen por delante. Como puede deducirse, un criterio como este tiene un rol decisivo en las primeras etapas de aceptación del paradigma, cuando son muy pocos los que están convencidos acerca de su validez, puesto que “para que un paradigma pueda triunfar deberá ganar algunos primeros adeptos, hombres que lo desarrollen hasta el punto de que puedan producirse y multiplicarse argumentos tenaces.”<sup>155</sup>.

---

<sup>147</sup> Cf. *Ibid.*, pág. 233

<sup>148</sup> *Ibid.*, pág. 234

<sup>149</sup> *Ibid.*, pág. 237

<sup>150</sup> *Ibid.*, pág. 237

<sup>151</sup> *Ibid.*, pág. 238

<sup>152</sup> *Ibid.*, pág. 239

<sup>153</sup> *Ibid.*, ppág. 239-240

<sup>154</sup> *Ibid.*, pág. 241

<sup>155</sup> *Ibid.*, pág. 245

- (c) El desarrollo científico, a través de las revoluciones, visto como una forma del progreso científico.

Las reflexiones de Kuhn desarrolladas hasta aquí, plantean ahora una pregunta: ¿existe progreso en las ciencias? ¿en que consiste? Históricamente ha sido una creencia ampliamente aceptada la de asociar el progreso a la idea de ciencia, como una relación intrínseca<sup>156</sup>. Ahora bien, sucede que esta relación intrínseca se debilita cuando la ciencia normal entra en un periodo revolucionario<sup>157</sup>. Kuhn lo señala con la siguiente frase: "Sólo durante los periodos de ciencia normal el progreso parece ser evidente y estar asegurado. Durante esos periodos, sin embargo, la comunidad científica no puede ver los frutos de su trabajo de ninguna otra forma"<sup>158</sup>.

Es decir, el progreso se percibe con mayor facilidad cuando no hay luchas de competencia entre distintos paradigmas en el seno de una ciencia. Nuestro autor agrega que, además, esa relación inextricable entre ciencia y progreso se debe también al aislamiento con respecto a la sociedad dentro del cual trabajan los científicos. Tal aislamiento refuerza la convicción acerca de los problemas que les ocupan: no tienen que buscar justificaciones externas acerca de la importancia de sus problemas. Es decir, sus problemas son los que son, y de lo que se trata es de resolverlos.

Por otra parte, se suma adicionalmente el tipo de iniciación educativa. A diferencia de otras disciplinas, los científicos naturales se inician en los problemas de las ciencias a partir de los libros de texto<sup>159</sup>, los cuales no consisten en un acercamiento directo a las fuentes originales ni a los clásicos del área científica, sino, más bien, a un recuento breve, preciso y sistemático. Si bien, este tipo de preparación ha sido eficiente para la resolución de problemas al interior de un paradigma, sin embargo, es "estrecha y rígida" al presentarse las crisis científicas<sup>160</sup>, periodos en los que la idea de progreso que acompaña a las ciencias en sus periodos normales se debilita.

¿Cuándo se producen crisis científicas y competencia entre paradigmas con la eventual imposición del nuevo paradigma sobre el antiguo?, ¿Como perciben las comunidades científicas el paso de uno a otro? ¿se trata de "progreso" entendido como "una línea recta" en la cual la situación pasada conduce a la presente<sup>161</sup>?

Lo que muestran las observaciones de Kuhn a lo largo del libro hasta aquí analizado es que si bien se asocia la ciencia al progreso, este último no es precisamente un acercamiento en línea recta a la verdad. Así, nos dice: "Es posible que tengamos que renunciar a la noción, explícita o implícita, de que los cambios de paradigma llevan a los científicos, y a aquellos que de tales aprenden, cada vez más cerca de la verdad"<sup>162</sup>.

Y Kuhn advierte que no ha usado este término ("verdad") a lo largo de su libro, pues ha querido prescindir de la idea de que el paso de un paradigma a otro consista en "un proceso de evolución hacia algo"<sup>163</sup>. En este sentido, su posición es que el paso de un paradigma a otro no debe ser comprendido como "la-evolución-hacia-lo-que-deseamos-conocer" sino más bien como "la-evolución-a-partir-de-lo-que-conocemos"<sup>164</sup>.

Para alcanzar una mejor formulación, Kuhn traza un paralelismo entre su idea de evolución y la de Darwin, en el sentido en que esta última lo que descartó fue precisamente la idea de perfeccionamiento progresivo a lo largo de un paso a otro. A su juicio, la evolución científica ha tenido lugar sin que haya existido una "meta establecida, [ni] una verdad científica fija y permanente, de la que cada etapa del desarrollo de los conocimientos científicos fuera un mejor ejemplo"<sup>165</sup>.

## **VI. Conclusiones**

---

<sup>156</sup> Cf. Ibid., pág. 250

<sup>157</sup> Cf. Ibid., pág. 251

<sup>158</sup> Ibid., pág. 252

<sup>159</sup> Cf. Ibid., pág. 255

<sup>160</sup> Cf. Ibid., pág. 256

<sup>161</sup> Cf. Ibid., pág. 257

<sup>162</sup> Ibid., pág. 262

<sup>163</sup> Ibid., pág. 263

<sup>164</sup> Ibid., pág. 264

<sup>165</sup> Ibid., pág. 266

Hemos recorrido hasta aquí los distintos argumentos desarrollados por Kuhn, en su libro titulado “La Estructura de las Revoluciones Científicas”, para desmontar la visión acumulativa y gradual del desarrollo científico y construir una nueva. A manera de síntesis, digamos que:

1) No cualquier actividad de investigación es de suya ciencia. Para serlo hace falta el surgimiento de un “paradigma”, esto es, un marco teórico que alcanza el reconocimiento de una comunidad científica y se impone, bajo la forma de una “revolución”, sobre otras teorías competidoras, como fundamento y punto de partida para las realizaciones futuras de la práctica científica.

2) Un paradigma no explica *completamente* los problemas planteados dentro de una práctica científica. Al contrario, recorta drásticamente la visión científica a un pequeño ámbito de problemas. La ciencia normal consiste en la ejecución de un conjunto de tareas de limpieza (concordancia, predicción y determinación de constantes, leyes cuantitativas y aspectos cualitativos) orientadas a consolidar la fuerza explicativa del paradigma.

3) El progreso de la ciencia normal no es impulsado por la búsqueda de novedades teóricas ni experimentales, ni de soluciones para problemas apremiantes o por el deseo de ser útil, sino por la atracción ejercida por el reto de solucionar un “enigma” que hasta entonces nadie ha logrado resolver.

4) La ciencia normal puede avanzar directamente sobre la base de los paradigmas sin que existan reglas que orienten la investigación. Los paradigmas, en este caso, operan bajo el influjo del “parecido de familia”, esto es, de una red de semejanzas entre los problemas y técnicas.

5) Aunque el curso de la ciencia normal no apunta hacia la búsqueda de novedades, sin embargo, estas –también llamadas por Kuhn “anomalías”– sobrevienen de forma *inesperada* en las investigaciones de los científicos, por una parte, despertando una resistencia sistemática por parte de estos, y, por otra, desafiando la solidez de la teoría dominante, hasta el punto de desencadenar una crisis, caracterizada como un periodo de duración significativa donde domina una confusión creciente y un relajamiento de las reglas científicas.

6) Las crisis son de una importancia crucial en la historia de las ciencias, ya que incuban las revoluciones científicas que se materializan en la formulación de nuevos paradigmas. Estos logran imponerse sobre sus competidores por un proceso de reconstrucción que nunca debe equipararse a un proceso de acumulación, basado en la articulación o ampliación del viejo paradigma.

7) El paso de un paradigma a otro no se da en virtud de argumentos lógicos o pruebas experimentales sostenidos o realizados por los científicos en pugna. Tampoco es válido considerar que hay datos neutros o cambios de interpretación al surgir los nuevos paradigmas, pues cada paradigma –tanto el viejo como el nuevo– se mueve dentro de un universo de datos que le es específico y por tanto, no compartido. Por tanto, no hay diálogo propiamente dicho entre los defensores de paradigmas en pugna, porque los paradigmas son inconmensurables: sus problemas, sus normas y sus mundos divergen. De este modo, es imposible un proceso de demostración.

8) El paso de un paradigma viejo a uno nuevo ocurre de golpe por un fenómeno de persuasión que ocurre en virtud de recursos fortuitos (tales como razones estéticas, de nacionalidad, de fe, entre otras) que ejercen un influjo fuera del ámbito de la ciencia.

9) La idea de progreso científico debe ser redimensionada. Esta no puede consistir en un acercamiento en línea recta a la verdad, como si el paso de un paradigma a otro consistiese en “un proceso de evolución hacia algo”. Al contrario, antes que entender el desarrollo científico como un perfeccionamiento progresivo hacia una meta o hacia una verdad fija, debe ser visto sencillamente como una “evolución-a-partir-de-lo-que-conocemos”.

## **REFERENCIAS**

- |                      |  |
|----------------------|--|
| ABBAGNANO, Nicola    | Diccionario de Filosofía<br>Fondo de Cultura Económica/ 1989                           |
| BLANCHE, Robert      | El Método Experimental y la Filosofía de la Física. Editorial<br>/F.C.E. México, 1972. |
| BURK, Ignacio        | Copérnico. 1943-1973. Editado por UCV.<br>Dirección de Cultura. /Caracas, 1973         |
| BUTTERFIELD, Herbert | Los orígenes de la ciencia moderna./Ediciones Taurus                                   |

- COMAS SOLA, José El Cielo. Novísima Astronomía Ilustrada. / Editorial Seguí, Barcelona, 1929.
- COPÉRNICO, Nicolás Sobre Las Revoluciones (De los Orbes Celestes). Editora Nacional, Madrid, 1982. Edición preparada por Carlos Minguez y Mercedes Testal.
- CROMBIE, A.C. Historia de la Ciencia de San Agustín a Galileo: Tomo I y II. La Ciencia en la Edad Media: Siglos V al XIII. Alianza Editorial, Madrid, 1974.
- CHALMERES, Alain ¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Editorial Siglo XXI. Madrid, España, 1998.
- DESIATO, Massimo Lineamientos de filosofía/U.C.A.B.
- FERRATER, Mora Diccionario Volumen 1 y 2.
- FLECK, Ludwik: La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Alianza Universal, Madrid – 1986.
- IAN HACKING Revoluciones Científicas/Breviarios/ Fondo de Cultura Económica/Año 1985 México.
- HUME, David Tratado de la Naturaleza Humana/Paidós, 1974. Buenos Aires.
- KESTEN, Hermann Copérnico y su Mundo.
- KUHN, Thomas La Estructura de las Revoluciones Científicas/ Fondo Cultura Económica. 1971, México.
- KUHN, Thomas La Revolución Copernicana. / Editorial Ariel, Barcelona, 1978.
- KUHN, Thomas Qué Son las Revoluciones Científicas y Otros Ensayos. / Editorial Paidós. I.C.E.-U.A.B, Barcelona, 1989.
- KUHN, Thomas La tensión esencial. Estudios selectos sobre la traducción y el cambio en el ámbito de la ciencia F.C.E.1982
- KOYRE, A. Estudios de Historia del Pensamiento Científico. / Editorial Siglo XX, México, 1978.
- KOYRE, A. Estudios de Galileo. / París 1939, Vol. I, II y III.
- MUSGRAVE E., Alan Los Segundos Pensamiento de Kuhn. / Revista Teorema, España, 1978.

