

LA CONCEPCION ESTRUCTURALISTA: PANORAMA, DESARROLLOS RECIENTES Y RESPUESTAS A ALGUNAS CRITICAS

Wolfgang Stegmüller

Universidad de Munich

Desde que Sneed, hace ya más de seis años, dio una primera explicación de la concepción no-enunciativa o concepción estructuralista de las teorías —como yo la denominaré en lo sucesivo—, se han sugerido diversas mejoras y generalizaciones: algunas, al nivel de la filosofía *general* de la ciencia (que trata de la estructura de las teorías físicas en cuanto tales); otras, al nivel de la filosofía *especial* de la ciencia (cuyos objetos son teorías particulares y sus relaciones). Mientras tanto, se han efectuado también múltiples críticas, que, en su mayoría, no han sido publicadas. En la medida en que las críticas han sugerido mejoras de detalles técnicos, las hemos aceptado agradecidos. En lo sucesivo no las mencionaré. Me parece conveniente no discutir objeciones por separado, sino mencionarlas en un lugar apropiado del panorama siguiente e intentar responderlas.

Un buen número de críticas descansan sobre presupuestos totalmente falsos o, simplemente, sobre malentendidos. Ahora voy a adelantar algunas de ellas, haciendo al respecto unos pocos comentarios. Pueden caracterizarse mediante tres rótulos: (1) Kuhn, (2) Popper, (3) concepción no-enunciativa.

(1) Varias objeciones se basan en el supuesto de que la aproximación estructuralista sólo se desarrolló para justificar ciertas tesis de T.S. Kuhn. La mayoría de estos objetores están convencidos de que Kuhn es un relativista histórico y un subjetivista epistemológico, para el que el progreso de la ciencia consiste en una serie de sucesos completamente irracionales. Los críticos que obran a partir de esos supuestos —supuestos doblemente erróneos

en mi opinión¹ han construido un hombre de paja con la finalidad de destruirlo. Ni Sneed ni yo hemos llegado a la nueva aproximación en el curso de una reinterpretación de Kuhn o de una reconstrucción de Kuhn. En lo que a mí concierne, estudié la obra de Sneed, porque estaba convencido de que, en ella, se había mejorado en muchos aspectos el método de Ramsey (y en aquel tiempo, por diferentes motivos, yo estaba especialmente interesado en la teoría de Ramsey). En lo que a Sneed se refiere, estaba preocupado —dicho *grosso modo*— por la tarea de resolver un problema de aplicación, a saber: la de hallar una respuesta a la cuestión de por qué medios una teoría física —representada por un predicado teórico-conjuntista— podía transformarse en una teoría *empírica* 'real'.

Un resultado *secundario*, no perseguido en modo alguno (y que no podía esperarse al inicio del trabajo), fue el hecho de que, además, pudieron precisarse algunos aspectos de la filosofía de la ciencia de Kuhn. Es cierto que este resultado secundario me pareció tan importante que le dediqué una sección amplia de mi libro. Por motivos parecidos, intenté reconstruir algunos aspectos de las ideas de Lakatos. El resultado fue que, incluso, las aserciones más provocativas de Kuhn podían recibir una 'interpretación natural', de manera tal que demostraran ser tesis razonables.

De todos modos, no hay conexión obligatoria y lógica alguna entre la nueva corriente y la interpretación de Kuhn. Se puede aceptar la concepción no-enunciativa como una nueva aproximación sistemática y, a la vez, desechar la reconstrucción de Kuhn sobre ella basada.

(2) Algo muy similar puede sustentarse con respecto a Popper. Hoy día ha llegado a ser usual interpretar toda manifestación en favor de Kuhn como una manifestación en contra de Popper. Por ello, se ha visto bajo la concepción estructuralista, en la mayoría de las ocasiones, un ataque abierto o encubierto a la posición de Popper. Pero, en la medida en que ello tenga algún sentido, se aplicará exclusivamente a Popper *como un crítico de Kuhn* y se restringirá, en consecuencia, a las siete páginas del artículo "Normal Science and Its Dangers" en el que Popper ataca a

Kuhn. La propia filosofía de la ciencia de Popper permanece prácticamente inafectada, por cuanto que pertenece a áreas completamente distintas, tales como la teoría de la verificación y la teoría de la confirmación. En lo que concierne a las siete páginas acabadas de mencionar, estoy convencido de que, en primer lugar, Popper ha malentendido totalmente la concepción de ciencia normal de Kuhn y de que, en segundo lugar, las ideas mismas de Popper en la filosofía de la ciencia, por ejemplo sus teorías de la refutación y la corroboración, se refieren —contrariamente a sus propias convicciones— sólo a la ciencia normal en el sentido de Kuhn y no a la investigación extraordinaria.

Lo mejor sería distinguir claramente entre las opiniones de Sneed (y las mías) sobre *Kuhn* y los análisis *sistemáticos*, pues no tienen —como ya avisamos— conexión intrínseca alguna: se puede aceptar el estructuralismo y, a pesar de ello, desechar todas sus aserciones pertenecientes a la interpretación de Kuhn. Y, alternativamente, se puede concebir la reconstrucción estructuralista parcial de las tesis de Kuhn como una clarificación y, a pesar de ello, considerar el estructuralismo como un método inadecuado por razones sistemáticas.

(3) Incluso los instrumentos que se usan en el contexto de la aproximación estructuralista han causado malentendidos. Quizá fuera la expresión, acuñada por Sneed, “concepción no-enunciativa” la que llevara a algunos lectores, erróneamente, a la creencia de que en dicha aproximación se desarrolla un procedimiento que es, de alguna manera, lógicamente incompatible con la concepción enunciativa convencional y para el cual se reivindica una superioridad intrínseca respecto de la concepción tradicional. Pero éste es un error básico. El origen de lo que yo denomino estructuralismo se retrotrae a hace más de 20 años: a la época en que McKinsey y Suppes recomendaron usar métodos *teórico-conjuntistas* en lugar de *metamatemáticos* en la filosofía de la ciencia².

Desde entonces, Suppes y numerosos colaboradores han demostrado continuamente que es posible investigar cuestiones interesantes, concernientes a teorías físicas reales, sin el aparato

de los lenguajes formales. Se puede concebir el procedimiento de Suppes como una extensión del programa de Bourbaki de las matemáticas a la ciencia. Por lo que yo sé, sólo hay un trabajo que trata de teorías físicas axiomatizadas en un lenguaje formal y que se debe a R. Montague.

Una comparación entre las axiomatizaciones de Suppes y Montague permite ver de inmediato que su distinción es *puramente práctica* o *puramente psicológica*: La diferencia entre estas dos modalidades de axiomatización es, para un experto, la que media entre unos cuantos días de trabajo y unos cuantos años de trabajo. Los lenguajes formales, que son suficientemente ricos para formular en su seno teorías físicas, son demasiado difíciles de manejar para investigar cuestiones de interés.

Añadamos un *importante segundo punto*: las *axiomatizaciones teórico-conjuntistas, suministradas por Suppes, son tan sólo el primer paso dado hacia una clarificación de la estructura de las teorías físicas*. El mismo se limita —podríamos decir— al *aspecto matemático interno* de una teoría física, consistente (aquél) en el conjunto M de los modelos de la teoría axiomatizada. Queda, así, sin atender el *aspecto semántico* o *aspecto de aplicación*, i.e. la clarificación de la relación de esa estructura matemática con algo 'exterior' a ella.

Pero, incluso aquí, es manifiesta la ventaja del método de Suppes: "Nos libera del perjuicio (implícito en la aproximación que usa lenguajes formales) de que la teoría formalizada debe tener exactamente una gran aplicación propuesta"³. E.W. Adams dio un paso importante en esta dirección al incluir el conjunto I de aplicaciones propuestas. Adams identificó una teoría física con un par ordenado $\langle M, I \rangle$. Esa identificación fue el punto de partida de las investigaciones de Sneed y sus perfecciones ulteriores. Se podrían contar estas consideraciones entre las propias de una *semántica general* de la axiomatización teórico-conjuntista de las teorías físicas. Mientras la parte axiomática se concentra en el núcleo conceptual de la teoría, los objetos de nuestra investigación son ahora las aplicaciones propuestas, sus interpretaciones y el papel desempeñado por los conceptos axiomáticamente introducidos en dichas aplicaciones. Ya que esta semántica comple-

menta una axiomatización, no formal sino *informal*, va más allá de una mera 'teoría de la referencia', presentando también rasgos *pragmáticos*.

(I) El conjunto I es manejado pragmáticamente. Como ya he mencionado antes, ese conjunto no representa una única gran aplicación. Por el contrario, I es una clase que consta de numerosas aplicaciones distintas. Especialmente importante es reconocer que dichas aplicaciones se solapan parcialmente y que I no es una entidad platónica, sino una clase *abierta* que, con frecuencia, se origina a través de una expansión gradual de una clase original paradigmática. Toda modificación ulterior concierne a la estructura matemática M . En este contexto cabe hacer tres importantes distinguos: la dicotomía *teórico-no teórico*, la diferenciación entre *leyes y condiciones de ligadura* (constraints) y la distinción entre las *leyes especiales* y la *ley fundamental*.

(II) Respecto de la dicotomía *teórico-no-teórico*, Sneed ha iniciado una vía completamente nueva. En el marco tradicional, esta diferencia se trata al nivel del lenguaje, prevaleciendo la tendencia a identificar lo no-teórico con lo observable y lo teórico con lo no-observable. La frontera entre uno y otro se establece, además, de modo más o menos convencional. Es, como apuntan Carnap y Bar-Hillel⁴, un corte en un continuo. Sneed, por su parte, separa drásticamente las dos dicotomías, marginando por completo todos los problemas epistemológicos concernientes a la observabilidad. La cuestión de si un concepto es, o no, teórico se responde mediante un *criterio*, que se refiere a la teoría en la que ese concepto aparece. Dicho sea de paso, me parece que éste es el primer intento de resolver lo que he denominado "el desafío de Putnam"⁵, a saber: en qué sentido un término teórico "proviene de la teoría científica". En términos generales, este criterio establece que una cantidad f es *teórica relativamente a una teoría, T*, si, y sólo si, los valores de f se calculan de un *modo T-dependiente*; lo que, a su vez, significa: el cálculo se basa en el supuesto de que hay aplicaciones correctas de esta misma teoría T .

El criterio es extraordinariamente fuerte, como lo pone de manifiesto el hecho de que, para evitar un círculo vicioso, debamos representar las *aserciones empíricas de las teorías* mediante oraciones de Ramsey. El criterio de Sneed ha resultado ser altamente controvertido.

Algunos críticos consideran que es *demasiado impreciso*. Pero, ya que debe aplicarse en un nivel pre-explicativo y se refiere al uso de dichas funciones al aplicar teorías, no puede alcanzarse una precisión absoluta.

Algunos autores sugieren otros criterios. La sugerencia de Tuomela, por ejemplo, es más o menos la siguiente⁶: Una función f es *T-teórica* si hay al menos una aplicación tal que el valor de f sólo pueda ser calculado bajo los presupuestos de la teoría. Una consecuencia, que este criterio tendría, por ejemplo, en la mecánica clásica de partículas, sería ésta: no sólo *fuerza* y *masa* serían términos teóricos, sino también las *funciones de posición y de tiempo*. Si estamos de acuerdo en que éste es un resultado inadecuado, ya que sólo *fuerza* y *masa* son teóricos, entonces este criterio debe rechazarse por ser *demasiado liberal*.

Lo que cuenta es sólo que el criterio dé resultados adecuados en el análisis de toda teoría particular. Cuando Moulines trabajó en termodinámica, por ejemplo, tenía claro qué es lo que había de construir como teórico o como no-teórico, usando sólo la idea intuitiva de Sneed y no criterio formal alguno. No puedo imaginarme un criterio de teoriedad que satisfaga el desafío de Putnam y no conduzca a las mismas consecuencias filosóficas que el criterio de Sneed.

Ya mencioné antes que estos análisis semánticos, que complementan la aproximación teórico-conjuntista informal, no puede separarse estrictamente de la *pragmática*. Como ilustración de ello, puede usarse la dicotomía teórico-no teórico. Además, la nueva elucidación de teoriedad puede considerarse como una explicación parcial de la frase "significado como uso": El significado *extensional* del término "fuerza" en la mecánica clásica de partículas consiste en los valores de la función fuerza.

Y la asignación de estos valores depende de cómo se *usen* las leyes que involucren fuerzas. La explicación parcial del modis-

mo wittgensteiniano no consiste en una identificación del significado del término fuerza con (exactamente) el uso *de este término*, sino con el uso de las *leyes* (generales y especiales) que contengan dicho término. *Vid.* la cita siguiente de Moulines y Sneed, (9), pág. 29: “No es necesario ser un wittgensteiniano ortodoxo para reconocer que algunas cuestiones acerca del significado pueden iluminarse considerando el *uso* del concepto en cuestión. Parece claramente que es así en el caso del concepto de fuerza en la mecánica clásica de partículas... los valores, que realmente asignemos a fuerzas, dependerán de cómo *usemos* las leyes que involucren fuerzas.”

Retornemos al formalismo. Una consecuencia de la dicotomía, de la que nos estamos ocupando, es una descomposición del conjunto M . En un paso previo, distinguimos entre M y M_p , los conjuntos de modelos y modelos *potenciales*: M_p es la clase de modelos posibles que incluyen todo el aparato conceptual y para los que queda abierta la cuestión de si los ‘axiomas reales’ son válidos (en la mayoría de los casos, M sólo formará un subconjunto muy pequeño de M_p). Denominamos “conjunto M_{pp} de los modelos *parciales* potenciales” al conjunto de todas las entidades resultantes de eliminar todos los componentes teóricos de M_p . En la mecánica clásica de partículas, por ejemplo, hay sistemas de partículas móviles, descritos sólo espacio-temporalmente y no dotados de fuerzas y masa. La reconstrucción de I es $I \subseteq \mathcal{P}(M_{pp})$. (Originalmente se requería que $I \subseteq M_{pp}$, cosa que motivó críticas justificadas, pues las aplicaciones propuestas resultaron ser heterogéneas; unas veces hay sistemas empíricos —como el sistema planetario—, mientras que, otras veces, forman conjuntos de dichos sistemas —como el conjunto de los movimientos pendulares o de las mareas.)

(III) Abordemos ahora el concepto de *condición de ligadura*. Por lo que sé, este concepto tiene análogos físicos, pero no predecesores en el seno de la filosofía de la ciencia. La mayoría de los filósofos denominarían simplemente “leyes” a lo que Sneed llama “condiciones de ligadura”. *De facto*, en su formulación corriente, se expresan mediante oraciones del mismo tipo

que las leyes, por ejemplo: “la masa es una magnitud extensiva” o “las razones-masa son constantes”. También en este contexto han surgido equívocos entre algunos críticos. Se ha enfatizado, por ejemplo, que el requisito de que la masa de un objeto deba ser la misma en todas las aplicaciones propuestas puede formularse como una ley, usando una lógica polivalente. Sin duda esto es correcto. Pero, para posibilitar esa formulación, debe hacerse uso de algo así como una ‘función de masa cósmica’, que es, precisamente, lo que *no se* pretende. El tratamiento diferente de las condiciones de ligadura no fue efecto de una deficiencia lógica, sino el resultado de consideraciones de adecuación. Parece que el modo más natural de tratar, por ejemplo, ciertas características de las leyes especiales de la fuerza así como las, anteriormente mencionadas, unidad de las razones-masa y extensividad de la masa con respecto a la concatenación de partículas, es considerarlas como relaciones entre modelos diferentes de la mecánica clásica de partículas.

Formalmente, la diferencia entre leyes y condiciones de ligadura se expresa tomando las leyes como subconjuntos de M_p y las condiciones de ligadura como subconjunto de $\mathcal{P}(M)$. Denominemos “ C ” al conjunto de condiciones de ligadura. La parte matemática de una teoría se transforma ahora en un cuádruplo de tipo siguiente:

$$K = \langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle$$

denominado por Sneed “el núcleo de una teoría”. (Pero, incluso ésta, es tan solo la primera aproximación a la noción de una teoría.)

(IV) Prestemos ahora mayor atención a las *leyes especiales*. M representa sólo la ley fundamental que vale en toda aplicación. Inicialmente, todas las leyes especiales y todas las condiciones de ligadura fueron tratadas globalmente. Su adición al núcleo de una teoría formó el denominado “*núcleo expandido*”. Los cambios de la ciencia normal, en el sentido de Kuhn, se describieron —dicho en términos generales— como cambios del núcleo expandido,

cuando el núcleo de la teoría permanece estable. Pero, trabajar con la noción de núcleo expandido tiene desventajas teóricas y prácticas. La identificación de las leyes especiales con *subteorías* de la teoría principal permite corregir y simplificar, de manera esencial, estos desarrollos. Las leyes especiales tienen, entonces, la misma estructura que la teoría original. Esta reconstrucción se adecúa también al uso físico, según el cual se habla alternativamente de la *ley* de la gravitación o de la *teoría* de la gravitación. Para que un par ordenado $\langle K', I' \rangle$ sea una ley especial debe satisfacer las condiciones necesarias siguientes: $M' \subseteq M$, $C' \subseteq C$ e $I' \subseteq I$. Me gustaría describir esta revisión recurriendo a una idea del Dr. Balzer, junto con un enriquecimiento *pragmático*, sugerido por el Dr. Moulines, que podría llegar a ser importante para los estudios históricos. Debo, no obstante y en primer lugar, subrayar que lo que originalmente fue denominado "teoría" pierde su status especial tan pronto como las leyes se construyen según el mismo modelo. En lo sucesivo hablaremos sólo de *elementos teóricos* en lugar de teorías. La teoría original se distingue ahora como el *elemento básico*. Denominaremos "*especialización*" al proceso ya indicado de formación de leyes especiales. Mediante especializaciones se puede construir una *red* completa de elementos teóricos con el elemento básico en la cúspide. La relación de especialización suministra una ordenación parcial de los elementos teóricos.

Hasta aquí me he referido a lo que denominaré "elementos teóricos *abstractos*", a saber: pares ordenados de la forma $\langle K, I \rangle$, donde K es el *núcleo de un elemento teórico*. El enriquecimiento pragmático anunciado transforma los elementos teóricos en cuádruplos de la forma $T = \langle K, I, CC, h \rangle$, donde CC es una comunidad científica y h es un intervalo temporal histórico tales que CC se propone aplicar K a I durante h . La relación de especialización puede generalizarse de una manera similar, de modo que obtengamos tres redes: la *red teórica* N , la *red abstracta* N_a inducida y la *red* N^* *de núcleos de elementos teóricos*.

Elijo el concepto de ley especial para atender una objeción que ha sido planteada bajo múltiples formas. La objeción es que este concepto es, con seguridad, demasiado amplio. (De manera

parecida, se asevera que el concepto de matriz de una teoría en Sneed —concepto que no he mencionado aquí— es demasiado general. A este contexto pertenece, incluso, el argumento de que la llamada relación de reducción, que mencionaremos más tarde, es una 'relación puramente formal'.)

Me parece que los críticos cometen en este punto un error que es, de un modo u otro, típico de numerosas discusiones en la filosofía contemporánea de la ciencia. Quizá el error fundamental de los filósofos de la ciencia contemporánea sea esforzarse en hallar explicaciones de conceptos en las cuales se formulen condiciones necesarias y *suficientes*. Deberíamos diferenciar estrictamente entre filosofía *general* y filosofía *especial* de la ciencia. En la filosofía especial de la ciencia, las teorías particulares constituyen los objetos de análisis; en ella es correcto exigir la satisfacción de condiciones necesarias y suficientes. Pero, en la filosofía general de la ciencia, sólo se pueden formular condiciones necesarias. La razón de ello es muy simple. No puede ser tarea de la metateoría general formular condiciones suficientes para todos los casos especiales, porque, entonces, habrían de ser global y mecánicamente aplicables a cada caso particular. Lo mismo se puede responder, por ejemplo, a la objeción de que el concepto de reducción 'es puramente formal'. La filosofía general sólo puede suministrar un marco abstracto. Es insatisfacible la exigencia de que ese marco abarque todo cuanto se halla en las aplicaciones especiales. Sólo estudios detallados —en el curso de investigaciones de teorías especiales y de sus relaciones intra e interteóricas— pueden proporcionar las complementaciones necesarias.

El mismo tipo de respuesta puede darse, a mi parecer, a una cuestión planteada por T.S. Kuhn, a saber: al problema de cómo formular un *criterio de la identidad de teorías*⁷. Dicho de modo más exacto, me parece que una respuesta correcta a esta cuestión se da en tres partes. En primer lugar, una empresa inútil sería desarrollar criterios *generales*, válidos para teorías físicas arbitrarias. Ha de decidirse por separado en cada caso (por supuesto, tras un cuidadoso examen) qué es lo que hay que reconstruir como parte de un núcleo básico y qué es lo que hay que recons-

truir como una ley especial o como una condición especial de ligadura. En segundo lugar, ni siquiera creo que pueda alcanzarse algún resultado mediante consideraciones puramente sistemáticas. Aquí estamos ante un punto importante de contacto entre la filosofía *sistemática* de la ciencia y la *historia* de la ciencia, punto en el que han de cooperar teóricos e historiadores. Una vez más, puede servir para ilustrar lo dicho, la mecánica clásica de partículas en su formulación newtoniana: McKinsey y otros han aducido razones sistemáticas para no incluir la Tercera Ley en su axiomatización de la mecánica de partículas⁸. Kuhn mismo ha añadido razones independientes, de tipo *histórico*, en favor de esa exclusión⁹. La tercera ley resultó ser irreconciliable con la teoría electrodinámica y con las interacciones entre partículas cargadas y campos. Supongamos que algún físico clarificara con éxito estas dificultades, eliminando la tercera ley y reemplazándola por alguna otra (sin alterar el núcleo básico). Ciertamente, se concedería que ese físico ha hallado una solución *dentro del marco newtoniano tradicional*. En tercer lugar, y a pesar de estas observaciones escépticas, pienso que se puede contribuir a resolver este problema al nivel de la filosofía *general* de la ciencia. A ese fin introduzco el término “ley arracimada” (este es el dual del término usado por vez primera —según sé— por H. Putnam, a saber “concepto arracimado”). Por una *ley arracimada* entiendo una ley que relaciona todos los conceptos teóricos y no-teóricos importantes de la teoría en cuestión, formando —por así decirlo— un nudo entre aquéllos. La segunda ley es de este tipo: establece una conexión fundamental entre la función no-teórica de *distancia* y las dos funciones teóricas de *fuerza* y *masa*. No podemos aseverar nada análogo con respecto a la tercera ley, pues, de los tres conceptos mencionados, sólo contiene el segundo, *i.e.* la función fuerza.

Al mismo tiempo, la segunda ley, y sólo la segunda, ejemplifica un aspecto en el que ha puesto especial énfasis Quine. La ley es, al menos en la reformulación sneediana, *casi vacía*. Significa más o menos lo siguiente: “Para todas las aplicaciones propuestas de una teoría (cuyo conjunto no está drásticamente determinado, sino que puede modificarse de un modo que no puede describirse con exactitud), se pueden hallar dos funciones teóricas,

llamadas 'fuerza' y 'masa', que guardan entre sí una relación particular, de manera tal que la función fuerza satisfará, además, en *la mayoría* de las aplicaciones *algunas leyes especiales* y las apariciones de una de esas funciones o de ambas en *ciertas* aplicaciones estarán conectadas mediante *ciertas* condiciones de ligadura." Lo dicho suministra a la vez una buena ilustración de la concepción de Quine de la *analiticidad como centralidad mal-entendida*. Asimismo, contiene una justificación implícita de la tesis de Kuhn de que una teoría es inmune ante una posible refutación. Por supuesto, esta ley no es, como se ha aseverado en repetidas ocasiones, 'una mera convención' o 'una mera definición' o 'una estipulación tautológica'. *Pero lo expresado por esta ley es lo suficientemente vago y vacío como para resistir cualquier posible refutación.* (Hasta ahora ningún popperiano ha indicado qué tipo de hallazgos empíricos se podrían considerar como una refutación definitiva de este principio.)

Quizá la segunda ley sea un caso paradigmático. Si estoy en lo cierto, entonces estas observaciones tendrían el efecto secundario consistente en arrojar alguna luz sobre ciertas aseveraciones de Kuhn. Esta claridad no se alcanza (y esto es algo que quisiera subrayar) mediante una justificación de su llamado subjetivismo o irracionalismo, sino mediante una desirracionalización de la interpretación de sus escritos.

(V) Tras esta digresión, retornamos nuevamente al análisis de las redes. Hasta ahora sólo he hablado de estructuras. Por supuesto, debemos ocuparnos, además, de las hipótesis empíricas correspondientes a esas estructuras. En primer lugar, formamos para algún elemento teórico la intersección $\mathcal{P}(M) \cap C$. Usamos luego la función de restricción $r: M_p \rightarrow M_{pp}$, que, por cancelación, produce un "sistema empírico", *i.e.* un modelo potencial parcial a partir de todo modelo potencial. La función análoga que opera sobre clases de modelos potenciales M_p se denomina \bar{r} . La *operación de aplicación A*, aplicada al núcleo K de un elemento teórico, ha de definirse del modo que sigue: $A(K) := \bar{r}(\mathcal{P}(M) \cap C)$. Un subconjunto de M_{pp} está en este conjunto si, y sólo si, se pueden añadir a sus elementos funciones teóricas de manera tal que

se obtenga un subconjunto de M y, además, esa serie de funciones teóricas satisfaga las condiciones de ligadura C . A todo elemento teórico corresponde, entonces, la aserción empírica hecha por la comunidad científica CC durante h :

$$I \subseteq A(K)$$

La aserción empírica total presenta la forma siguiente: $I \subseteq A(N^*)$. Intuitivamente, esta aserción puede ser considerada como la conjunción de las aserciones $I_i \subseteq A(K_i)$ para los elementos correspondientes de la red abstracta.

La conexión con las ideas de Kuhn se estableció inicialmente a través de una triple distinción entre la *red de elementos teóricos*, las *aserciones empíricas* conectadas con esta red y los *actos de mantener una teoría*. El tercero de estos conceptos se usó para reconstruir el concepto de ciencia normal. La idea básica es muy simple. Una red teórica puede cambiar, permaneciendo sin alteración alguna su base; se eliminarán ciertas leyes especiales, a la vez que se añadirán nuevas leyes especiales que llevarán a un refinamiento adicional de la red. Estos procesos forman parte de los cambios de la ciencia normal en el sentido de Kuhn. Que esos cambios lo son *dentro de una y la misma tradición*, viene formalmente representado por el hecho de que el elemento básico permanece sin cambio alguno.

La opinión sobre la que Kuhn puso tanto énfasis, a saber: la 'inmunidad de un paradigma' a la luz de experiencias recalci-trantes, puede caracterizarse del modo siguiente: *Ningún número finito de intentos infructuosos de refinar una red con una base dada demuestra empíricamente que dicha red no pueda ser adecuadamente refinada*. Este tipo de inmunidad se añade a la que acabo de mencionar al expresar la irrefutabilidad de la aserción básica. Un tercer tipo de inmunidad hunde sus raíces en el carácter abierto del conjunto I y un cuarto en el hecho de que la mayoría de las leyes especiales pueden ser irrefutables, porque caen bajo lo que Sneed llama la "concepción sofisticada de las leyes" frente a la "concepción ingenua de las leyes"¹⁰.

Los aspectos dinámicos también pueden analizarse, sin usar el concepto de mantener una teoría, mediante el concepto pragmáticamente enriquecido de red. La noción general, en este contexto, es la de *evolución teórica*, entendiendo por ésta una sucesión histórica de redes tal que cada red se construya a partir de su inmediata predecesora mediante especializaciones.

Se pueden investigar, entonces, los rasgos concretos de una evolución teórica de manera tal que también se tengan en cuenta *aspectos pragmáticos de la confirmación*. Haré a este respecto tan sólo unas breves indicaciones: Algunas aplicaciones en I serán admitidas por CC durante h como aplicaciones bien confirmadas de K ; se trata de los elementos *firmes* F_I de I . Puede haber otros elementos de I que durante h tan sólo sean *aceptados* por algún subgrupo CC_0 de CC ; se trata de los elementos *aceptados* A_I de I . Se dirá que una evolución teórica es *progresiva* si hay un crecimiento sucesivo de su conjunto de elementos firmes. Y se dirá que es *perfecta*, si, además de ser progresiva, los elementos aceptados en un tiempo dado se convierten siempre en elementos firmes en un tiempo posterior. Finalmente, se puede reconstruir también el concepto Kuhniano de *paradigma* como un elemento teórico especial $\langle K_0, I_0 \rangle$, sin tener que recurrir al creador de la teoría en cuestión —como Sneed y yo hicimos inicialmente—. Una *evolución teórica para la que haya un paradigma* puede concebirse, entonces, como una *reconstrucción del concepto de ciencia normal* en el sentido de Kuhn.

El concepto de evolución teórica progresiva recuerda la noción de Lakatos de programa de investigación progresivo. Aprovecho esta oportunidad para añadir unas pocas observaciones sobre Lakatos. Para mi sorpresa, virtualmente todos los críticos de mi libro (12) han malentendido la exposición de la teoría de Lakatos que hice en las páginas 220-229 y ello, pienso, por dos razones posibles. En primer lugar, en esa sección yo acompañé las definiciones más técnicas de menos explicaciones intuitivas que en otras partes del libro. En segundo lugar, los críticos no han tomado en serio mi aserción de que, para reconstruir las ideas de Lakatos, debemos ante todo eliminar una ambigüedad fundamental que se da en su uso de la palabra “teoría”.

Esa segunda razón puede ser la causante del siguiente pasaje de Tuomela, (16), pág. 221: "Stegmüller... piensa que en un programa de investigación de Lakatos, consistente en una serie $T_1, T_2, \dots, T_k, T_{k+1}, \dots, T_n$ de teorías, la relación existente entre T_k y T_{k+1} es la de reducción. Temo, no obstante, que Stegmüller se equivoque aquí. Pues, en la exposición de Lakatos, parece que un programa de investigación corresponde a la ciencia normal y no a la revolución en el sentido de Kuhn de estos términos." El presupuesto de Tuomela, tal y como se expresa en su segunda frase, fue exactamente un supuesto mío que formó parte de la definición formal D 31 de la pág. 224, en la cual intenté explicar la noción de programa de investigación¹¹. Pero, ¡nunca sostuve la opinión expresada en su primera frase! La confusión surge del hecho de que Tuomela usa una traducción homofónica del uso de Lakatos de la palabra "teoría" para obtener *mi* uso de esta palabra. Pero, la ambigüedad mencionada *impide* que haya regla alguna a este respecto. En la pág. 132 de (2), Lakatos habla de teorías como miembros de un programa de investigación. Yo he reconstruido las "teorías" en este sentido como aserciones empíricas (llamadas "proposiciones teóricas fuertes" en mi libro). Por consiguiente, en el pasaje arriba citado, los símbolos " T " no se refieren a teorías en mi sentido. (Un simple vistazo a la línea 5 ss. de mi D 31 de la pág. 223 pondrá de manifiesto inmediatamente que esa fue mi intención real entonces y que no estoy ahora reinterpretando lo que allí dije).

Por un tiempo, jugué con la idea de usar la frase "mantener un programa de investigación" en lugar de "mantener una teoría". El malentendido no habría surgido entonces. Pero, por motivos evidentes, ello habría sido injusto con T.S. Kuhn, que fue el primero en introducir la idea de ciencia normal. Por ello, me decidí a seguir a Sneed y usé el término neutral "teoría" tanto para la interpretación de "ciencia normal" como para la interpretación de "programa de investigación".

La ambigüedad en el artículo de Lakatos hace su aparición en (2) al referirse Lakatos, por ejemplo, a la "teoría de Newton". Nadie puede contar con una teoría tal *entre los miembros* de su programa de investigación (salvo, quizá, el espíritu hegeliano del

mundo, del cual puedo olvidarme aquí). Por ello, sugerí que, en esos contextos, Lakatos *debería haber hablado de programas de investigación* en lugar de “teorías” en el primer sentido. Y en esos y sólo en esos contextos sugerí una traducción en términos de mi uso de la palabra “teoría”, sugerencia que resultó ser importante al intentar (en D 32 y D 33, págs. 224 ss.) explicar dos versiones de la noción de “falsación sofisticada” de Lakatos. Repetir aquí los detalles de mi reconstrucción sería ir demasiado lejos. Baste decir que, en mi opinión, la idea de *reducción* ha llegado a formar parte de una falsación sofisticada lakatosiana. Esta es —dicho sea de paso— la razón por la que consideré que este concepto tenía una importancia mayor que el de programa de investigación: *puede usarse para definir el “progreso revolucionario”* ((12), pág. 226) y, por ello, para acabar con lo que he denominado la “laguna de racionalidad” en la explicación de Kuhn de las revoluciones científicas¹².

La mayoría de mis observaciones previas se refieren a relaciones intrateóricas. Para el aspecto dinámico, las relaciones interteóricas no son de importancia menor. En mi libro, he aseverado que el tratamiento de Kuhn de las revoluciones científicas contenía una laguna de racionalidad. Esta frase mía ha creado malentendidos y quisiera brevemente aclararla. Por una parte, coincidí completamente con Kuhn en que la solución del problema del *progreso revolucionario* no puede hallarse a través de especulaciones pertenecientes al reino de la metafísica teleológica. Por otra parte, estoy convencido de que, con el aparato conceptual con que Kuhn, como historiador de la ciencia, cuenta (aparato principalmente integrado por conceptos de psicología, sociología y ciencias históricas), no se puede explicar el concepto de progreso en el caso en que una teoría es desbancada por otra completamente nueva. Y eso es lo que yo quise decir al emplear la expresión algo equívoca “laguna de racionalidad”. En cualquier caso, creo que la cuestión fundamental es ésta: ¿Qué *significa* “progreso científico” cuando una teoría es desbancada por otra completamente nueva? A este respecto, he formulado una conjetura filosófica audaz: *Una relación interteórica del tipo de la relación de reducción* suministrará la respuesta deseada.

E.W. Adams fue el primero en intentar explicar la relación de reducción. Sneed intentó definirla para su aparato conceptual, mucho más complicado. La idea intuitiva de la reducción es que toda aplicación de la teoría reducida corresponde *al menos a una* aplicación de la teoría reductora y que, además, todo lo que la teoría reducida es capaz de 'explicar' está implicado por lo que la teoría reductora asevera acerca de sus aplicaciones.

Por supuesto, no debería olvidarse que esta relación fue introducida inicialmente por una razón completamente distinta de la de explicar el concepto de progreso científico. Hoy diría que la relación de reducción puede sólo constituir el punto de partida paradigmático para investigar relaciones interteóricas adecuadas. Al nivel de la filosofía general de la ciencia, esta relación será siempre 'puramente formal' —como han señalado diversos críticos— y sólo será relevante e interesante para las ciencias reales si puede mostrarse detalladamente cómo se aplica a dos teorías concretas e históricamente dadas de las cuales una desbanque a la otra. Mencionaré únicamente dos aspectos adicionales a los que debe prestarse atención en este contexto. En primer lugar, en aquellas aplicaciones en que la vieja teoría no tenga éxito no se pretende siquiera que la nueva teoría reproduzca, de algún modo, las viejas aserciones empíricas. En segundo lugar, en muchos casos resultará que la vieja teoría sólo es *aproximadamente* reducible a la teoría que la desbanca. Recientemente se han hecho muchos esfuerzos para obtener un concepto adecuado de aproximación en la corriente estructuralista, y ello en dos direcciones completamente distintas. Moulines ha intentado mostrar cómo se puede caracterizar el concepto de *aplicación aproximada* de una teoría mediante conjuntos borrosos. Dieter Mayr ha mostrado (en investigaciones hasta ahora sólo parcialmente publicadas) cómo ha de definirse un concepto adecuado de *reducción aproximada*.

He hablado como si las relaciones del tipo de la reducción fueran las únicas relaciones interteóricas interesantes. Esto no es correcto. Aun desatendiendo una relación tan importante como la de la equivalencia de teorías, queda todavía por abordar una clase de relaciones que motiva hoy un profundo rompecabezas metodológico, conducente a un cierto tipo de círculo pragmático. Pode-

mos denominarlas "relaciones de presuposición" (*Vid.* Moulines-Sneed, (9), pág. 12): parece que es indudable que ciertas teorías físicas *presuponen* otras. Pero, actualmente ni sabemos con exactitud qué teorías se interrelacionan de este modo ni cómo se puede dar una forma precisa a esta idea (o a estas ideas, si hubiera que distinguir varias). Probablemente, de una especificación de estas relaciones de presuposición dependerá la aclaración definitiva del papel de los conceptos teóricos y no-teóricos en teorías particulares. Pues, es un supuesto evidente que no es posible entender los conceptos físicos que aparezcan en una teoría hasta tanto no se sepa con exactitud cómo dicha teoría se relaciona con otras teorías físicas.

Permítaseme retornar una vez más al tratamiento del progreso científico. Si basamos este concepto sobre relaciones interteóricas, entonces tanto las evoluciones como las revoluciones teóricas se convierten en *procesos ramificados*¹³. Las redes situadas en ramas distintas son parcialmente incomparables entre sí.

A diferencia de lo que muchos críticos de Kuhn parecen pensar, para evitar el irracionalismo y el relativismo no es preciso rechazar el fenómeno del progreso ramificado tanto en el caso de la ciencia normal como en el de las revoluciones científicas. Este fenómeno, antes bien, puede ser adoptado como una ilustración y, quizá, como la mejor elucidación de lo que W.V. Quine denomina la *indeterminación de teorías*. A la vez, es una ejemplificación de un nuevo sentido en el que la tesis kantiana de la 'primacía de la razón práctica' es correcta. Es la razón teórica, ciertamente, la que suministra todo el trabajo de detalle y la que, asimismo, reconoce una nueva teoría como progresiva respecto de otra anterior. Pero, es la razón práctica la que *decide* cuál de las vías posibles y diferentes de prometedor progreso ha de seguirse. En mi opinión, Kuhn está completamente en lo cierto cuando subraya el papel de los *juicios de valor* en el desarrollo de la ciencia. Allí donde la ciencia se desarrolla y las posibilidades se bifurcan no basta con sumirse en meros pensamientos. La *decisión racional* debe entrar en juego. Que un nuevo comienzo teórico progrese, es algo que, en el momento en cuestión, sólo puede ser objeto de *creencia* y *esperanza*. Y el creador de ese nuevo

comienzo no puede hacer otra cosa que transmitir “propagandísticamente” su esperanza a otros.

Los juicios de valor y la decisión desempeñarían un papel de mucha menor importancia si el progreso *anticipado* fuera siempre progreso *conocido*. Pero este conocimiento se adquiere (en caso de que lo sea) demasiado tarde y para él es válida, en principio, la metáfora que Hegel aplicó desorientadoramente al conocimiento filosófico: “La lechuza de Minerva sólo emprende su vuelo al atardecer.”

Versión castellana de José Sanmartín Esplugues

NOTAS

¹ A saber, falsos respecto del contenido del estructuralismo y falsos respecto del cuadro que pintan de la filosofía de la ciencia en Kuhn.

² Vid. la cita siguiente de McKinsey y Suppes: “... el énfasis puesto por los filósofos contemporáneos sobre la aproximación lingüística o semántica es, por lo general, causante de la carencia de progreso sustancial en la filosofía de la ciencia. La mayoría de las discusiones precisas se han restringido a lenguajes con tan solo predicados cualitativos y, por consiguiente, a lenguajes que son, por completo, inadecuados para cualquier rama complicada de la ciencia.” *The British Journal for the Philosophy of Science* 5, (1955), pág. 292.

³ (9), pág. 23.

⁴ Pero, Bar-Hillel ya tenía a la vista la *doble* dicotomía y, sin embargo, percibió una analogía formal entre ambas dicotomías.

⁵ (12), pág. 26 ss.

⁶ Vid. (16), nota 1; para una discusión más detallada vid. 15, en particular Cap. I, V y VI.

⁷ (1), pág. 185 ss. Para este punto, vid. nota 17 de mi (14).

⁸ (5), pág. 260 ss.

⁹ (1), pág. 188 ss.

¹⁰ En mi libro (12) he denominado ‘regla de autodeterminación’ a la regla que determina el dominio de leyes para el que vale la ‘concepción sofisticada’.

¹¹ Y unas pocas líneas más abajo he intentado formular las condiciones que harían de "programa de investigación" y "ciencia normal" ¡predicados *sinónimos*!

¹² En la pág. 222 de (16), Tuomela manifiesta su sorpresa ante el hecho de que yo, en la pág. 238, hablé de experimentos *cruciales*, lo que, ciertamente, es correcto en ese contexto ya que en él me estoy refiriendo a aserciones empíricas conectadas con núcleos *expandidos*. Estos últimos contienen *todas las leyes especiales*. La situación se torna más clara al emplear el nuevo 'lenguaje de redes teóricas': las leyes especiales se representan, ahora, mediante ciertos elementos teóricos; y la aserción empírica conectada con la red total puede concebirse como una conjunción de aserciones: una para cada elemento teórico. *Todos los miembros de esta conjunción correspondientes a leyes especiales son, por supuesto, falsables*, al menos hasta donde puede aplicarse la 'concepción ingenua de las leyes especiales' (un supuesto que, tácitamente, adopté en (12), *passim*).

¹³ *Vid.* (13), pág. 156 ss. y pág. 172 ss.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Kuhn, T.S. "Theory Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", *Erkenntnis* 10 (1976), 179-199. (Hay versión castellana de J. Daniel Quesada: "El cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de J.D. Sneed", en *Teorema* VII (1977), págs. 141-165.)
- (2) Lakatos, I. "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", en Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge Univ. Pr., Cambridge, 1970, págs. 91-195. (Hay versión castellana de Francisco Hernán: "La falsación y la metodología de los programas de investigación científica", en Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.). *La crítica y el desarrollo del conocimiento científico*, Ed. Grijalbo, Barcelona, 1975, págs. 203-343.)
- (3) Mayr, D. "Investigations of the concept of Reduction I", *Erkenntnis* 10, (1976), 275-294.
- (4) "Investigations of the concept of Reduction II", en prensa. (Ha sido publicado posteriormente a la aparición del artículo de Stegmüller aquí traducido en *Erkenntnis* 16, (1981), 109-129.)
- (5) McKinsey, J.C.C.; Sugar, A.C. y P.C. Suppes "Axiomatic Foundations of Classical Particle Mechanics". *Journal of Rational Mechanics and Analysis* 2 (1953), 253-272. (Hay versión castellana de A.G. de la Sierra, "Fundamentos axiomáticos para la mecánica de partículas clásica", *Lecturas filosóficas*, vol. 1/marzo, México, 1978.)
- (6) Moulines, C.U. *Zur Logischen Rekonstruktion der Thermodynamik*. Tesis Doctoral, Munich, 1975.
- (7) "Approximate Application of Empirical Theories: A General Explication", *Erkenntnis* 10 (1976), 201-227. (Hay una traducción y revisión hechas por el mismo autor en su libro *Exploraciones Meta-científicas*, Alianza Univ., Madrid, 1982, págs. 164-190.)

(8)

(9)

(10)

(11)

(12)

(13)

(14)

(15)

(16)

NO

30

Soc

sent

- (8) "Theory-Nets and the Dynamics of Theories: The Example of Newtonian Mechanics", en prensa. (Fue publicado, bajo el título modificado "Theory-Nets and the Evolution of Theories: The Example of Newtonian Mechanics", en *Synthese*, 41, 1979. En este artículo está basado parcialmente "La evolución de la mecánica newtoniana" en *Exploraciones Metacientíficas (vide supra)*.)
- (9) y J.D. Sneed "Patrick Suppes' Philosophy of Physics", en prensa. (Fue publicado posteriormente en R.J. Bogdan (ed.). *Patrick Suppes*, Reidel, Dordrecht, 1979.)
- (10) Sneed, J.D. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Reidel, Dordrecht, 1971. (Hay versión castellana prevista para su aparición en Ariel, Barcelona.)
- (11) "Philosophical Problems in the Empirical Science of Science: A Formal Approach." *Erkenntnis* 10, (1976), 115-146. (Hay versión castellana, de los dos primeros párrafos, de J. García Raffi bajo el título: "Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la ciencia: una aproximación formal." *Teorema VII*, 1977, págs. 315-322. Está previsto su publicación completa en J.D. Sneed. T.S. Kuhn: *Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la ciencia. El cambio de teoría como cambio de estructura*. Cuadernos Teorema, Valencia.)
- (12) *The Structure and Dynamics of Theories*, Springer Vg., Nueva York-Heidelberg-Berlin, 1976.
- (13) "Accidental ("Non-Substantial") Theory Change and Theory Dislodgement: To What Extent Logic can Contribute to a Better Understanding of Certain Phenomena in the Dynamics of Theories." *Erkenntnis* 10, (1976), 147-178.
- (14) "A Combined Approach to the Dynamics of Theories." *Theory and Decision* 9, (1978), 39-76.
- (15) Tuomela, R. *Theoretical Concepts*. Springer Vg., Viena-Nueva York, 1973.
- (16) Tuomela, R. "On the Structuralist Approach to the Dynamics of Theories." *Synthese* 39, (1978), 211-231.

NOTA. Este artículo apareció en inglés en *Acta Philosophica Fennica*, vol. 30 (1979), pp. 113-129. *Teorema* agradece al Prof. Jaakko Hintikka y a la Sociedad Filosófica de Finlandia su amable permiso para publicar la presente versión castellana.