

## LA UBICACIÓN METODOLÓGICA DEL ESTRUCTURALISMO METACIENTÍFICO

C. ULISES MOULINES

Con Roberto Torretti me unen una amistad y cercanía intelectuales de muchos años, que desafortunadamente, por las constricciones de la geografía, han tenido que expresarse las más de las veces por vía escrita, si bien he tenido el estimulante placer de encontrarme alguna vez con él personalmente. Aunque podamos divergir filosóficamente en algunos puntos particulares, nos une un interés profundo y constante por las cuestiones epistemológicas y metodológicas centrales que plantea el conocimiento científico, en particular el de la física; y más allá de ello, creo que nos acerca cierta visión de la tarea del intelectual que pueda merecer auténticamente el calificativo de “crítica”. En 1989 publicamos conjuntamente, en esta misma revista, unos “Extractos de correspondencia”, en los que Torretti hacía un examen minucioso y crítico del enfoque metacientífico conocido como “concepción estructural de la ciencia”, o, para abreviar, simplemente “estructuralismo”, examen al que yo traté de responder lo más adecuadamente posible (Cf. Moulines/Torretti 1989). Aprovecho esta ocasión de un merecido homenaje a mi amigo Torretti para volver a ocuparme del tema, no tanto esta vez para responder a posibles críticas u objeciones, sino más bien para ubicar ideográfica y metodológicamente el enfoque estructuralista, señalando a la vez lo que considero que constituyen sus elementos esenciales. La perspectiva “histórica” que proporcionan los años transcurridos desde que empezó a desarrollarse este programa metacientífico, puede ayudarnos en este empeño, y espero además que esta cuestión no le sea completamente indiferente a Torretti.

El estructuralismo metacientífico es ciertamente un “ismo”, o sea, una doctrina con identidad propia, que pretende ser más adecuada a su objetivo (en este caso, el análisis y la interpretación de las estructuras teóricas

del conocimiento científico) que otras doctrinas comparables con parecido objetivo. No creo que, como filósofos, debamos tener ningún empaque en confesar públicamente que defendemos una determinada teoría o doctrina filosófica. Por supuesto que ello no significa tomar una actitud dogmática y afirmar que “no puede haber más camino que el nuestro”. Significa solamente que, a pesar de las posibles deficiencias y futuras revisiones, queremos implementar un programa de investigación (en este caso: de investigación metacientífica) que ya ha dado buenos frutos y del que esperamos obtener aún más en el futuro. Al “hacer propaganda” por un programa de esta naturaleza, creo que es útil tener bien presentes las bases esenciales del mismo, exponiéndolas tanto en un contexto histórico como sistemático. Ello es lo que me propongo hacer aquí, aunque ciertamente de forma muy abreviada, pues el espacio disponible no da para más.

De buenas a primeras, permítaseme ubicar el estructuralismo en el contexto ideográfico más amplio de la epistemología contemporánea. Gracias a algunos autores de moda (que entretanto ya no lo son tanto) hemos aprendido desde hace un par de décadas que, si queremos situar cualquier fenómeno cultural del presente, debemos hacerlo en términos de la dicotomía entre “modernidad” y “posmodernidad”, y que, si uno quiere estar al día, tiene que declararse naturalmente “posmoderno”. Ello significa, entre otras cosas, que lo moderno estriba precisamente en ser posmoderno... Ahora bien, por la naturaleza misma de este tipo de cosas, está claro que la posmodernidad está destinada a desembocar, a su vez, en la *posposmodernidad*; de modo que, a partir de cierta fase, la posmodernidad ya no será moderna sino que se tornará *premoderna*, y naturalmente lo mismo ocurrirá con la *posposmodernidad*, y así sucesivamente. A pesar del optimismo (o pesimismo, según se quiera ver) a ultranza que Fukuyama u otros asesores ideológicos del Gobierno de los Estados Unidos de América desplegaron en su momento, no hay razón para pensar que hemos llegado al Fin de la Historia, y menos aún en cuestiones epistemológicas. Así que, a menos que la bomba atómica, la explosión demográfica o alguna otra parecida modernidad anti-histórica determinen lo contrario, la ideología posmodernista misma nos obliga a contemplar una sucesión indefinida de modernidades y posmodernidades. Si, para seguir la corriente, queremos adoptar estas categorías ideográficas, la pregunta verdaderamente apasionante para cualquier filósofo de la cultura, y en particular para un filósofo de la ciencia, sería la de averiguar cuál es el término de dicha sucesión, es decir, resolver la ecuación:

lim pos<sup>n</sup> (modernidad) = ?

$n \rightarrow \infty$

Pero probablemente ello no es capaz de averiguarlo nadie, ya sea intelectual posmoderno o no, ya sea filósofo de la ciencia u otra cosa. (El único autor que seguramente habría tenido una respuesta inmediata a ese interrogante, habría sido Hegel, pero ya hace tiempo que murió y no podemos preguntarle.) Así, pues, en la situación actual no tenemos más remedio que restringir nuestra atención a la tríada “modernidad - posmodernidad - posposmodernidad” (o sea, a la fórmula anterior hasta  $n = 2$ ) y tratar de aplicarla al desarrollo reciente de la filosofía de la ciencia.

La diferencia fundamental entre modernos y posmodernos en cualquier campo de la cultura parecería ser que estriba en que, mientras los primeros se toman en serio lo que hacen, los segundos en cambio no. La actitud básica de los posmodernos se resume, como es sabido, en el lema “todo vale”. Y es sabido también que el gran promotor del todo-vale en filosofía de la ciencia fue Paul K. Feyerabend. El fue sin lugar a dudas el máximo ideólogo de la posmodernidad en filosofía de la ciencia; de modo que podríamos ubicar el comienzo de la posmodernidad en esta disciplina en la llamada “revolución historicista” de los años 60, de la que Feyerabend, junto con Thomas Kuhn, fue uno de los principales protagonistas. Y por lo tanto, lo *anterior* a esa revolución, es decir, aquello que los epistemólogos posmodernos se esforzaron por mostrar que ya estaba pasado de moda, sería la modernidad en filosofía de la ciencia. ¿Y qué fue ello? Pues básicamente el positivismo lógico y el racionalismo crítico. Rudolf Carnap y Karl Popper serían así los grandes modernos de la filosofía de la ciencia, ya superados por el posmoderno Feyerabend, quien por otro lado también ya está muerto.

Las cosas, sin embargo, no son tan simples. La razón es que incluso el filósofo posmoderno tiene que cualificar su axioma “todo vale”, pues de lo contrario puede fácilmente encontrarse con compañeros de viaje que él no desee en absoluto. Ello no sólo es así por la razón trivial de que el axioma “todo vale” debería aplicarse coherentemente también a cosas tales como la “física aria” de los nacionalsocialistas o la “biología proletaria” de los estalinistas (y no creo que ni Feyerabend en sus momentos más histriónicos hubiera estado dispuesto a admitir tal cosa). La razón más profunda es de carácter metafilosófico y se echa de ver si nos basamos en un conocimiento mínimamente sólido de la historia de las ideas metodológicas de este siglo. En efecto, es fácil constatar que incluso filó-

sofos considerados irremediablemente pasados de moda, o sea, preposmodernos, o sea, modernos, como Carnap, defendieron una forma del "todo-vale". De hecho, el famoso "Principio de Tolerancia" que Carnap postuló en los años 30 en su *Sintaxis lógica del lenguaje*, según el cual cualquier sistema lógico es admisible con tal de que esté adecuadamente formalizado, es una aplicación del principio "todo vale" a un dominio tan fundamental como la lógica, de modo que, en este sentido, habría que etiquetar a Carnap como el primero de los grandes posmodernos.

La diferencia esencial entre el moderno Carnap y el posmoderno Feyerabend no estriba en que para el primero no valga todo y para el segundo sí, sino en que para el primero todo vale *con tal de que* esté bien formalizado, y para el segundo todo vale *con tal de que* precisamente *no* esté en absoluto formalizado. Con otras palabras, la filosofía de la ciencia moderna sería formalista y la filosofía de la ciencia posmoderna sería anti-formalista. ¿Y cómo ha de ser la etapa posposmoderna de nuestra disciplina en la que necesariamente ha de desembocar la posmodernidad? Pues evidentemente una filosofía de la ciencia que represente una *Aufhebung* hegeliana del momento formalista y el anti-formalista, o sea, para parafrasear el famoso dicho de un político mexicano que era hegeliano sin saberlo, una filosofía de la ciencia que "no sea ni lo uno ni lo otro, sino todo lo contrario". Pues bien, en esta etapa "dialéctica" de la epistemología se inscribe justamente el estructuralismo, que no es carnapiano ni feyerabendiano, sino todo lo contrario. Es decir, habría que interpretar el estructuralismo como una instancia de la posposmodernidad anunciada e irremediable en el campo de la metaciencia.

Llegados a esta conclusión, quizás sea el momento de dejarnos de bromas modernas, posmodernas y posposmodernas, y tratar de precisar nuestras distinciones ideográficas. En realidad, lo que está en juego no es tan sólo la polaridad entre formalismo y anti-formalismo en filosofía de la ciencia. Vinculadas de alguna manera a esta dicotomía, aunque lógicamente independientes de ella, están otras distinciones metafisológicas que tienen que ver con el desarrollo de la filosofía de la ciencia en las últimas décadas, y en particular con la ubicación metodológica del estructuralismo como programa metacientífico. Por razones de tiempo y espacio me tendré que limitar aquí a dos grupos de diferenciaciones: la tríada "sintáctico/semántico/pragmático" y el par "sincrónico/diacrónico".

Asumiendo la clasificación anterior de corrientes en filosofía de la ciencia, podríamos decir que su etapa moderna, representada paradigmáticamente por Carnap, se caracterizó por producir metateorías no sólo formales, sino además sincrónicas y sobre todo sintácticas (y un poco semánticas); mientras que la filosofía de la ciencia posmoderna, representada paradigmáticamente por Feyerabend, podría caracterizarse como informal, diacrónica y sobre todo pragmática (y un poco semántica).

Pues bien, de todas las teorías de la ciencia que actualmente están en discusión, el programa estructuralista de reconstrucción de las teorías es, en mi opinión, el enfoque en el que la síntesis de las diferenciaciones metodológicas antes citadas se ha llevado a cabo de la manera más consecuente y prometedora. Ciertamente, este enfoque pertenece al campo de la teoría formal de la ciencia en el sentido de que no sólo se hace uso de la lógica formal, sino también de los conceptos y métodos de la teoría de modelos tarskiana y de los medios de representación de la teoría de conjuntos elemental. Las raíces metodológicas del estructuralismo se insertan en la teoría tarskiana de modelos, pero sobre todo en su aplicación a las ciencias empíricas por parte de la llamada "Escuela de Stanford" de los años 50 y 60 alrededor de Patrick Suppes; el método suppesiano de representación de teorías científicas conocido como "axiomatización por definición de un predicado conjuntista" (Cf. Suppes 1957) constituye siempre el primer paso (aunque sólo el primero) en cualquier reconstrucción estructuralista de una teoría científica. Ahora bien, hay otra rama (o, mejor dicho, "raíz") importante del estructuralismo que también merece ser mencionada: la concepción diacrónica kuhniana de la ciencia, en particular el tipo de evolución metodológica que Kuhn denominó "ciencia normal" o, más exactamente, "investigación dirigida por una matriz disciplinaria" (Cf. Kuhn 1962/69).

El programa estructuralista como tal (aunque todavía sin esta denominación) fue iniciado por la obra pionera de Sneed en 1971 (Cf. Sneed 1971/78). A partir de entonces pueden distinguirse, en una retrospectiva aproximada, tres fases en el desarrollo histórico del programa:

- a) la *fase de emergencia* durante los años 70. En ella se introducen los componentes más fundamentales del enfoque (si bien aún en una versión "cruda"), se hacen comparaciones con otros enfoques meta-científicos (especialmente los "modernos" de Carnap y Popper, así como los "posmodernos" de Kuhn, Lakatos y Feyerabend) y se lle-

van a cabo algunas aplicaciones “paradigmáticas” del programa (a la mecánica clásica, la termodinámica y la geometría física). Aparte del libro ya citado de Sneed pueden señalarse aquí Stegmüller 1973 y 1979; Moulines 1975 y 1976, así como Balzer 1978;

- b) la *fase de consolidación*, desde fines de los años 1970 hasta 1987. El programa experimenta una elaboración en el nivel metateórico general muy sistemática, se divulga y discute ampliamente, y los ejemplos de aplicación trascienden las fronteras de las ciencias físicas. La “culminación” de esta fase puede verse en la exposición (hasta ahora) más sistemática del estructuralismo, a saber, el tratado Balzer/Moulines/Sneed 1987;
- c) la *fase de ulterior desarrollo* desde 1987. En ella se emprenden revisiones críticas de algunos conceptos fundamentales del programa; sin embargo, lo que mejor caracteriza esta fase es, por un lado, el aumento exponencial de las aplicaciones a casos concretos, particularmente en las disciplinas no-físicas (Cf., por ejemplo, Westmeyer 1989 y Balzer/Moulines/Sneed 2000), y por otro la elaboración de los aspectos y las consecuencias más “filosóficos” (epistemológicos y ontológicos generales) del programa (Cf., por ejemplo, Balzer/Moulines 1996 y Moulines 2001).

Veamos ahora cuáles son los conceptos y postulados esenciales de esta metateoría de la ciencia, que ilustraremos mediante un ejemplo simple pero real de teoría científica concreta, para terminar mostrando someramente como aparecen vinculados (y no contrapuestos) en esta forma de representación de las teorías científicas los aspectos semánticos con los pragmáticos, así como los sincrónicos (o “estáticos”) con los diacrónicos (o “dinámicos”).

El estructuralismo metacientífico debe su nombre a su punto de partida reconstructivo, a saber, la propuesta metodológica de que no hay que tomar, como es usual en la filosofía de la ciencia, los enunciados o proposiciones como las unidades básicas del conocimiento científico, sino más bien diversos tipos de estructuras, en cuanto entidades no-proposicionales, que son inherentes al conocimiento científico. El término “estructura” se entiende aquí como término técnico de la teoría de conjuntos, y más concretamente dicho, en el sentido de Bourbaki. De acuerdo con este enfoque, las teorías científicas se conciben como determinados complejos consistentes en diversos tipos de estructuras. En

un primer paso (y sólo este primer paso podemos dar en este breve ensayo), esos complejos que son las teorías científicas consisten en modelos en el sentido de la semántica formal, esto es, en estructuras que satisfacen determinados axiomas. Así pues, un modelo es un tuplo de la forma

$$\langle D_1, \dots, D_m, (A_1, \dots, A_n) R_1, \dots, R_p \rangle$$

donde los  $D_i$  representan los llamados “conjuntos básicos” (o sea, la “ontología” de la teoría), los posibles conjuntos  $A_j$  contienen entidades puramente matemáticas (números reales, por ejemplo), mientras que las  $R_k$  son relaciones construidas sobre los conjuntos  $D_i$  y posiblemente  $A_j$ . En las disciplinas cuantitativas se tratará ahí generalmente de funciones métricas definidas sobre dominios de objetos empíricos y números reales. En cualquier caso, la identidad de una teoría (en este primer paso) viene determinada por una clase de modelos así definidos. La formulación que se escoja para los axiomas que han de ser satisfechos por estos modelos, es considerada por el estructuralismo como una cuestión relativamente secundaria. Lo principal es que la forma axiomática escogida fije exactamente la clase de modelos que necesitamos para la representación formal de un determinado dominio de la experiencia que por alguna razón nos interesa. Es por ello que el análisis sintáctico de una axiomatización dada juega en el estructuralismo un papel relativamente subordinado con respecto a los planteamientos metateóricos generales; el análisis sintáctico es a lo sumo un medio heurístico para la reconstrucción adecuada de teorías particulares en estudios concretos. Al discutir la metateoría general, lo que pasa al primer plano son los conceptos y principios semántico-modelo-teóricos.

Si bien, según lo anteriormente dicho, la elección concreta de los axiomas que determinan una teoría es relativamente secundaria para identificar dicha teoría, en cambio, lo que es esencial es la distinción entre dos tipos generales de axiomas dentro de cada teoría. En efecto, hay que distinguir entre las condiciones de marco o determinaciones conceptuales de los modelos, por un lado, y los verdaderos axiomas con contenido, o sea, las leyes sustanciales, por otro. Esta distinción se puede hacer también desde un punto de vista puramente modelo-teórico<sup>1</sup>: llamaremos “modelos potenciales” a aquellas estructuras a las que sólo se imponen las determinaciones conceptuales y que por lo tanto constitu-

---

<sup>1</sup> Los detalles técnicos de esta distinción formal podrán encontrarse en el primer capítulo de Balzer/Moulines/Sneed 1987.

yen el marco conceptual de la teoría; a su totalidad la simbolizaremos por " $M_p$ ". A las estructuras que, por añadidura, satisfacen las leyes genuinas de la teoría, las llamaremos "modelos actuales"; las simbolizaremos simplemente por " $M$ ". Es evidente que vale " $M \subseteq M_p$ ". En caso de que la teoría en cuestión no sea empíricamente trivial, siempre valdrá  $M \subset M_p$ .

Así pues, de acuerdo al estructuralismo, la identificación de una teoría dada cualquiera comienza por la fijación de sus clases  $M_p$  y  $M$ . La fijación de estas clases normalmente se hará dando una lista de fórmulas de la teoría de conjuntos que aceptamos como axiomas. No obstante, hay que tener presente siempre que estas fórmulas, como ya hemos indicado, sólo son en realidad medios auxiliares para la identificación de las clases de modelos en cuestión y no constituyen la "sustancia" de la teoría. Podríamos tomar *otros* axiomas para determinar las mismas clases de estructuras y por tanto la misma teoría. Confundir los axiomas concretamente escogidos con la teoría en sí misma, sería un error parecido al de confundir el número de pasaporte de una persona con la identidad sustancial de esta persona.

En principio, y mientras no se deban tomar en cuenta ulteriores complicaciones, el par de estructuras  $\langle M_p, M \rangle$  constituye la identidad formal de una teoría dada. Llamaremos a este par "núcleo (estructural) formal" o simplemente "núcleo" de la teoría y lo simbolizaremos por " $K$ ". Ahora bien, la identidad " $K = \langle M_p, M \rangle$ " sólo vale en un primer paso de aproximación a la identidad formal de la teoría. En realidad, a dicha identidad le corresponden al menos cuatro complejos estructurales adicionales; estas estructuras adicionales corresponden, respectivamente, a las siguientes constataciones metateóricas:

- 1) al hecho de que los modelos de una misma teoría no suelen darse aislados unos de otros, sino que aparecen conectados entre sí mediante las llamadas "condiciones de ligadura";
- 2) al hecho de que los modelos de una teoría dada suelen estar esencialmente ligados a los modelos de otras teorías y de que estas conexiones son de diversos tipos ("vínculos interteóricos");
- 3) al hecho de que hay que distinguir dos niveles conceptuales y metodológicos dentro de una teoría  $T$  dada: el nivel de los conceptos que son *específicos* de esa teoría, y a los que llamamos conceptos " $T$ -teóricos", y el nivel de los conceptos que provienen, por así decir,

del “medio ambiente” de  $T$ , a los cuales llamamos conceptos “ $T$ -no-teóricos”;

- 4) al hecho de que ninguna teoría funciona con exactitud; la noción de aproximación es esencial al concepto de teoría empírica.

Estos cuatro complejos adicionales que hay que tomar en cuenta para identificar formalmente una teoría son también determinables en términos modelo-teóricos y en principio deberíamos definirlos aquí también si expusiéramos la identidad de una teoría de una manera completa. Ello, sin embargo, rompería el estrecho marco de este ensayo; como se verá a continuación, aquí sólo tendremos en cuenta (someramente) la constatación 3). En el presente contexto, nos contentaremos con la simplificación drástica de que el núcleo formal de una teoría consiste meramente del par  $\langle M_p, M \rangle$ ; esta idea simplificada de las teorías basta para exponer los elementos esenciales de la concepción estructuralista de la ciencia.

Ahora bien, una tesis fundamental de esta concepción radica precisamente en la idea de que el núcleo formal (incluso si aceptamos la simplificación arriba mencionada) no representa el único componente de la identidad de una teoría empírica. Esto es, no sabremos realmente de qué teoría se trata si sólo indicamos el marco conceptual y las leyes sustanciales de una teoría. Al contrario de lo que ocurre en las teorías de la matemática pura, en el caso de las disciplinas empíricas necesitamos la indicación del dominio de aplicaciones intencionales de estas teorías para identificarlas de manera completa.

Para ilustrar mejor estas ideas acerca de la estructura y contenido de las teorías empíricas tomemos un ejemplo particularmente simple: la mecánica del choque. Este es un caso muy sencillo, aunque real, de teoría física. En su forma primigenia fue concebida por Descartes (en su tratado póstumo *Le Monde ou Traité de la Lumière*), aunque la versión realmente correcta se la debemos a Huygens en la segunda mitad del siglo XVII. Naturalmente, la formulación que aquí presentamos es una reconstrucción lógica en términos conjuntistas y modelo-teóricos de la teoría original.

El dominio empírico básico de la mecánica del choque es un conjunto (finito) de partículas que chocan entre sí. La teoría se interesa solamente por la configuración del sistema de partículas inmediatamente antes y después del choque. Ello significa que como conjunto básico adicional necesitamos sólo un conjunto de dos instantes,  $t_1$  y  $t_2$ , para “antes” y

“después”. Además, para definir las magnitudes físicas de esta teoría (velocidad y masa de las partículas) se requiere del conjunto  $IR$  de los números reales, pues velocidad y masa son funciones métricas. Los modelos potenciales de esta teoría (los sistemas que llamamos “choques”) serán pues estructuras consistentes de dos conjuntos empíricos (“ $P$ ”, para las partículas, y “ $T$ ”, para los instantes), un conjunto numérico auxiliar (los números reales,  $IR$ ) y dos funciones métricas (“ $v$ ”, para la velocidad como función vectorial, y “ $m$ ”, para la masa como función escalar positiva). Todo ello se resume en la siguiente definición (la cual, por cierto, es un ejemplo del método suppesiano de axiomatización por definición de un predicado conjuntista):

**Def. 1:**  $x \in M_p [MCh]$  (o sea: “ $x$  es un modelo potencial de la mecánica del choque”) si y sólo si: Existen  $P, T, v, m, t_1, t_2$  tales que

$$(0) \ x = \langle P, T, IR, v, m \rangle$$

(1)  $P$  es un conjunto finito y no-vacío

$$(2) \ T = \{t_1, t_2\}$$

$$(3) \ v: P \times T \rightarrow IR^3$$

$$(4) \ m: P \rightarrow IR^+$$

Los modelos actuales de la teoría se obtienen al añadir a las condiciones anteriores la ley fundamental de la teoría, que en este caso es la ley de la conservación de la cantidad de movimiento:

**Def. 2:**  $x \in M [MCh]$  (o sea: “ $x$  es un modelo de la mecánica del choque”) si y sólo si: Existen  $P, T, v, m, t_1, t_2$  tales que

$$(1) \ x \in M_p [MCh]$$

$$(2) \ \sum_{p \in P} m(p) \cdot (p, t_1) = \sum_{p \in P} m(p) \cdot (p, t_2)$$

Ahora bien, habrá muchas estructuras (en realidad, un número infinito de ellas) que cumplirán las condiciones anteriores, incluida la ley fundamental, y por tanto serán, formalmente, modelos de la teoría del choque, y que, sin embargo, intuitiva o pre-sistemáticamente no forman parte del dominio de aplicaciones intencionales de la mecánica del choque, es decir, no son choques genuinos. Para fijar completamente este dominio hay que recurrir a restricciones adicionales. Por ejemplo, hay que exigir que el conjunto  $P$  conste de “verdaderas partículas”, es decir, cuerpos físicos cuyo tamaño sea despreciable con respecto al tamaño global del sistema o que, al menos, no manifiesten efectos de rotación, que no haya

fricción con el aire o con otro medio, que coincidan las partículas realmente en un lugar en el espacio, etc. Se trata aquí, sin embargo, de condiciones que, en general, no son formalizables, y que además pueden cambiar con la evolución de la teoría, de las técnicas de experimentación, de los intereses de la comunidad y otros factores no enumerables de una vez por todas. Pero sólo si añadimos una tal especificación de las aplicaciones intencionales, sabremos que la teoría que analizamos es realmente la mecánica *del choque*.

Atendiendo a las consideraciones ilustradas en el ejemplo anterior, resulta que una teoría empírica no viene dada solamente por un núcleo  $K$ , sino también por un dominio de aplicaciones intencionales que es independiente del primero, y al cual simbolizaremos por " $P$ ":  $T = \langle K, I \rangle$ . Es justamente cuando nos planteamos la cuestión de la naturaleza del dominio  $I$  que se ponen de manifiesto las insuficiencias de una consideración puramente semántico-sincrónica de las teorías y que nos vemos llevados directamente a la inclusión de elementos pragmático-diacrónicos en nuestro concepto de teoría. Para comprender por qué es así, debemos preguntarnos primero cómo habría que imaginar la aprehensión modelo-teórica del dominio  $I$ . En efecto, la parte más ardua de la identificación de una teoría es su dominio  $I$  (y ello tiene que ver con la idea kuhniana del papel que tienen los llamados "ejemplares paradigmáticos").

En primer lugar, hay que concebir las aplicaciones intencionales de una teoría dada como aquellos sistemas empíricos a los que queremos aplicar las leyes fundamentales de la teoría en cuestión, para posibilitar, por ejemplo, explicaciones, predicciones y quizás también transformaciones tecnológicas de hechos concretos. Para alcanzar este objetivo, esos sistemas, sin embargo, deben estar ante todo concebidos en términos de los conceptos de la teoría misma, de lo contrario, no obtendríamos ninguna homogeneidad conceptual entre las leyes generales y los datos o hechos concretos. Sin embargo, no *todos* los conceptos que intervienen en la determinación de los modelos potenciales de la teoría deben intervenir también en la determinación de sus aplicaciones intencionales. Al menos en *algunos casos* (que corresponden aproximadamente a los "ejemplares paradigmáticos" de Kuhn), deberán quedar excluidos aquellos conceptos cuya aplicabilidad empírica presupone ya la validez de la teoría en cuestión; en efecto, si utilizáramos *siempre todos* los conceptos que caracterizan  $M$ , para determinar los elementos de  $I$ , ello significaría que deberíamos presuponer *siempre* la validez de las leyes de la teoría, o sea, la no-vacuidad de  $M$ , para describir cualquier apli-

cación intencional; con otras palabras, deberíamos presuponer que  $T$  es efectivamente aplicable sin haberla aplicado todavía nunca. Está claro que ello significaría una especie de círculo vicioso metodológico: para saber si  $T$  es aplicable, debemos ponerla a prueba ante algunos elementos de  $I$  (en especial, ante “experimentos cruciales” o “ejemplares paradigmáticos”); pero si la determinación conceptual de cualquier elemento de  $I$  presupone siempre la validez de  $T$ , está claro que nunca dispondremos de un test de  $T$  metodológicamente independiente de la propia  $T$ . Esta situación podría ser tolerable, o hasta bienvenida, para una doctrina puramente metafísica, pero sin duda no lo es para cualquier teoría que pretenda ser empírica. Este problema metodológico (que Sneed en su obra pionera denominó, de manera algo inapropiada, “problema de los términos teóricos”) se disuelve si admitimos que, en una reconstrucción adecuada de cualquier teoría empírica, al menos algunas de las aplicaciones intencionales deben ser describibles de tal manera que ninguno de los conceptos que interviene en su determinación, si bien pertenece al “marco”  $M_p$ , es tal que la condición de su aplicabilidad es la validez previa de  $T$ . Intuitivamente, podemos calificar tales conceptos como *no-específicos* de  $T$ . En otras palabras, al menos algunos elementos de  $I$  deberán ser caracterizables como *subestructuras* (en el sentido modelo-teórico) de los elementos de  $M_p$  puesto que en su determinación intervendrán sólo aquellos conceptos característicos de  $M_p$  que son no-específicos de  $T$ . En términos semi-formales podemos describir la situación así:

Deberán haber al menos algunos  $i \in I$  (los “ejemplares paradigmáticos” o algo parecido), tales que para ellos existe un  $x \in M_p$  tal que  $i \subset x$ , donde el símbolo “ $\subset$ ” significa aquí “es subestructura de”: Visto a la inversa, podemos decir que tal  $x$  es una “extensión modelo-teórica” de  $i$  dentro de  $M_p$ . Para hacer la notación más intuitiva, en vez de  $x$ , escribamos en tal caso “ $e(i)$ ”. La metodología de la contrastación de la teoría (los “tests”) se resumirá entonces en la cuestión de averiguar si tal  $e(i)$  (del que ya sabemos por definición que es elemento de  $M_p$ ) es también elemento de  $M$ , o sea, averiguar si cumple las leyes sustanciales de la teoría. Considerando el dominio entero de aplicaciones  $I$ , la situación metodológica es la siguiente: dado  $I$ , siempre podremos construir extensiones modelo-teóricas de sus elementos tales que se cumpla

$$e(I) \subseteq M_p \quad (\text{ello es modelo-teóricamente trivial});$$

pero lo que, en general, no podemos saber *a priori* es si también se cumple

$$e(I) \subseteq M.$$

A este enunciado, que sintetiza el contenido empírico de una teoría dada, se le ha llamado a veces en la literatura “enunciado de Ramsey-Sneed” de la teoría (por ejemplo en Stegmüller 1983), pues la fórmula en cuestión es *reminiscente* (aunque no mucho más que ello) de la concepción que Ramsey propuso del contenido de las teorías empíricas, y que Carnap y Hempel luego retomarían, aunque dándole un giro acorde con los postulados de su epistemología lógico-positivista que aquí no nos conciernen (Cf. Ramsey 1931, Carnap 1966, Hempel 1958). La cuestión del buen o mal funcionamiento (empírico) de una teoría puede replantearse ahora con entera precisión en términos conjuntistas considerando las tres opciones posibles en la relación entre  $e(I)$  y  $M$ , que representan diversos grados de aplicabilidad de la teoría en cuestión:

- (I)  $e(I) \subseteq M$  (enunciado de Ramsey-Sneed enteramente verdadero);
- (II)  $no-(e(I) \subseteq M)$  pero  $e(I) \cap M \neq \emptyset$  (enunciado de Ramsey-Sneed estrictamente falso pero “parcialmente verdadero”);
- (III)  $e(I) \cap M = \emptyset$  (enunciado de Ramsey-Sneed enteramente falso).

La situación (I) representa el caso de éxito total de la teoría en cuestión: todos los sistemas empíricos que se han propuesto como aplicaciones intencionales (sean “paradigmáticas” o no) resultan ser efectivamente “subsumibles” bajo (es decir, modelo-teóricamente extensibles a) modelos actuales de la teoría, lo cual intuitivamente significa que a todos ellos son aplicables las leyes sustanciales de la teoría. Si prescindimos del uso de aproximaciones e idealizaciones en la aplicación de una teoría, es muy probable que esta situación ideal no se haya dado nunca en la historia real de las ciencias; como ha señalado Kuhn, toda teoría empírica que valga mínimamente la pena (es decir, que no se reduzca a enunciados del tipo “Ningún soltero está casado”), nace con “anomalías”, se desarrolla con “anomalías” y muere con “anomalías”. Por ello, una situación más realista la representa el caso (II). Esta es la situación de una teoría que ha tenido un éxito parcial pero también algunos fracasos: algunos sistemas empíricos que nos interesan son subsumibles bajo las leyes de la teoría pero otros no. Aunque esta constatación produzca la ira de los poppe-

rianos ortodoxos, esto es el pan cotidiano de incluso las mejores teorías con las que trabajan los científicos practicantes. Ciertamente, cuanto mayor sea la intersección  $e(I) \cap M$  en relación con la diferencia  $e(I) - M$ , tanto más existosa podrá considerarse la teoría en cuestión; pero esta evaluación siempre es sólo cuestión de grado, no de todo-o-nada (como pretenden los popperianos). Finalmente, el caso (III) significa una "catástrofe total" para la teoría; en efecto, se trataría en este caso de una teoría que no es capaz de subsumir bajo sus modelos ni uno solo de los sistemas empíricos a los que se pretendía aplicar; a una teoría de tal índole podemos eliminarla sin más del escenario científico, pues carece enteramente de valor metodológico, al menos si se trata del conocimiento empírico.

Así pues, el caso verdaderamente interesante para una evaluación lo más diferenciada posible de una teoría empírica es el caso "normal" (II). Y dentro de él, se trataría de averiguar exactamente cuál es la "proporción" entre  $e(I) \cap M$  y  $e(I) - M$ . El problema estriba, sin embargo, en que para examinar a fondo esta cuestión ante cada caso concreto de teoría, los instrumentos de análisis metacientífico que hemos descrito hasta aquí son insuficientes. Desde un punto de vista puramente estático-semántico, lo único que podemos constatar es que  $e(I)$  trivialmente siempre será un subconjunto de  $M_p$ ; pero si no se da el caso sumamente afortunado e improbable de que además  $e(I)$  también sea un subconjunto de  $M$ , no podemos establecer formalmente mucho más; la razón de ello es que, en general, no podemos decir nada acerca de cuáles son los bordes exactos de  $e(I)$  dentro de  $M_p$ , cuáles son sus límites. Y ello, a su vez, proviene del hecho, tomado como postulado esencial de la concepción estructuralista de la ciencia, de que el dominio  $I$ , por su naturaleza misma, es lo que podría llamarse un "conjunto abierto". Con esta denominación formalmente improcedente, que haría fruncir el ceño de cualquier lógico, lo único que se quiere indicar es que la determinación exacta de la extensión de  $I$ , y por tanto de sus "límites", sólo puede llevarse a cabo, por principio, si se abandona el punto de vista estrictamente semántico-sincrónico, y se adopta una perspectiva que utilice esencialmente nociones pragmático-diacrónicas:  $I$  es una entidad con bordes formalmente imprecisos y cambiantes porque ellos dependen de los *intereses* (en el más amplio sentido) de una comunidad científica determinada (el usuario de la teoría), históricamente constituida.

Sin poder entrar aquí a fondo en esta compleja temática, dejemos sentado a modo de conclusión que, aparte de la determinación formal

relativamente débil según la cual “ $e(I)$  es subconjunto de  $M_b$ ”, la identificación de  $I$  presupone implícitamente una serie de parámetros socio-históricos que son irreducibles a nociones puramente semántico-sincrónicas, y mucho menos formales. Dado que la identidad de una teoría empírica incluye esencialmente el concepto de aplicación intencional y dado que éste, a su vez, depende de dichos parámetros, resulta en consecuencia que la determinación de cada teoría, y en particular su evaluación metodológica, serán en rigor siempre incompletas si no se toman en cuenta tales parámetros. Retornamos así al punto de partida de nuestra discusión sobre el carácter del estructuralismo por comparación con otros enfoques metacientíficos: el programa estructuralista de reconstrucción de las teorías científicas localiza exactamente las cuestiones y las razones por las que conviene implementar una síntesis adecuada de métodos formales de análisis con consideraciones esencialmente no-formales, de instrumentos semánticos con nociones pragmáticas, de la perspectiva sincrónica con la diacrónica. Estas distintas facetas no deben tomarse como alternativas polémicas en el análisis de la ciencia, sino como diversos componentes vinculados dentro de un único sistema (meta)conceptual.

*Seminar für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie, Universität München*

### Bibliografía

- Balzer, W. 1978: *Empirische Geometrie und Raum-Zeit-Theorie in mengentheoretischer Darstellung*. Kronberg.
- Balzer, W. & Moulines, C.U. & Sneed, J.D. 1987: *An Architectonic for Science*. Dordrecht.
- Balzer, W. & Moulines, C.U. (comps.) 1996: *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*. Berlin/Nueva York.
- Balzer, W. & Moulines, C.U. & Sneed, J.D. (comps.) 2000: *Structuralist Knowledge Representation. Paradigmatic Examples*. Amsterdam/Atlanta.
- Carnap, R. 1934: *Logische Syntax der Sprache*. Viena.
- Carnap, R. 1966: *Philosophical Foundations of Physics*. Nueva York.
- Feyerabend, P.K. 1975: *Against Method*. Londres.
- Hempel, C.G. 1958: “The Theoretician's Dilemma: A Study in the Logic of Theory Construction”, en H. Feigl & M. Scriven & G. Maxwell (comps.), *Minnesota Studies on the Philosophy of Science II*. Minneapolis, pp. 37-97.

- Kuhn, T.S. 1962/69: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago.
- Moulines, C.U. 1975: "A Logical Reconstruction of Simple Equilibrium Thermodynamics". *Erkenntnis*, t. 9/I, pp. 101-130.
- Moulines, C.U. 1976: "Approximate Application of Empirical Theories: A General Explication". *Erkenntnis*, t. 10/II, pp. 201-227.
- Moulines, C.U. (comp.) 2001: *The General Epistemology and Methodology of Metatheoretical Structuralism*. Synthese (en prensa).
- Moulines, C.U. & Torretti, R. 1989: "Extractos de una correspondencia". *Diálogos*, t. 53; pp. 123-137.
- Ramsey, F.P., 1931: *The Foundations of Mathematics*. Londres.
- Sneed, J.D. 1971/78: *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht.
- Stegmüller, W. 1973: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*. Berlin/Heidelberg.
- Stegmüller, W. 1983: *Estructura y dinámica de teorías* (traducción de Stegmüller 1973). Barcelona.
- Suppes, P. 1957: *Introduction to Logic*. Nueva York.
- Westmeyer, H. 1989: *Psychological Theories from a Structuralist Point of View*. Berlin.