

DESARROLLOS RECIENTES EN LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

TRES MOMENTOS SIGNIFICATIVOS

Juan Manuel Jaramillo Uribe

PRESENTACIÓN GENERAL

El interés de muchos filósofos y científicos por realizar reflexiones filosóficas o de fundamentación sobre los resultados conceptuales y metodológicos de la actividad o, simplemente, por hacer una filosofía orientada por la ciencia, tiene, sin lugar a dudas, una larga historia. Bastaría recordar los trabajos de Descartes, Leibniz, Mach, Duhem, Helmholtz, Russell, Poincaré y de tantos otros. Sin embargo, la filosofía de la ciencia¹, como ejercicio profesional reconocido, tiene únicamente medio siglo de existencia, sea que se la comprenda como una prope-
deútica de las ciencias particulares, como una actividad que fundamenta el conocimiento mediante la reconstrucción lógica de los resultados de las diferentes disciplinas científicas, o como una reflexión sobre la historia y desarrollo de las ciencias.

¹ En este trabajo preferimos hablar de "filosofía de la ciencia" y no de "teoría de la ciencia" (*Wissenschaftsphilosophie*) como se le nombra en los países de habla alemana, ni de Epistemología (*Epistemologie*) y filosofía de las ciencias (*Philosophie des Sciences*) como se le llama en Francia, ni de "Metodología", "Metaciencia", "Cientología", "Metateoría, etc.. Aunque la elección de uno u otro nombre obedece, en la mayoría de los casos, a razones de tipo teórico, conceptual, metodológico, etc., sin embargo, consideramos que el término "filosofía de la ciencia" es mucho más claro y menos esotérico que los otros.

No deja de ser arbitrario y riesgoso proponer una periodización al desarrollo de la filosofía de la ciencia en estos cincuenta años. Sin embargo, vamos a considerar tres momentos, como momentos significativos, a saber:

a. El momento del “paradigma clásico” de la filosofía de la ciencia de los años 30 al 60. En este período cabe destacar tres tendencias filosóficas: la inductivista de los positivistas lógicos, la deductivista de los racionalistas críticos (en especial la filosofía de K. Popper) y la intuicionista de los constructivistas de la Escuela de Erlangen. Estas tres tendencias comprenden lo que hemos llamado el “paradigma clásico” de la filosofía de la ciencia.

b. El momento historicista de la década de los 60. Aparece como una reacción a las filosofías anteriores, dedicadas casi exclusivamente a la formulación de teorías generales acerca de la explicación, la corroboración, la falsación, etc., de las teorías, proponiendo a cambio un análisis preferentemente histórico de las ciencias. En este momento el tema del desarrollo científico pasa a convertirse en un tema central.

c. El momento de la concepción estructural, inaugurada por J. D. Sneed en 1971. Aunque no podemos afirmar que tenga la relevancia de las filosofías anteriores, constituye, sin embargo, una verdadera alternativa a la filosofía del “paradigma clásico” y del historicismo de los sesenta. Los estructuralistas proponen un nuevo modelo de reconstrucción racional de las teorías empíricas que, integrado a la lógica, evitará las ambigüedades de las proposiciones historicistas, en especial, las de Th. S. Kuhn.

Con respecto al primer momento, no podemos decir que exista una única concepción filosófica acerca de las teorías científicas, sino una serie de puntos de vista, postulados y tendencias que, a pesar de sus diferencias, tienen un cierto “aire de familia”. A este conjunto de puntos de vista, postulados y tendencias le hemos dado el nombre de “paradigma clásico”, por su valor como punto de referencia para los desarrollos ulteriores de la filosofía de la ciencia.

Muchos autores tratan de identificar este “paradigma clásico” con la filosofía de la ciencia del positivismo lógico y de sus herederos inmediatos, lo que no deja de ser muy simplista. Pese a que los positivistas lógicos (Schlick, Carnap, Reichenbach, Braithwaite, Hempel, Nagel, Frank, Feigl y tantos otros) jugaron un papel decisivo en su consolidación (sobre todo por el uso de herramientas lógico-formales que hicieron de la reflexión filosófica algo sistemático y preciso), no podemos desconocer los aportes fundamentales del racionalismo crítico (en particular los de K. Popper), del realismo científico (Sellars, Bunge y otros), del constructivismo de la Escuela de Erlangen (Lorenzen, Kamlah, Mittelstrass y Schwemmer) y los trabajos, entre lógica y filosofía de la ciencia, de Tarski, Ajdukiewicz, Hintikka, Montague, etc., cuya influencia ha sido tan decisiva que estudiosos como F. Suppe la llamaron “filosofía heredada”. Durante este primer gran momento de la filosofía de la ciencia se privilegiaron, en el análisis de las teorías, sus aspectos sincrónicos y sintáctico-semánticos, sobre las consideraciones diacrónicas y pragmáticas. En efecto, problemas lógicos como el de la estructura interna de las teorías, las relaciones de deducibilidad entre los enunciados que describen observaciones, la refutación o confirmación de las leyes, hipótesis o teorías mediante estos enunciados y la cuestión del significado cognitivo de los términos llamados “teóricos”, tenían un interés primordial. Lo que no resultara dócil al análisis formal, como lo era el descubrimiento científico, se consideraba como no filosófico y era relegado a otras disciplinas.

La preocupación casi generalizada por la aplicación de un formalismo lógico característica de este momento, hizo que se elaboraran un serie de metateorías sobre la demarcación, la explicación, la predicción, la retrodicción, la verificación, la falsación, etc., cuyos referentes, en la mayoría de los casos, los constituían ejemplos sencillos y fácilmente formalizables (“todos los cuervos son negros” o “todos los cisnes son blancos”) que resultaban alejados de la actividad científica.

El segundo momento de la filosofía de la ciencia aparece como una reacción frente a los métodos y resultados del “paradigma clásico”. Los historicistas, entre quienes se destaca Thomas S. Kuhn, se pondrán

a la utilización de la lógica formal como herramienta principal para el análisis de la ciencias y propondrán una aproximación más intuitiva e histórica. No compartirán, con los positivistas lógicos, la tesis de que la inducción sea el fundamento lógico de las ciencias, ni la idea de que el reconocimiento de los hechos preceda a la teoría, que se desprende de la postulación de un lenguaje "observacional" neutro. A su vez, rechazarán el criterio falsacionista de los racionalistas críticos por considerarlo incompatible con lo que es, en realidad, la práctica científica.

Sin lugar a dudas, la producción más importante de este período es *The Structure of Scientific Revolutions (Estructura de las Revoluciones científicas)* de Th. S. Kuhn, publicada en 1962. Al lado de ella merecen destacarse *Patrones de descubrimiento* de Norwood Russell Hanson, *Foresight and Understanding* de Stephen Toulmin, en 1961 y el ensayo de Paul Feyerabend "Explanation, reduction and empiricism" de 1962.

La nueva imagen de la ciencia y, en particular, las tesis de Kuhn, provocarán durante la década de los sesenta agudas polémicas en el mundo filosófico, como las que se dieron en el Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia celebrado, en el Bedford College de Londres, entre el 11 y el 17 de julio de 1965 y a las que asistieron, entre otros, el propio Kuhn, Popper, Feyerabend y Lakatos². Las propuestas de Kuhn y de sus simpatizantes resultaban incompatibles con las concepciones metodológicas y con los objetivos de reconstrucción racionales del "paradigma clásico".

Lo que los análisis de Kuhn contradecían eran la concepción simplista de las ciencias que las reducía a un mero conjunto de axiomas junto con sus consecuencias lógicas. Pero, hay que decir que las críticas al modelo teórico-metodológico de Kuhn eran justificadas. El no

² Las Actas de este Coloquio se encuentran recogidas en el texto: Lakatos, Imre y Alan Musgrave (eds) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, 1990. (Traducción española de Francisco Hernán: *La Crítica y el Desarrollo del Conocimiento*, Barcelona, Editorial Grijalbo, S.A., 1975, 523 pp).

hacer uso de las herramientas lógico-formales llevó a Kuhn a expresar su tesis en un lenguaje metafórico e intuitivo. Para Popper, resultaba decepcionante que un tema tan trascendental como el de la objetividad del conocimiento, Kuhn lo dejara en manos de disciplinas tan sospechosas como la psicología y la sociología. Feyerabend, quien en 1970 era un kuhniano ortodoxo, algunos años más tarde calificará la totalidad de las proposiciones de Kuhn de *mob psychology*. Lakatos dirá que, aunque sus tesis no son inductivistas, se caracterizan por un "subjetivismo absoluto".

En este contexto comienza a gestarse lo que hemos llamado, dentro de nuestra periodización, el tercer momento de la filosofía de la ciencia: el "momento de la concepción estructural". Al igual que los historicistas, los estructuralistas harán especial énfasis en los aspectos históricos y pragmáticos de las teorías, pero a diferencia de aquellos, no se opondrán a la utilización de los métodos de análisis formal, o semi-formal. Por el contrario, se podría afirmar que el programa estructuralista ha llevado estos métodos más lejos que los otros intentos de reconstrucción lógicos de las teorías, pues, no se han limitado a la utilización del cálculo de predicados de primer orden con identidad (instrumento favorito del "paradigma clásico"), sino que han echado mano de la teoría de conjuntos, de la teoría de modelos, de la topología y, recientemente, de la teoría de categorías. Podemos afirmar que este tercer momento de la filosofía de la ciencia ha sabido recuperar los aspectos positivos de los dos anteriores. El ideal de precisión y de claridad conceptuales, característico del primero, y la preocupación por los aspectos histórico-pragmáticos del segundo, aparecen integrados en este tercer momento en una suerte de síntesis. El trabajo *The Logical Structure of Mathematical Physics* de J. D. Sneed, publicado en 1971, inaugura este período. Se trata de una obra difícil que, si no hubiere sido por los esfuerzos de interpretación y de divulgación realizados por W. Stegmüller, seguramente hubiera pasado inadvertida. Pero, la obra de Sneed es, a pesar de su densidad, sólo el esbozo de nuevos métodos metateóricos puestos a prueba en unas cuantas teorías físicas: la mecánica clásica de partículas, la formulaciones

lagrangiana hamiltoniana de la mecánica y la mecánica de sólido rígido, que, a su vez, no hubieran sido posibles sin los resultados positivos de las axiomatizaciones de algunas teorías físicas realizadas por H. Simon, P. Suppes y E. Adams, entre otros. En efecto, ante las propuestas insatisfactorias del "paradigma clásico" por proporcionar un criterio de identidad para las teorías, mediante el cálculo de predicados de primer orden con identidad, Sneed se vio precisado a recurrir a la teoría de conjuntos. Antes de él, Bourbaki había utilizado esta herramienta en las teorías de la matemática pura y los miembros de la Escuela de Stanford (H. Simon, P. Suppes, E. Adams, etc.) en las teorías empíricas. Sin embargo, la obra de Sneed, a pesar de los numerosos errores de detalle y de la oscuridad de muchas de sus formulaciones, supera con creces los resultados de la Escuela de Stanford, al proponer una idea menos simplista de teoría empírica. Para Simón, Suppes, Adams y demás miembros de esta Escuela, las teorías empíricas como teorías, no difieren en su estructura de las teorías formales, lo que constituye un error categorial.

En opinión de Sneed, las teorías físicas no son un conjunto de enunciados, ni un conjunto de fórmulas, como lo proponían los filósofos del "paradigma clásico" y los de la Escuela de Stanford. Ellas están constituídas por un núcleo estructural matemático y por un conjunto de aplicaciones propuestas, entre las que se encontrarán las "aplicaciones paradigmáticas", es decir, aquellas aplicaciones que dieron origen a la empresa científica asociada a la teoría. A partir de este momento, las aplicaciones dejan de ser elementos accesorios a las teorías (y en esto hay una gran coincidencia con los planteamientos kuhnianos), para convertirse en un constitutivo esencial de su definición, como lo mostrarán los trabajos de G. Ludwing van Fraassen y del grupo polaco.

Aunque el mérito de la Escuela de Stanford y, en particular el de Suppes, consistió en demostrar que las teorías físicas reales podían ser axiomatizadas en forma precisa sin necesidad de recurrir a lenguajes formales (ellos utilizaron como herramienta la lógica informal y la teoría de conjuntos informal), sin embargo, hay que advertir que

sólo se limitaron a precisar el núcleo estructural matemático de las teorías físicas, dejando de lado la cuestión de sus aplicaciones. Sneed, en cambio, propone, como objetivo principal de su obra, el problema de cómo una teoría física, cuya estructura matemática ha sido descrita axiomáticamente de acuerdo con los procedimientos de Suppes *et al.*, puede ser aplicada en la experiencia y, en este sentido, transformada en una teoría real.

Además de la obra de Sneed, producto de años de arduas investigaciones, vale la pena mencionar, -como trabajos representativos de la concepción estructuralista, (algunos hablan de la concepción del “segundo estructuralismo”, para diferenciarlo del estructuralismo francés de moda en las décadas de los sesenta y setenta)-, *Estructura y Dinámica de Teorías* de W. Stegmüller, publicado en alemán en 1973, “A Logical Reconstruction of Simple Equilibrium Thermodynamics”, (1975) y *Exploraciones Metacientíficas* (1982), de C.U. Moulines, el ensayo “Generalized Net Structures of Empirical Theories” de W Balzer y J. D. Sneed (1977-78) y *An Architectonic for Science. The Structuralist Program* (1986) de W. Balzer, C.U. Moulines y J. D. Sneed que, además de constituir una verdadera *summa* del programa de reconstrucción estructuralista, de un rigor sistemático poco habitual en muchas de las investigaciones metacientíficas y donde se da una visión unificada y comprehensiva de los desarrollos más importantes de dicho programa, se convierte en un excelente ejemplo, digno de imitar, de lo que es en filosofía un trabajo en equipo, por lo general poco frecuente debido, -como dicen sus autores-, no tanto a la naturaleza de su objeto, como a la idiosincracia de los propios filósofos.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que una de las características más relevantes del programa estructuralista es su preocupación por sus aspectos aplicativos, que lo convierte en un verdadero programa de filosofía de la ciencia-real, conviene mencionar trabajos de reconstrucción de teorías como la mecánica clásica de partículas, la mecánica cartesiana de choque, la mecánica lagrangiana, la termodinámica de sistemas simples, la hidrodinámica de fluidos ideales, la teoría literaria

de R. Jakobson, la gramática de Chomsky, la semántica filosófica de Frege, la teoría médica hipocrática, la teoría celular y tisular, la teoría del valor-trabajo de Marx, la teoría neoclásica moderna (teoría económica), la temprana teoría de Freud del inconsciente cuya publicación aparece en esta revista, entre otras, que convierten al programa estructuralista en una verdadera alternativa en la filosofía de la ciencia-real contemporánea.

En este trabajo, nos detendremos en la presentación y análisis de algunos de los problemas fundamentales de la filosofía de la ciencia del siglo xx, en cada uno de los tres momentos significativos antes mencionados. Nos interesa, de manera especial, destacar los aportes decisivos del programa de reconstrucción estructuralista, en contraste con otros programas de investigación metateóricos que, como diría Lakatos, están en (meta)competición.

1. EL MOMENTO DEL "PARADIGMA CLÁSICO" (1930 - 1960)

Uno de los problemas centrales del "paradigma clásico" de la filosofía de la ciencia es el conocido problema de la demarcación. Este consiste en encontrar un criterio que nos permita distinguir las teorías científicas de las metafísicas y pseudo-científicas. Si bien constituye el punto de partida tanto de los positivistas lógicos como de los racionalistas críticos (K. Popper lo considera el problema fundamental de la filosofía de la ciencia), no podemos decir que estas dos orientaciones filosóficas lo conciben de la misma manera. Para los primeros, el criterio de demarcación equivale a una teoría del significado; para los segundos, en cambio, lo único que se propone es delimitar la ciencia como un área del discurso significativo y, aunque consideran que la metafísica no es una ciencia, no piensan que por ello carezca de sentido. Popper, además, considera que si la metafísica es una teoría cuyo propósito es la solución de problemas, entonces, como teoría, debe ser discutida y criticada racionalmente. Claro está que su crítica a teorías metafísicas como las del idealismo (para él una forma de subjetivismo), del voluntarismo de Schopenhauer y el nihilismo de

Heidegger le mostraron el poco éxito que tienen en la solución de problemas.

El criterio de demarcación implícito en los positivistas lógicos es el criterio verificacionista; el de los racionalistas críticos es el falsacionismo. Si para los primeros la característica de las proposiciones científicas es la de poder ser confirmadas por la experiencia, para los segundos, es la de poder ser falsadas o refutadas. Claro está que la falsación no hay que interpretarla ingenuamente. I. Lakatos propone un tipo de falsación que llama "falsación sofisticada". Según este autor un solo contraejemplo no basta para echar abajo una teoría. Todas las teorías se encuentran ante anomalías y contraejemplos, pero su núcleo estructural posee un alto grado de inmunidad a ellos. Es sólo en el cinturón de hipótesis relativas a la aplicación de éste donde, en tiempo normal, se produce actividad falsadora. Rudolf Carnap, sin lugar a dudas uno de los representantes más importantes de la filosofía de la ciencia del "paradigma clásico", planteaba en su célebre *paper* intitulado *Testability and meaning* (1936-37) que los dos problemas básicos de la teoría del conocimiento eran el problema del significado y el problema de la verificación. El primero, respondía a la pregunta: ¿bajo qué condiciones un enunciado tiene sentido (sentido cognitivo?); el segundo, al interrogante: ¿cómo saber que un enunciado es verdadero o falso? Si bien se trata de dos cuestiones distintas, sin embargo, para Carnap no es posible escindirlas, pues la segunda aparece como una justificación de la primera: "El significado de una oración es, en cierto sentido, idéntico a la manera como determinamos su verdad"³.

Según esto, una proposición contingente es significativa si y sólo si puede ser verificada empíricamente, es decir, si y sólo si existe un método empírico para decidir sobre su verdad o falsedad. De no ser posible su verificación estaríamos frente a una pseudo-proposición

3 Carnap, Rudolf. "Testability and Meaning", in Feigl, H. and M. Brodbeck *Readings in the Philosophy of Science*, New York: Appleton - Century - Crofts, 1953, p. 67.

carente de significado. Pero este criterio de verificación presenta una dificultad cuando se lo considera desde la filosofía de la ciencia; dificultad que fue advertida por el propio Carnap lo que, en opinión de algunos, permite pensar (como lo veremos más adelante) en el empirismo lógico como una versión más moderada del positivismo lógico. El problema estriba en que las leyes o hipótesis científicas, por su carácter de proposiciones universales, no pueden ser conclusivamente verificadas a través de un conjunto finito de enunciados particulares y, en consecuencia, habría que relegarlas al reino de las pseudoproposiciones sin sentido.

Algunos de los miembros del Círculo de Viena (Schlick y Waismann) reconocieron esta dificultad y, para no declarar a la proposiciones científicas como pseudoproposiciones sin sentido, se limitaron a afirmar que eran reglas que permitían realizar inferencias de unos enunciados observacionales a otros enunciados observacionales. Sin embargo, la mayor parte de los positivistas lógicos (Carnap, Reichenbach, Hempel, entre otros), desistieron de la tesis de la verificación completa sosteniendo que dichas leyes, si bien eran proposiciones, la experiencia sólo podía confirmarlas, es decir, establecer que eran probables. Los resultados de esta confirmación no tenían que ser necesariamente concluyentes, aunque debían proporcionar el fundamento para decidir acerca de su valor de verdad. Carnap, por ejemplo, hablará de "confirmación gradualmente creciente". Esta liberalización del rígido criterio de verificación en favor de la confirmación permite hablar del "empirismo lógico" como una versión moderada del positivismo lógico.

Los racionalistas críticos y, en especial K. Popper, rechazarán todas las formas del verificacionismo y, desde luego, todos los intentos por construir una lógica inductiva. Popper, frente a la tesis de que las proposiciones científicas pueden ser concluyentemente verificadas, o de que se le puedan asignar valores de probabilidad, propone la reconstrucción de la ciencia de tal forma que sólo mediante la lógica deductiva sea posible evaluar las distintas aserciones científicas. Esto conducirá a la propuesta de un nuevo criterio de demarcación: la

falsabilidad. Como lo reconoce Popper en su *Logik der Forschung* (*Lógica de la Investigación científica*), publicada en Viena en el otoño de 1934, el nuevo criterio se basa en la asimetría existente entre verificabilidad y falsabilidad; asimetría que se deduce de la forma lógica de las proposiciones universales. Pues, aunque no es posible deducir estas proposiciones de un conjunto cualquiera de enunciados observacionales, sin embargo, otras proposiciones pueden ser deducidas de proposiciones (como lo son, por ejemplo los enunciados de observación) siempre y cuando, claro está, vayan acompañadas de enunciados que describan las condiciones iniciales y las delimitadoras. Si la experiencia muestra que una de estas proposiciones deducidas es falsa, entonces, por la regla lógica del *modus tollens*, se sigue deductivamente la falsedad de la proposición universal. Una argumentación así es, para el filósofo vienés, el único tipo de inferencia deductiva que se comporta como si fuera en "dirección inductiva", ya que va de enunciados particulares como son los enunciados observacionales, a proposiciones universales. Este criterio, como tendremos oportunidad de mostrarlo, aunque resulta inobjetable lógicamente, no es aplicable a las ciencias, pues, en éstas, las llamadas "leyes fundamentales" (como se desprende de las distintas reconstrucciones hechas dentro del programa estructuralista), no son más que "esquemas proposicionales" o, utilizando una expresión de G. Frege, "funciones proposicionales" que, por ser muy débiles empíricamente, resultan inmunes a la experiencia. Para Moulines la forma lógica de leyes fundamentales (llamadas también "leyes sinópticas" por contener la información esencial de las teorías), como el segundo principio de Newton, la ecuación fundamental de Gibbs, la ley de Euler en hidrodinámica, las ecuaciones de Lagrange y la ley del valor, por mencionar sólo algunos casos, es la de un "principio-guía", cuyo valor es, usando una expresión de Kuhn, el de una promesa.

Ante la pregunta: ¿cómo se desarrollan las ciencias?, el "paradigma clásico" propone dos tipos de respuestas. Para los positivistas lógicos y, en particular para Carnap, el desarrollo es inductivo,

acumulativo y racional. Carnap, al igual que Hume, reconoce que en las disciplinas no matemáticas, las generalizaciones son inductivas, pero discrepa del filósofo inglés, al considerar que son justificables racionalmente. Un razonamiento inductivo, opina Carnap, es un razonamiento racional. Para los racionalistas críticos, en cambio, el desarrollo de las ciencias es no-inductivo, teleológico y racional. Popper es muy explícito al reconocer la inexistencia de métodos inductivos de descubrimiento y de justificación, aunque considera que los procedimientos de comprobación científicos son racionales, como se infiere de la aplicación de la regla lógica del *modus tollens*.

La mayor parte de los filósofos del llamado "paradigma clásico" han visto la necesidad de diferenciar, en el lenguaje extralógico de las teorías empíricas, dos sublenguajes: teórico y observacional. El primero estaría constituido por términos teóricos, tales como: campo eléctrico, electrón, gen, virus, ego, etc., es decir, por términos que se refieren a objetos o propiedades de objetos no directamente observables (aunque el término "observables" es problemático), y el segundo, por términos de observación, tales como: rojo, caliente, duro, más largo que, agua, peso, etc., que dicen relación a objetos o propiedad de objetos directamente observables. Las diferencias, por parte de los filósofos del "paradigma clásico", tenían que ver con el rol que los términos teóricos debían cumplir en la ciencia, pues éste fue interpretado en forma distinta y, a veces opuesta, por realistas, nominalistas y operacionalistas.

Frente a lo que sí existía un consenso casi unánime era en aceptar, como modelo básico de explicación y de predicción, el modelo nomológico-deductivo de Hempel-Oppenheim y en concebir las teorías científicas como conjuntos de enunciados (leyes o hipótesis) organizados axiomáticamente y que Stegmüller designa con el neologismo inglés (y así aparece en el texto alemán): *the statement view* (el "punto de vista enunciativo"), para resaltar el carácter lingüístico de las teorías.

Se puede afirmar que en los filósofos de este período existe un acuerdo unánime sobre las siguientes afirmaciones:

Desarrollos Recientes en la Filosofía de la ciencia

- a. La ciencia es, ante todo, un conjunto de teorías.
- b. Las teorías son conjuntos de enunciados (entidades lingüísticas significativas susceptibles de verdad o falsedad).
- c. Las relaciones lógicas entre los enunciados son relaciones de deducibilidad.
- d. La forma canónica o ideal de exhibir esas relaciones (y por ende la estructura lógica de las teorías) es la forma axiomática.

Esta concepción lingüística de las teorías, tomada de las ciencias formales, tiene la ventaja de ser como lo advierte Moulines: “extremadamente simple, elegante y fácil de comprender”⁴, pero presenta el inconveniente de ser máximamente general, al punto de resultar aplicable, indistintamente, a teorías formales (como las de la matemática pura y la lógica) y a teorías empíricas.

Si compartimos el modelo de funcionamiento de las teorías, propuesto por Hempel-Oppenheim, según el cual las teorías empíricas incluyen, además de los axiomas (y/o leyes), un conjunto de enunciados particulares que se refieren a objetos o eventos científicos ya observados (“condiciones iniciales”) y enunciados particulares que describen las consecuencias observables (*explanandum*) que se deducen lógicamente de la consideración conjunta de los axiomas o leyes fundamentales y de las “condiciones iniciales” (*explanans*), encontramos una asimetría entre las teorías empíricas y las formales ya que en estas últimas sólo se habla de los axiomas y de sus consecuencias (teoremas), en cambio, en las primeras, hay que hablar de axiomas, de “condiciones iniciales” y de enunciados que describan las consecuencias observables. Además, en las teorías formales todos los axiomas poseen la misma importancia, algo así como si existiera una “democracia axiomática”. En las disciplinas empíricas tal “democracia” no existe, pues las leyes fundamentales poseen una importancia mayor que las demás leyes o hipótesis especiales, de las que tampoco se puede decir que sean una consecuencia lógica de aquellas. Las relaciones entre los enunciados que tienen el

⁴ Moulines, C.U. *Exploraciones Metacientíficas. Estructura, desarrollo y contenido de la ciencia*. Madrid, Alianza Universidad Textos, 1982, p.64.

carácter de leyes fundamentales (que se supone se cumplen en todos los casos de aplicación de la teoría) y los que son leyes o hipótesis especiales, no son necesariamente relaciones de deducibilidad; en la inmensa mayoría de los casos, son de especialización. Hipótesis como las de Hooke para sistemas elásticos, o las de Coulomb para sistemas estáticos o magnetostáticos, son una especialización del núcleo fundamental de la mecánica clásica de partículas y no se puede decir que sean una consecuencia lógica de la Segunda ley de Newton, que es la ley fundamental de dicha teoría. Además, si aceptamos (como sucede en las teorías formales) que una teoría empírica se puede caracterizar unívocamente a través de todos los axiomas que en ella se postulen, entonces habría que reconocer que nunca sabríamos lo que es una teoría, pues siempre queda la posibilidad de formular nuevas leyes o hipótesis para sistemas aún no conocidos. La ley de Coulomb, por ejemplo, sólo fue formulada en 1785, o sea, cien años después de que Newton publicara sus *Principia*.

Por otra parte, dentro de la concepción enunciativa se afirma que la diferencia entre las teorías formales y empíricas estriba en que, en las primeras, los enunciados no serían verdaderos o falsos, sino meras fórmulas o filas de signos que podrían adquirir diversos significados y, en el caso de teorías categóricas, diversos valores de verdad según el modelo mediante el cual se las interprete, en cambio, en las segundas, no habría sino un único modelo, el modelo cósmico, que, en el caso de las teorías físicas sería el universo en su totalidad. Esta tesis del modelo cósmico, compartida por verificacionistas y refutacionistas es por completo errónea. La historia de las ciencias nos enseña que las teorías no se refieren a un modelo cósmico, sino a sistemas parciales bien delimitados. El conjunto de estos sistemas es un conjunto abierto. Por supuesto, no se trata de excluir totalmente el modelo cósmico, pues, las teorías empíricas pueden tener modelos más o menos comprensivos, de los que el modelo cósmico sería un caso límite. Lo que queremos indicar es que estos casos son excepcionales, como sucede con las teorías cosmológicas que sólo resultan aplicables al modelo cósmico. Las teorías empíricas poseen

un sin número de aplicaciones más restringidas que las del modelo cósmico. La teoría (mediante la regla de autodeterminación de sus aplicaciones), establece cuáles de esas aplicaciones posibles son verdaderamente modelos de la teoría.

Todo esto trajo como consecuencia la necesidad de postular una nueva concepción de las teorías científicas que permitiera explicar su naturaleza y evolución en forma más realista que la expuesta por la filosofía del "paradigma clásico". A comienzos de los años sesenta, y como una reacción al positivismo lógico y al racionalismo crítico, se propone una forma nueva de abordar los problemas filosóficos y metodológicos de la ciencia, tomando como punto de referencia los ejemplos que proporciona la historia de la ciencia. Se ve la necesidad de sustituir los análisis lógicos por análisis históricos y de incorporar en ellos, elementos pragmáticos. Se mostrará que la lógica no monopoliza el ejercicio de la racionalidad, ni agota el ámbito de la reflexión filosófica. Kuhn establecerá que a la psicología y a la sociología, al igual que a la historia, les está reservado un puesto no menos importante que a la lógica. Su concepción de la ciencia incluye, además de las leyes (o "generalizaciones simbólicas" como las llama) y de las aplicaciones (de una importancia decisiva en la pedagogía científica), una serie de conceptos incuestionablemente pragmáticos, como son las personas y comunidades científicas, las situaciones de conocimiento o de creencia de estas personas, los procedimientos de contrastación y de confirmación, los intervalos históricos en los que las teorías se aplican con éxito, etc. Todo esto aparece expuesto con algún detalle en la obra más importante de este período y de toda la producción de Kuhn: *La Estructura de las Revoluciones Científicas*.

2. EL MOMENTO HISTORICISTA (1960 - 1970)

Thomas S. Kuhn representa con su obra *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, la reacción historicista más representativa de los años 60. A diferencia de Feyerabend y de otros, Kuhn no parte de ningún *a priori* filosófico para cuestionar la filosofía del "para-

digma clásico". Su preocupación, como lo advierte en la introducción de su libro, es la de "hacer un esbozo de un concepto completamente diferente de la ciencia, que puede surgir de los registros históricos de la misma actividad investigativa"⁵. Este propósito, aparentemente modesto, resultará incompatible con la imagen de la ciencia ofrecida por las filosofías del "paradigma clásico", tanto empirista como racionalista, tanto inductivista como deductivista.

Pero la obra de Kuhn no ha que interpretarse como una filosofía de la ciencia, sino como el reto de un historiador que propone a la filosofía una forma alternativa de concebir las teorías. Aunque carece del rigor y de la precisión característicos de los filósofos del "paradigma clásico", constituye, sin embargo, una revolución dentro de la filosofía de la ciencia.

Para explicar el desarrollo de las teorías, Kuhn se ve precisado a distinguir, no entre teorías, sino entre dos maneras diferentes de hacer ciencia, a saber, la ciencia normal (*normal science*) y la ciencia extraordinaria o revolucionaria (*extraordinary science*). La primera caracteriza la forma habitual de la actividad científica. Ella es realizada por individuos que comparten un mismo paradigma y cuya preocupación fundamental es la de resolver rompecabezas o enigmas (*puzzle solving*) sobre la base del paradigma existente, el cual determina cuáles son los problemas y las soluciones aceptables; puede ocurrir, sin embargo, que se presenten algunos problemas que no pueden resolverse apelando a él, como sucedió con el problema de los planetas a la luz de la teoría paradigmática de las dos esferas mencionadas por Kuhn en la revolución copernicana. Los problemas a resolver no siempre obedecen a requerimientos estrictamente teóricos. En muchos casos responden a demandas de tipo práctico, como fue la reforma del calendario en el caso de esa revolución. La actividad científica extraordinaria o revolucionaria se presenta cuando el número de anomalías es tan grande que el paradigma entra en crisis,

5 Kuhn Thomas S. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México, F.C.E. 1975 (segunda reimpresión), p. 20 Col. Breviarios. 213.

haciéndose necesario proponer un paradigma alternativo que, al tiempo que resuelva las anomalías, explique todo lo que explicaba el anterior.

Este nuevo paradigma que pone fin a la crisis posee dos características: aparece como una nueva visión del mundo (“los patos se convierten en conejos”) y es incompatible (Kuhn habla de “incomensurable”) con el antiguo. La segunda característica engloba a la primera: los problemas, definiciones y articulaciones del nuevo paradigma son distintos de los del antiguo.

La aceptación del nuevo paradigma se asemeja para Kuhn a una conversión religiosa y, como sucede en las revoluciones políticas, no puede ser forzada mediante razonamientos lógicos (de lógica formal); es el resultado de técnicas de propaganda y persuasión que resultan particularmente efectivas cuando se trata de grupos especiales como las comunidades científicas.

En la investigación normal el desarrollo del conocimiento es acumulativo. El científico normal no busca novedades fácticas o teóricas, ni siquiera en aquellos proyectos cuya finalidad es una mayor articulación, tanto teórica como experimental, del paradigma. En ningún momento pone en duda la validez y los alcances del paradigma que, más que ser realizaciones palpables, se convierten en la promesa de éxitos futuros. Para él la ciencia es un instrumento para la solución de problemas. El mal uso que de ella se haga desacredita al científico y no a la teoría. Kuhn nos recuerda el proverbio inglés que dice: “mal carpintero es aquel que culpa a sus herramientas”.

Pero la labor de la ciencia normal es en parte teórica y en parte no-teórica (aunque lo de “no-teórica” habrá que matizarlo, ya que Kuhn no comparte la tesis positivista de las observaciones neutrales). El trabajo “no teórico” comprende la recolección de los datos que, desde el punto de vista del paradigma (en este caso sinónimo de teoría), se consideren “particularmente reveladores de la naturaleza de las cosas”⁶, pero también los que puedan “compararse directamente con las predicciones de la teoría paradigmática”⁷ y los que contri-

⁶ *Ibid*, p. 54.

⁷ *Ibid*, p. 55.

buyan a garantizar una mayor articulación de ésta.

En la ciencia extraordinaria o revolucionaria, al contrario de lo que sucede en la actividad de la ciencia normal, el desarrollo no es acumulativo. El tránsito de la una a la otra se produce cuando el número de anomalías constituye algo más que una molestia para la actividad de investigación normal y los científicos empiezan a buscar nuevas alternativas de solución. Es en este momento de crisis cuando empiezan a proponerse nuevas formulaciones y reconstrucciones del campo, produciéndose modificaciones en algunas de las generalizaciones, en los métodos y en las aplicaciones del paradigma.⁸ Durante esta fase de transición los científicos buscan refugio en el análisis filosófico como un "instrumento para resolver los enigmas de su campo"⁹.

El concepto de paradigma es, sin lugar a dudas, uno de los conceptos más importantes de la producción kuhniana y, al mismo tiempo, uno de los más vagos. Según Margaret Masterman, Kuhn, en la *Estructura de las Revoluciones Científicas*, lo emplea en no menos de veintidós sentidos distintos. Es, como se ha dicho, un concepto circunvalante (en el sentido de Jaspers), pues incluye leyes, teorías, modelos, reglas, métodos, creencias, prejuicios, valores etc., que en un momento dado pueden indicarse.

Ante las objeciones de Masterman y de muchos más, Kuhn se vio en la necesidad de precisar dicha noción, llegando incluso a proponer un cambio de nomenclatura. En el *Postscript* de 1969 a la segunda adición de *La Estructura de las revoluciones científicas*, el concepto de "paradigma" de la primera adición se sustituye por el de "matriz disciplinaria". No obstante, este nuevo término, a pesar de tener en la explicación kuhniana un sentido más preciso, no tuvo el suficiente éxito y todo el mundo continuó hablando de "paradigmas". Entre los componentes de la "matriz disciplinaria" ("matriz" por tratarse de elementos diversos ordenados y "disciplinaria" por ser algo

8 Cf. *Ibid*, pp. 112 - 127

9 *Ibid*, p. 143.

compartido por los practicantes de una disciplina específica), Kuhn destaca estos cuatro: las generalizaciones simbólicas, los compromisos ontológicos, los valores metodológicos y los ejemplares paradigmáticos. Estos últimos, en opinión de Kuhn, requieren más atención, pues, es a partir de ellos como los científicos acceden a la "matriz".

Los ejemplares son aquellos problemas recurrentes que los estudiantes encuentran en los libros de texto y sobre los cuales se moldean las soluciones de otros problemas. Son tan esenciales para el aprendizaje de la teoría que pueden ser considerados como parte de la misma.

En el decir de Kuhn, la ciencia no se adquiere mediante el aprendizaje de reglas o de leyes en abstracto, "depende del estudio de sus aplicaciones, incluyendo la solución práctica de problemas, tanto con lápiz y papel, como con instrumentos de laboratorio".¹⁰

W. Stegmüller ha hecho, con el aparato formal de la metateoría de Sneed, una reconstrucción del primero y del último de los componentes de la "matriz disciplinaria". Si para Sneed las teorías físicas constan fundamentalmente de un núcleo estructural (K) y de unas aplicaciones propuestas (I) " $T = (K, I)$ ", las generalizaciones simbólicas que menciona Kuhn son para Stegmüller, las leyes fundamentales del núcleo estructural (K) y los ejemplares paradigmáticos (I_0) un subconjunto del conjunto de aplicaciones propuestas (I).

El conjunto de aplicaciones propuestas no es para Stegmüller (como sí lo es para Sneed) un conjunto rigurosamente circunscrito, sino un conjunto abierto. En cambio, el subconjunto de los ejemplares paradigmáticos es un conjunto cerrado. Si el primero es caracterizable sólo intencionalmente, el segundo lo es extensionalmente. En el caso de la mecánica newtoniana, el conjunto de ejemplares paradigmáticos está constituido por aquellos sistemas en los que Newton, por primera vez, consiguió aplicar con éxito su teoría. Tales sistemas son: el sistema solar y sus subsistemas (la Tierra y la Luna, Júpiter y sus lunas y los cometas), la caída de los cuerpos en la cercanía de la

¹⁰ *Ibid.*, p. 85

tierra, las mareas y los movimientos pendulares. Estas primeras aplicaciones sirvieron de guía heurística para el desarrollo posterior de la mecánica newtoniana. Pero, este subconjunto (Io), al igual que el conjunto de las aplicaciones propuestas (I), no es determinable en forma *a priori* y nunca podemos estar seguros si es una aplicación legítima de la teoría. En esto los mismos científicos pueden equivocarse, como sucedió con Newton, quien pensó que las mareas eran un caso de aplicación de la mecánica, cuando hoy sabemos que lo son de la hidrodinámica. Para establecer cuáles son las aplicaciones de una teoría hay que consultar su "biografía", es decir, averiguar cómo nació y cómo se ha desarrollado. En otras palabras hay que considerar sus aspectos histórico-pragmáticos como es la propuesta kuhniana.

La vaguedad de las aplicaciones posibles (incluyendo las aplicaciones paradigmáticas) tiene la ventaja de garantizar la inmunidad de la teoría frente falsadores potenciales lo que, en manera alguna, constituye un síntoma de comportamiento irracional o insensato. Lo que en un momento determinado se propone como un contra-ejemplo para la teoría puede no serlo, pues puede suceder que este no sea un caso de aplicación legítimo. Al respecto escribe Kuhn: "...las experiencias anómalas no pueden identificarse con la falsación. En verdad, dudo mucho que existan estas últimas (...). Si todos y cada uno de los fracasos en el ajuste sirvieran de fundamento para rechazar las teorías, todas las teorías deberían ser rechazadas en todo momento"¹¹. Las teorías paradigmáticas no se rechazan a expensas de experiencias adversas. Para que esto ocurra se requiere que sean suplantadas por otra en el curso de una revolución científica. La teoría suplantadora y la suplantada son, como ya vimos, inconmensurables. Aceptar una nueva teoría como teoría paradigmática equivale a aceptar nuevas generalizaciones y nuevas aplicaciones paradigmáticas. Aunque puede suceder que las palabras enlazadas en la nueva teoría sean las mismas que las que aparecen en la vieja, los conceptos que a ellas corres-

¹¹ *Ibid.* p. 228

ponden son distintos. La nueva teoría conlleva una reorientación en la disciplina y un cambio de *gestalt*. Es como si una venda se hubiera caído de los ojos y se hubiera producido una iluminación.

C.U. Moulines propone una reconstrucción del primer componente de la “matriz disciplinaria”, a saber, las generalizaciones simbólicas, en términos de principios-guía.¹² Moulines demuestra la validez de su reconstrucción en dos casos: la termodinámica reversible y la mecánica clásica de partículas, aunque deja abierta la posibilidad de probar su eficacia en otros casos. Lo que resulta interesante de esta reconstrucción es que, atendiendo a la forma lógica y a la función de las generalizaciones simbólicas como principios-guía, se hace posible explicar tres de las características de los paradigmas kuhnianos, a saber, la de ser una promesa de éxitos futuros, la de hacer posible la solución de rompecabezas y la de ser inmunes a la experiencia. En nuestra opinión, lo que hace el profesor Moulines, sin proponérselo, es aplicar el teorema de Ramsey en ambos casos. En el caso del segundo principio de Newton, la aplicación es sólo parcial, pues se cuantifica existencialmente no sólo sobre funcionales y funciones T-teóricos, como son “fuerza” y “masa”, sino también sobre “espacio” y “tiempo” que son T-no-teóricos.¹³

En el caso de la termodinámica reversible, la cuantificación se ejerce sobre las funciones “entropía” y “energía interna” que son T-teóricas. Lo interesante de estos dos principios (y todo parece indicar que sea generalizable para todos los principio-igual) es que, a pesar de sus diferencias, se pueden comparar desde el punto de vista de su forma lógica y de su función. Su forma lógica es la de un esquema general casi vacío (Kuhn se refiere a ellos como “esbozos de ley”) y su función es heurística.

12 *Op. cit.*, pp. 88 - 107

13 El criterio de teoriedad de Sneed establece que un término es T-teórico o t-dependiente con relación a T (la teoría en cuestión), ssi., su determinación semántica presupone la validez de T en todos los casos de aplicación de T; en caso contrario es T-no teórico.

Así, el segundo principio de Newton, que como se sabe constituye la ecuación dinámica fundamental, lo que nos dice es que “Dados P y T : Existen n funcionales vectoriales f_1, \dots, f_n (en R^3) y m funciones (escalares o vectoriales) de $P \times T$, g_1, \dots, g_m tales que: para cada $p \in P$ y $t \in T$ se cumple: $f_i(g_1(p,t), \dots, g_m(p,t)) = m(p)$, $D^2t s(p,t)$ ”¹⁴. Como se puede ver, lo único que se nos dice es que para cada sistema físico las fuerzas consideradas (que suelen ser más de una) dependen de una serie de parámetros adicionales que, a su vez, son funciones de las variables individuales (generalmente partículas e instantes), sin especificar ni el número, ni la naturaleza de los parámetros, ni de los funcionales. Esto hace que el contenido empírico del principio sea muy débil y que resulte irrefutable empíricamente. Más aún, como la cuantificación se ejerce no sobre funciones, sino sobre funcionales que son funciones de funciones, el escándalo para los falsacionistas es mayor ya que se trataría de una “refutación de segundo orden” para la que no existen estrategias ni matemáticas, ni empíricas. El principio-guía lo único que nos garantiza es que si adoptamos el esquema general que se propone, obtendremos los resultados. El se convierte en la promesa de éxitos para la búsqueda, en cada caso, de los parámetros y funcionales adecuados. Encontrarlos es la tarea de lo que Kuhn denomina la actividad de la ciencia normal y que, como vimos, consiste en la resolución de rompecabezas o enigmas.

La inmunidad a la que alude Kuhn frente a las experiencias anómalas no tiene nada que ver con las estrategias (estratagemas) de inmunización de los convencionalistas, ni con los intentos de quienes, por razones muy diversas, pretenden inmunizar las teorías contra toda posible falsación. Este es por ejemplo el caso de Kant, quien apelando a la evidencia intuitiva y no a la simplicidad “objetivamente demostrable” de Poincaré, declara que la geometría euclídea no sólo es *a priori*, sino la única geometría verdadera. Aunque no es propósito de este trabajo discutir estos argumentos, podemos sin embargo men-

¹⁴ *Ibid.*, p., 99.

cionar dos hechos que en la época de Kant justifican su creencia: la insuficiencia de la axiomática euclídea que hacía que sus demostraciones necesariamente se apoyaran en evidencias intuitivas y no en deducciones lógico-formales como lo destacó Hilbert en 1899, por un lado, y las limitaciones de la silogística aristotélica donde, como lo advirtió G. Boole, la ausencia de una teoría de relaciones impedía el tratamiento de conceptos relacionales como “yacer entre”, “estar entre”, “ser congruente con”, etc., por otro.

Siendo así, cabe preguntarse a qué tipo de inmunidad se refiere Kuhn, cuáles son sus argumentos y si su tesis de la inmunidad implica negar cualquier tipo de experiencia falsadora.

La tesis de la inmunidad kuhniana es el resultado de una nueva concepción acerca de las teorías científicas y de su evolución. Ella considera que existen en las teorías componentes que son inmunes a cualquier posible tipo de falsación y que, no obstante, son esenciales. La inmunidad a la que alude Kuhn se refiere tanto a las leyes fundamentales que Kuhn considera “generalizaciones simbólicas”, como a los “ejemplares” o aplicaciones paradigmáticas, pero no a las leyes especiales ni a las demás aplicaciones.

Si identificamos el núcleo formal de una teoría T con sus leyes fundamentales, como lo hace la concepción enunciativista, y nos detenemos, siguiendo a Kuhn, en su análisis, podemos decir que éstas no son otra cosa que esquemas de generalización simbólica, cuyos componentes, a saber, los esquemas de concepto (F, m, a, I, V, R, en las fórmulas mencionadas por Kuhn: $F=m.a$ e $I=V/R$), adquieren su significación (devienen concepto) a través de su interpretación mediante los ejemplares paradigmáticos y no a través de reglas de correspondencia. Si esto es así, podemos afirmar que los conceptos fundamentales que se enlazan en las leyes fundamentales no son otra cosa que esquemas de conceptos, o utilizando un neologismo de Mosterín, “conceptores”, los cuales se introducen en la teoría como variables (usualmente como variables predicativas cuantificadas) que pueden recibir múltiples interpretaciones.

Este uso de los esquemas de concepto y su enlace mediante es-

quemados de ley se ajusta por completo al concepto de teoría introducido por el sistema axiomático hilbertiano, cuyo objetivo no era otra cosa que la descripción abstracta de las estructuras que corresponden a los distintos sistemas reales. En el ejemplo de Kuhn, la generalización simbólica: $F = m \cdot a$, tiene en cada aplicación una interpretación diferente. Basta mirar sus interpretaciones en sistemas como el péndulo simple, los osciladores armónicos, los sistemas de caída libre, etc.

El trabajo de investigación normal consiste en saber asignar en cada caso, es decir, en cada aplicación del núcleo formal básico, la interpretación que corresponde a cada uno de los esquemas de concepto que aparecen en la generalización simbólica. La realización de esto supone, como no se cansa de advertirlo Kuhn, una gran dosis de destreza y cualquier equivocación es imputable al científico y no a la teoría: "mal carpintero es aquel que culpa a sus herramientas". Para Kuhn, los rompecabezas del científico normal son justamente estas dificultades que, como en el caso de los crucigramas y del ajedrez, son un desafío permanente a su ingenio y a su capacidad.

Pero la inmunidad del núcleo básico no se refiere a las leyes o hipótesis especiales, cuya relación con las leyes fundamentales no es necesariamente de deducibilidad. Estas leyes o hipótesis especiales pueden, en situaciones adversas, ser modificadas o expulsadas del núcleo sin que esto implique una revolución científica. Rechazarlas no significa rechazar la teoría.

Pero la inmunidad de Kuhn también se refiere al conjunto de los ejemplares paradigmáticos. La historia de la ciencia nos ha enseñado que muchas de las aplicaciones que supuestamente fueron consideradas como aplicaciones legítimas de la teoría, no eran legítimas aplicaciones. Dos ejemplos: las mareas fueron vistas por Newton y sus colaboradores como aplicaciones en firme de la mecánica de partículas. Sin embargo, en menos de cien años Laplace expulsó las mareas del dominio de las aplicaciones de la mecánica de partículas y las trató como un caso de aplicación de la hidrodinámica. Otro caso fue el de la teoría lunar. Aunque el sistema Tierra-Luna-Sol fue considerado una aplicación en firme de la mecánica clásica de partículas, durante

el primer período de evolución de esta teoría, posteriormente Euler cuestionó este punto.

La inmunidad, tanto de las leyes fundamentales como de las ejemplares no significa como suele pensarse irracionalismo o dogmatismo. Los calificativos de “irracionalismo” y “dogmatismo” se pueden aplicar a las estrategias de inmunización de los convencionalistas, mas no a la propuesta de Kuhn.

Finalmente, quisiéramos referirnos al tema de la dinámica de las teorías que, en la obra de Kuhn y en la filosofía de la ciencia de nuestros días, ha llegado a ser un tema central. En la evolución de la ciencia normal Kuhn ha visto progresos y retrocesos. El progreso en la ciencia normal se podría explicar, utilizando la conceptualización de la meta-teoría de Sneed, en dos direcciones: o como una ampliación del número de aplicaciones posibles de una teoría, o como una ampliación de su núcleo estructural.

El primer caso se presenta cuando se descubren nuevos campos de aplicación para la teoría; el segundo, que más bien es una restricción del núcleo básico, se produce cuando se formulan nuevas leyes (leyes especiales). La función de estas últimas es, como su nombre lo indica, ligar o interconectar los modelos o aplicaciones. En la ciencia extraordinaria o revolucionaria el progreso es imposible para Kuhn. Su tesis de la inconmensurabilidad de los paradigmas excluye la posibilidad de cualquier comparación. Esta idea, inaceptable tanto lógica como históricamente, se debe, en opinión de los estructuralistas, a la ausencia en Kuhn de un concepto de “reducción”. Si medimos el progreso en términos de superioridad de una teoría sobre otra, podemos decir que en el curso de una revolución científica la teoría suplantadora es superior a la suplantada por resolver problemas que ésta última no podía resolver y por tener éxito en todos los casos en que ésta última también lo tenía.

Para concluir, diríamos con Stegmüller que lo que en Kuhn parecía solamente una rebelión esotérica contra la filosofía de la ciencia fue convirtiéndose en una revolución de la “filosofía de la ciencia”.

3. EL MOMENTO ESTRUCTURALISTA (1970...)

Como dijimos antes, este tercer momento se inicia con la publicación de la obra *The Logical Structure of Mathematical Physics* (1971) de Sneed y constituye, por así decirlo, una síntesis de los aportes más sustantivos de los dos momentos anteriores. Como la nota Stegmüller, el programa estructuralista más que un desarrollo enmendado de la filosofía de Kuhn, constituye un programa integrado, no análogo, al programa de Bourbaki. A diferencia de lo que se conoce como el “enfoque Carnap” o “enfoque del lenguaje formal”, la axiomatización propuesta por los estructuralistas no utiliza como herramienta de reconstrucción el cálculo de predicados de primer orden con identidad, sino la teoría informal de conjuntos. Mientras el método metamatemático es considerado la contraparte del “enfoque Carnap”, el de Bourbaki sería la contraparte del “enfoque Suppes” quien junto con sus colaboradores realizó, valiéndose de la teoría informal de conjuntos, la primera reconstrucción del aspecto puramente matemático de la mecánica clásica de partículas. Las estructuras descubiertas en el curso de esta reconstrucción no diferían, en principio, de la clase de estructuras matemáticas en sentido usual, como por ejemplo, las estructuras en el álgebra o en la topología que llevó a Sneed a plantearse el problema de la distinción entre las teorías matemáticas propiamente dichas y las teorías de la física-matemática. En opinión de Stegmüller el empirismo liberal y el operacionalismo de Suppes deberían ser reemplazados por una teoría de modelos informal (semántica informal) de las teorías físicas. Para Suppes, el objetivo fundamental de una reconstrucción no tiene nada que ver con el empirismo y lo que debe hacerse de manera prioritaria es la clarificación de la estructura matemática interna de las teorías físicas, dentro de los más altos estándares de precisión matemática. Si bien Suppes y colaboradores se ocuparon de los aspectos de la aplicación de las teorías empíricas, sólo lo hicieron dentro del contexto especial de la teoría de la medición y en ese sentido podría decirse que son “adherentes del operacionalismo”; operacionalismo más liberal y sofisticado que el de los empi-

ristas lógicos y el de los primeros operacionalistas (Bridgman).

La clarificación de las estructuras matemáticas de las teorías físicas no dejará de ser una clarificación sintáctica, al punto que la investigación de las relaciones entre esas estructuras y sus modelos deberá contar con una semántica referencial. En el caso de Sneed, dado que el objetivo fundamental de su reconstrucción no es exclusivamente, como en el caso de Suppes, la clarificación de las estructuras matemáticas de las teorías físicas, sino las relaciones de éstas con los sistemas del mundo real a los que estas estructuras se aplican, la investigación de las relaciones de las estructuras con sus modelos pertenece a una semántica informal que tiene con la pragmática nexos muy estrechos. Una diferencia importante de esta semántica con la semántica formal (como la que propone Carnap), es la no existencia de algo así como un "universo del discurso" o lo que hemos llamado: "la aplicación cósmica de las teorías". Las teorías, por el contrario, poseen innumerables aplicaciones propuestas y su conjunto sólo es caracterizable histórico-pragmáticamente. Estas aplicaciones se encuentran unidas a través de lo que se conoce como "condiciones de ligadura". Las "condiciones de ligadura" son relaciones intrateóricas entre los modelos de T.

El programa estructuralista permite reconstruir los aspectos sintácticos, semánticos y pragmáticos de las teorías científicas. Los fracasos de los diferentes proyectos arquitectónicos que le precedieron, en particular, del proyecto arquitectónico del positivismo lógico, condujeron al cuestionamiento de la relevancia filosófica de los procedimientos de reconstrucción formal y al reconocimiento de las limitaciones inherentes al trabajo de Suppes y colaboradores. Se hacía necesario encontrar métodos y procedimientos de reconstrucción alternativos y de proponer una concepción diferente de las teorías empíricas que correspondiera realmente a lo que las teorías son. Era claro que el fracaso de un(os) método(s) de reconstrucción no significaba el fracaso de otro(s) método(s).

La propuesta básica del programa era la de que las teorías empíricas debían ser explicitadas como determinadas estructuras no lingüísticas, a saber, modelos, y no como entidades lingüísticas como

era el caso de la concepción enunciativista que piensa las teorías como “sistemas hipotético-deductivos de enunciados”.

Adicionalmente, el instrumento más adecuado para destruir las teorías empíricas es la matemática y no la lógica y la metamatemática como era la propuesta del “paradigma clásico”.

Una reconstrucción de las teorías empíricas como la plantea el estructuralismo no puede realizarse a través de un único predicado teórico-conjuntista, de la forma “x es un S”. Deben introducirse diversos predicados que caractericen la función de los diversos modelos que constituyen una teoría empírica, o más exactamente un elemento-teórico, a saber, los modelos potenciales M_p , los modelos actuales M , y los modelos potenciales parciales M_{pp} . Igualmente, deben tenerse en cuenta las relaciones que en el interior de una teoría se establecen entre sus distintos modelos (condiciones de ligadura), así como las relaciones entre los modelos de varias teorías (vínculos interteóricos). Adicionalmente, deben tenerse en cuenta, como lo anotamos anteriormente, las aplicaciones propuestas de una teoría empírica que, como sabemos, no son algo accesorio, sino un componente básico de su definición. En el caso de las teorías maduras la reconstrucción debe apelar a la noción de “red teórica”. En estos casos las teorías empíricas deben entenderse como redes o complejos teóricos de unidades significativas simples llamadas “elementos teóricos”, entrelazados mediante relaciones de especialización, lo que en nuestra opinión constituye un concepto más complejo y adecuado de lo que es una teoría empírica. Los elementos teóricos no son otra cosa que fragmentos de teorías asociados con leyes especiales, v. gr., la teoría de las fuerzas elásticas de Hooke, la teoría clásica de las fuerzas gravitacionales (ambas especialización de la mecánica clásica de partículas), o la teoría de las pulsiones o la teoría de la sublimación como especializaciones posibles de la teoría de Freud, etc.

Los análisis estándar de las teorías empíricas y, por ende, de los elementos teóricos que las componen, presuponen que todo lo que se requiere para identificarlos es diferenciar entre sus modelos potenciales y sus modelos actuales, es decir, entre aquellos sistemas que han

sido conceptualizados con base en la teoría y aquellos otros que, además de estar conceptualizados cumplen con las leyes de la teoría. El problema está en que si bien los modelos potenciales son conceptualizaciones de la realidad, no todos los términos de la teoría (funciones de los modelos), ejercen el papel conceptualizador al mismo nivel. Sólo algunos términos de la teoría son términos T-teóricos. Son T-teóricos aquellos términos cuya determinación (asignación de valores numéricos para el caso de los términos cuantitativos, y de significación para los cualitativos) presupone la validez de la teoría, como acontece con las funciones métricas de "fuerza" y "masa" en la mecánica clásica de partículas cuyos valores numéricos sólo pueden establecerse presuponiendo la validez del segundo principio de Newton que es la ley fundamental de dicha teoría. Los demás términos de esta teoría son T-no teóricos o lo que es lo mismo, no teóricos con respecto a la teoría en cuestión, en este caso, la mecánica clásica de partículas. Si de los modelos potenciales "eliminamos" los términos T-teóricos obtenemos los modelos potenciales parciales. En este caso los términos T-no teóricos que constituyen los modelos potenciales parciales *sólo* pueden determinarse mediante otras teorías diferentes a la teoría en cuestión.

Pero aun si aceptáramos que en algunos casos dichos términos T-no teóricos puedan ser determinados por medio de la teoría en cuestión (versión débil de teoriedad), existirán otros casos de determinación de estos términos en los que se requieren teorías diferentes a la teoría en cuestión. En estos casos se requiere alguna transferencia de información de teorías diferentes a la teoría considerada; esta información proveniente de "afuera" está constituida por los datos que se obtienen en el curso de alguna determinación del término T-no teórico en T. La transferencia, al contribuir a la determinación de los términos que aparecen en los modelos potenciales parciales, se convierte en un componente esencial de la teoría misma. Los estructuralistas, tomando en consideración este hecho introducen lo que denominan los "vínculos teóricos", para representar, precisamente, la transferencia de datos de teorías distintas a T a la teoría T. Estos vínculos expresan las relaciones entre los modelos potenciales de T y los modelos actuales de otra teoría

con la que T se encuentra en relación de presuposición. En el caso de la mecánica de partículas, por ejemplo, los conceptos de "partícula", "espacio", "tiempo", establecen un vínculo interteórico de una teoría que para el caso del concepto de partícula aún no se conoce, pero que en el caso de los conceptos de espacio y tiempo serían la geometría (física) euclídea y la cronometría, respectivamente.

Además de estas relaciones interteóricas de presuposición, llamados también "vínculos teóricos" existen otras relaciones interteóricas como son las relaciones de equivalencia, aproximación, incommensurabilidad, teorización, etc. que nos indican que, aún admitiendo un concepto pragmáticamente enriquecido de teoría que incluyera las comunidades científicas y los intervalos históricos, una visión monológica de las teorías no sería correcta. Los estructuralistas, conscientes de que las relaciones interteóricas constituyen un problema meta-científico de primer orden, se dieron a la tarea de proponer, por primera vez en la historia de la filosofía de la ciencia, una tipología completa, cuyas consecuencias en el decir de Moulines permitirá obtener un concepto preciso de "disciplina científica", mas allá de la simple yuxtaposición de teorías particulares, el desarrollo de algo así como una semántica física, que para el caso de las teorías físicas superaría las deficiencias de la semántica formal y la posibilidad de pensar una serie de problemas concernientes a los aspectos diacrónicos de las teorías, especialmente los que se refieren a la sustitución de teorías y a la tesis kuhniiana de la incommensurabilidad.

Finalmente, una visión más completa y realista de las teorías empíricas debería incluir, además de los modelos potenciales, de los modelos actuales y de los modelos potenciales parciales, las condiciones de ligadura generales, los vínculos interteóricos globales y las aplicaciones propuestas, una relación de aproximación, tanto de carácter intrateórico (aplicativa), como interteórica entre teorías conceptualmente distintas, llamada "reducción aproximativa". Con todos estos elementos se obtiene una visión más realista y rigurosa de la estructura global de las teorías científicas y de su desarrollo, que la que nos proponen el "paradigma clásico" y la concepción historicista.