

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VI JORNADAS  
(1996)

Marisa Velasco  
Aarón Saal  
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## REFLEXIONES SOBRE EL 2º MODELO DE CAMBIO TEÓRICO DE KUHN

### INTRODUCCIÓN

Desde la filosofía "ortodoxa" de la ciencia a la llamada "nueva filosofía de la ciencia", se plantearon numerosos modelos de cambio científico, con la pretensión, *mutatis mutandi*, de dar razones que justifiquen las transiciones y/o variaciones acaecidas durante el desarrollo de la ciencia. No nos proponemos dilucidar los alcances explicativos de esos modelos ni tampoco comparar sus méritos relativos. El objetivo es mostrar cómo a partir de las críticas y posteriores revisiones al modelo de cambio científico desarrollado en La Estructura de las Revoluciones Científicas (ERC), Kuhn abandona las principales tesis acerca de los criterios que guían los cambios en la ciencia. La línea argumental escogida será la de aceptar que en el nuevo modelo de cambio teórico, expuesto por Kuhn a partir de 1969 en la Postdata (PD) a la segunda edición de la ERC y en Segundas Reflexiones acerca de los Paradigmas (SRP), en un esfuerzo por contestar a sus críticos, Kuhn debilita el interés inicial en favor de la influencia de los "factores subjetivos", modificando lo peculiar de sus observaciones iniciales y empobreciendo la comprensión histórica y filosófica de todos los cambios científicos, en particular, y muy caro a sus expectativas, el experimentado por la física del siglo XIX. La estrategia girará en torno a dos aspectos: 1) descripción y comentarios de algunas modificaciones introducidas en los presupuestos y el aparato conceptual de la física clásica, a fin de mostrar el choque entre las dos *weltanschauungen*, o "matrices disciplinarias", según la nomenclatura adoptada por Kuhn en PD; 2) mostrar que el contenido de la revolución física de nuestro siglo presupone la sustitución de una matriz por otra, y que en ella, al menos uno de los componentes de la vieja matriz es profundamente alterado: los "modelos" ontológicos. En este sentido, compartimos con Kuhn la idea de que no es necesario que se alteren todos los elementos de una determinada matriz disciplinaria para que se produzca una revolución científica, pero en su contra, se argüirá acerca de la secundariedad de los "ejemplares" en la significatividad del cambio suscitado en la física clásica.

La elección de este caso histórico de "sustitución" obedece a dos motivos. i) se trata de un ejemplo ampliamente analizado por varios historiadores y filósofos de la ciencia, entre los cuales cabe mencionar al propio Kuhn y ii) aunque Kuhn no lo haya

afirmado explícitamente, se exige que el modelo de cambio teórico propuesto satisfaga los cambios científicos operados en las ciencias naturales. Con ello pretendemos mostrar la insuficiencia del modelo transhistórico kuhniano y, consecuentemente, la imposibilidad de que aquél pueda funcionar como modelo único.

## I

En El impacto filosófico de la física contemporánea, Milic Capek escribe: "(...) no es posible comprender verdaderamente la física contemporánea y sus implicaciones filosóficas sin apreciar primero, de manera plena, en qué sentido y hasta qué punto difieren los conceptos físicos modernos de los conceptos de la física clásica (...) aunque las palabras utilizadas por los físicos contemporáneos son las mismas, sus connotaciones son totalmente distintas de las de sus equivalentes clásicos" (p. 13). Para este autor los presupuestos y conceptos de la física "clásica" y la "moderna" despliegan tales diferencias ontológicas, que podríamos considerar la posibilidad de estar frente a dos "weltanschauungen". En el aspecto metodológico, la diferencia entre estos dos modos de describir la realidad física también es abismal, pues<sup>2</sup>, "En la física precuántica, 'entender' significaba crear una imagen palpable del objeto o del proceso. No se puede entender la física cuántica en ese sentido de la palabra. Cualquier modelo palpable funcionará, inevitablemente, según las leyes clásicas y por eso es inservible para representar procesos cuánticos. Por esta razón lo mejor que puede hacerse es renunciar a la tentación de construir modelos evidentes del comportamiento de los objetos cuánticos". Por ello Capek insiste, una y otra vez, en el carácter "pictórico" del período clásico, en contraposición al carácter más abstruso de la física moderna.

Las promesas del Kuhn de la ERC, en algunos sentidos, parecen congruentes con el planteamiento de Milic Capek. Sin embargo, después de 1962 no pareció interesarle la sugestiva conexión entre cambio de la visión del mundo y cambios en los patrones que rigen los problemas, conceptos y explicaciones permisibles. Tampoco es claro que en las revisiones a la ERC, los compromisos ontológicos tengan un papel tan significativo en la sustitución de paradigmas. Como dice Newton-Smith<sup>3</sup>: "La posición a la que hemos llegado es, ni más ni menos, la posibilidad de distinguir entre dos Kuhn. Uno, el racionalista moderado, piensa que a pesar de que haya acuerdo acerca de los factores que guían la elección de teoría es imposible justificar esos factores. El otro, el racionalista embrionario, considera que las cinco guías pueden justificarse -refiriéndose a la lista de características ofrecidas por Kuhn<sup>4</sup> como cualidades de una buena teoría: precisión, consistencia, alcance amplio, simplicidad y fructificidad- como criterios a utilizar para

<sup>1</sup> Capek, M.[1961] *El impacto filosófico de la física contemporánea*. Tecnos, Madrid, 1973.

<sup>2</sup> Savéliev, I. V [1982] *Curso de Física General* (T 3), MIR, Moscú, 1984.

<sup>3</sup> Newton Smith, W. H [1981] *La Racionalidad de la Ciencia*, Paidós, Barcelona, 1987.

<sup>4</sup> Kuhn, Th. [1977] '*Objetividad, juicio de valor y elección de teorías*', en *La Tensión Esencial*, FCE, México, 1983.

lograr el progreso de la ciencia, es decir, para aumentar su capacidad para resolver problemas" (p. 140)

## II

Consideraremos la siguiente distinción al referirnos al segundo modelo de cambio científico de Kuhn. "unidades del modelo" (UM) y "enlaces del modelo" (EM). Las "( ) unidades del modelo son aquellos "metaconceptos" que se refieren a las teorías en un tiempo  $t$ , y los "( ) enlaces del modelo los conceptos que captan o explican el paso de una unidad a otra"<sup>5</sup> (p. 64) Si bien es cierto que Kuhn no hace esta distinción, introduce los conceptos necesarios para poder hacerla. Por otra parte, ni las unidades ni los enlaces del modelo son suficientes para abordar el complejo entramado del proceso científico, o sea, el modelo no ofrece el aparato conceptual necesario para distinguir más elementos.

Las UM serán los compromisos con ciertas reservas, lo que en PD y SRP constituyen los elementos de la "matriz disciplinaria"; de otro modo: todos -o casi todos- los objetos del compromiso de una comunidad científica con: a) ciertas leyes fundamentales que contienen los conceptos básicos de la matriz, y que Kuhn etiqueta con el nombre de generalizaciones simbólicas; b) los modelos ontológicos o heurísticos, destinados a clarificar la naturaleza de los referentes admisibles en las generalizaciones simbólicas; c) los valores metodológicos, que conforman el aspecto normativo de la matriz disciplinaria y d) los ejemplares paradigmáticos, aquellas porciones de la realidad que permiten la aplicación sucesiva de las generalizaciones simbólicas a campos nuevos a través de ciertas relaciones de semejanza. Los EM son los conceptos de: anomalía, criterios objetivos, criterios subjetivos, descubrimiento desde el nuevo paradigma y ciencia extraordinaria. Todos ellos se encuentran definidos en las obras y artículos de Kuhn ya citados.

Conforme a esta nomenclatura, las UM de la matriz disciplinaria de la física del siglo XIX, son:

a) Los compromisos con el siguiente núcleo estructural: 1) la ecuación fundamental de la dinámica:  $F = m \cdot a$ ; 2) el principio de acción y reacción, con la exclusión de las interacciones a distancia, pues, en la articulación del paradigma, toda acción recíproca entre los corpúsculos básicos se debía, exclusivamente, a su impacto directo [MF1] y 3) el principio de inercia, considerado como la tendencia natural de la materia a retener su posición en el espacio o la tendencia a persistir en su movimiento [MF2]. Nada análogo a estos principios (salvo el de inercia) estaba presente en la física pre-newtoniana. De allí su carácter revolucionario. Quizá el concepto más radical, a pesar de su ambigüedad o porosidad, haya sido el de fuerza, concepto responsable de dar sentido a una genuina dinámica.

b) Los compromisos en favor de las primeras aplicaciones exitosas de la matriz newtoniana a nuevos campos fueron: las órbitas de los planetas, satélites y cometas del

---

<sup>5</sup> Estany, A. *Modelos de Cambio Científico*, Crítica, Barcelona, 1990.

sistema solar y el impacto directo entre los corpúsculos básicos (átomos) o sus agregados (moléculas), esto último en lo que se interpretaba como una analogía con el juego de billar

c) Los compromisos de un nivel más elevado o, como diría Kuhn, "menos locales y más temporales", "casi metafísicos". Creemos que ellos constituyen, desde un punto de vista epistemológico, el rasgo más significativo y revelador de la física clásica. Será necesario extendernos, tanto en su enumeración como en sus connotaciones clásica y moderna.

En un pasaje de la ERC, se leerá<sup>6</sup>: "Desde aproximadamente 1630 ( ) la mayoría de los científicos suponían que el Universo estaba compuesto de partículas microscópicas y que todos los fenómenos naturales podían explicarse en términos de forma, tamaño, movimiento e interacción corpusculares. Este conjunto de compromisos resultó ser tanto metafísico como metodológico. En tanto metafísico indicaba a los científicos qué tipos de entidades contenía y no contenía el Universo. era sólo materia formada en movimiento. En tanto que metodológico, les indicaba cómo debían ser las leyes finales y las explicaciones fundamentales: las leyes deben especificar el movimiento y la interacción corpusculares y la explicación debe reducir cualquier fenómeno natural dado a la acción corpuscular conforme a esas leyes" (p. 77). Esta descripción es compatible con la idea más general que los físicos clásicos tenían del Universo como un enorme agregado de unidades elementales de material homogéneo, en el que la cantidad de átomos permanecía invariable y su distribución espacial cambiaba de acuerdo con las leyes inmutables de la mecánica. Esta imagen "pictórica" de la física clásica, donde la variedad y la transformación cualitativas no pertenecían a la naturaleza de las cosas, se sostenía sobre los conceptos de 'espacio', 'tiempo', 'materia' y 'movimiento'. Dada su importancia en la descripción de la realidad física, enunciaremos las propiedades clásicas atribuidas a cada uno de esos conceptos y sus transformaciones, una vez aceptadas las teorías físicas contemporáneas:

i) En el esolío de los Principia<sup>7</sup>, Newton dice que "El espacio absoluto, en su propia naturaleza, sin relación con nada externo, permanece siempre igual e inmóvil" (p. 132), o sea, el espacio es considerado como un medio homogéneo, existente por sí e independiente de su contenido físico. En un espacio con esos atributos, la yuxtaposición será considerada la esencia misma de la espacialidad, mientras que todas las posiciones serán enteramente equivalentes. De la homogeneidad del espacio se podían derivar otros atributos: infinidad y continuidad matemática, relatividad de la posición y la magnitud, inmutabilidad e inacción causal. ¿Se mantuvieron todas estas propiedades del espacio cuando se produce la crisis de la física clásica y su sustitución por la moderna? Hoy sabemos que no. A la luz de la Teoría General de la Relatividad debieron abandonarse: la homogeneidad, el carácter euclidiano, la rigidez, la inacción causal e independencia del

---

<sup>6</sup> Kuhn, Th. [1962] *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, FCE, México, 1980.

<sup>7</sup> Jammer, M. [1954] *Conceptos de Espacio*, Grijalbo, México, 1970.

contenido físico y la infinitud (aunque no su carencia de límites). A su vez, bajo el impacto de la Teoría Cuántica, también se puso en tela de juicio la aplicabilidad de la continuidad espacial a nivel microfísico y, lo que fue aún más grave, la relación de yuxtaposición no parece tener ninguna réplica física objetiva.

ii) De modo análogo con la yuxtaposición, la esencia de la temporalidad en la física clásica, estaba dada por la relación de sucesión. Mientras que los puntos del espacio están al lado unos de otros, los instantes de tiempo se siguen unos de otros. Newton, en los Principia, había formulado explícitamente la independencia del tiempo con respecto a su contenido físico (el movimiento), o bien a los cambios concretos que tenían lugar en él. Como en el espacio, los atributos básicos del tiempo se deducían de su homogeneidad, independencia, infinidad-continuidad, fluidez uniforme y relatividad de los intervalos temporales. Del mismo modo que en aquél, estos atributos se pusieron en duda a partir de los presupuestos de la física moderna. Según la Teoría Especial de la Relatividad no habría yuxtaposiciones absolutas en la naturaleza, afirmar lo contrario sería afirmar la existencia de la simultaneidad absoluta, cosa que niega la física relativista. La eliminación de la simultaneidad absoluta entrañaba la eliminación de la yuxtaposición absoluta, o sea, del espacio newtoniano absoluto [MF3]. En el balance de estas transformaciones debemos aclarar que en el marco de la Teoría Especial de la Relatividad el tiempo se veía menos radicalmente afectado que el espacio pues, la denominada "dilatación temporal", era puramente referencial en dicha teoría, no ocurriendo lo mismo si se toma como referencia la Teoría General: en ésta el tiempo se hace heterogéneo, se convierte en "polirrítmico" [MF4].

iii) La tercera entidad básica del mundo de la física clásica era la materia<sup>8</sup>, "(...) un algo impenetrable, que llena completamente ciertas regiones del espacio y que persiste a través del tiempo aún cambiando de lugar" (p. 70). De la definición básica de materia como espacio lleno se podían inferir sus propiedades físicas: impenetrabilidad, indivisibilidad, indestructibilidad (o lo que es lo mismo, constancia o permanencia), rigidez (constancia de la masa, el volumen y la forma) y homogeneidad. La inercia se reconoce como uno de los atributos más básicos de la materia al igual que su impenetrabilidad. La discontinuidad de la materia se había postulado con el explícito propósito de explicar la realidad del movimiento. Es por ello acertada la afirmación de que el atomismo y el cinetismo suponían una sola e idéntica cosa: que las partículas atómicas están en perpetuo movimiento.

iv) En cuanto al movimiento, se lo definía como un cambio temporal de las coordenadas espaciales de las unidades básicas de materia. Consecuentemente compartía con el espacio y el tiempo la continuidad matemática o divisibilidad infinita. En vista de la íntima unión entre el tiempo-espacio y su contenido físico (en la física moderna), los conceptos tradicionales de materia y movimiento también quedaban radicalmente transformados. En el caso de la materia propiedades como su impenetrabilidad o su rigidez son refutadas desde la física nuclear y la física relativista. A su vez, la noción de

---

<sup>8</sup> Capek, op. cit.

movimiento también se modificada sustancialmente, lo que llamamos desplazamiento de un cuerpo en el espacio será, en realidad, un cambio intrínseco del tiempo-espacio, un cambio de su "curvatura".

Podemos observar que, a partir de las UM de la matriz disciplinaria, es posible trivializar el esquema mecánico de la naturaleza concebido por los físicos del siglo XIX. ¿Qué peso le asigna Kuhn a cada una de ellas en el contenido de una sustitución? En la ERC9, refiriéndose a lo que en la PD y SRP llama "ejemplares compartidos", dice. "La ciencia normal es una actividad altamente determinada, pero no necesita estar determinada enteramente por reglas. Esta es la razón por la cual (...) presenté paradigmas compartidos más que reglas, suposiciones y puntos de vista compartidos, como fuente de coherencia para las tradiciones de la investigación normal. Las reglas, según sugiero, se derivan de los paradigmas, pero éstos pueden dirigir la investigación, incluso sin reglas" (p. 79), y un poco más adelante, "Podemos concluir esta sección con una cuarta razón para conceder a los paradigmas un status anterior al de las reglas y de los supuestos compartidos" (p. 88). Es claro que, para Kuhn, los ejemplares tienen un estatus muy superior al del resto de las UM. Por el contrario, y a partir del ejemplo expuesto, creemos que todo cambio en los patrones que rigen los problemas, conceptos, explicaciones permisibles y el establecimiento de analogías y semejanzas, al estar guiados por la visión del mundo que está implícita en los modelos ontológicos, les va a conferir a éstos un papel mucho más significativo en la comprensión del cambio conceptual. En tal sentido, no podemos pasar por alto que si los compromisos ontológicos son tan decisivos en la determinación de las weltanschauungen, esta cuestión, para el Kuhn de la ERC, no pasó de ser una fugaz promesa.

### III

También es dudosa la aplicabilidad de algunos de los EM. Si más que la descripción de los compromisos con ciertas reservas, lo que interesa es dilucidar las razones que operaron en la transformación de la física clásica, no se advierte en el modelo kuhniano una frontera distintiva entre los conceptos de enigma y anomalía. Pensamos que éste es otro de los motivos para expresar la insuficiencia del modelo de cambio teórico propuesto por Kuhn a partir de 1969, pues, el concepto de anomalía constituye uno de los enlaces más importantes del modelo. En la ERC, al referirse a la ciencia normal como resolución de enigmas, Kuhn escribe<sup>10</sup>: "El llegar a la conclusión de un problema de investigación normal es lograr lo esperado de una manera nueva y eso requiere la resolución de toda clase de complejos enigmas instrumentales, conceptuales y matemáticos (...). Los enigmas son, en el sentido absolutamente ordinario que empleamos aquí, aquella categoría especial de problemas que puede servir para poner a prueba el

---

<sup>9</sup> Kuhn, *ERC*

<sup>10</sup> Kuhn, *ibidem*.

ingenio o la habilidad para resolverlos (...) éstos son los únicos problemas que la comunidad admitirá como científicos o que animará a sus miembros a tratar de resolver" (pp. 70-71), y un poco más adelante. "Para que pueda clasificarse como enigma, un problema debe caracterizarse por tener más de una solución asegurada" (p. 73). ¿Qué enigmas sirvieron para agudizar el ingenio y habilidades de los físicos clásicos hasta la tercera parte del siglo XIX?, ¿cuáles de ellos constituían problemas que contaban con más de una solución asegurada?. Nos interesa comentar aquéllos que pudieron aparecer como desconcertantes, los que desafiaron el ingenio, la habilidad y la profesionalidad de los físicos clásicos hasta el punto límite en el que, de haber reglas acerca de la naturaleza de las soluciones aceptables, la violación de las mismas comenzaba a ser un síntoma de que algo estaba fallando.

Consideremos el famoso experimento de Michelson tendiente a revelar la velocidad absoluta de la tierra respecto del éter. ¿Cómo explicar el resultado inesperado?. Desde el punto de vista de Kuhn, ¿se trató de un enigma o una anomalía?. En el marco clásico, el experimento fue explicado, al menos, de dos maneras distintas. El físico suizo Ritz, para quien la teoría maxwelliana del electromagnetismo no era correcta, la velocidad de la luz respecto de la tierra emitida por una fuente terrestre era igual en todas direcciones. Por ello, no era necesario aplicar las ecuaciones de adición de velocidades galileanas usadas para el cálculo de los tiempos. Así, los tiempos resultaban idénticos. Por otra parte, Lorentz y Fitzgerald postularon que si un cuerpo se mueve respecto del éter con velocidad  $v$ , experimenta una contracción real (pero imponderable) en el sentido del movimiento, mientras que las dimensiones transversales no experimentan ningún cambio. Como consecuencia de esta 'contracción', los tiempos que recorren ambos rayos son iguales. Esta situación se puede interpretar del siguiente modo: las supuestas 'anomalías' en realidad fueron 'enigmas' que tuvieron más de una solución asegurada dentro del paradigma de la física clásica. Sin embargo, sabemos que el resultado del experimento de Michelson fue explicado satisfactoriamente en el marco de la Teoría Especial de la Relatividad.

## CONCLUSIONES

1º) Kuhn no justifica la prioridad de los ejemplares paradigmáticos en la sustitución teórica. Es impensable que los mismos puedan tener un estatus exclusivamente empírico<sup>11</sup>, "(...) Kuhn suena ahora como si las similitudes estuvieran ya dadas en la naturaleza, en vez de estar suscitadas por el paradigma tal como parecería ser el caso entre 1962 y 1965". Respecto del caso histórico analizado, coincidimos con Einstein que el experimento de Michelson no tuvo el carácter crucial que algunos le atribuyen para explicar la sustitución teórica operada en la física. En verdad, en esta sustitución, el peso principal que llevó a la génesis de la física moderna debe atribuirse a la crisis de

---

<sup>11</sup> Gómez, R. *Kuhn y la racionalidad científica. ¿Hacia un kantianismo postdarwiniano?*, en Nudler, O. y Klimovsky, G. (Comp.), *La racionalidad en debate*, CEAL, Bs.As., 1993

fundamentos de la ciencia clásica. Sólo desde una nueva weltanschauung, desde nuevos modelos ontológicos fue posible articular las nuevas teorías.

2º) En el esquema de cambio teórico propuesto por Kuhn, resultan confusos los criterios para distinguir entre enigmas y anomalías (criterios basados en el hecho de estar o no resuelto un problema dentro del paradigma). A nuestro entender, de acuerdo con el ejemplo expuesto, existen situaciones en las que ciertos problemas son resueltos con soluciones distintas, tanto por los físicos del siglo XIX como por los defensores de las teorías cuántica y relativista. Esto nos hace pensar que los criterios de Kuhn para distinguir entre enigmas y anomalías no aportan claridad y no nos ayudan a distinguir entre los distintos tipos de problemas.