RELACIONES INTERMODELICAS
Y SEMANTICA FORMAL

C. Ulises Moulines

0. Introducción

El propósito básico de este ensayo consiste en articular una perspectiva metateórica general, desde la cual analizar las relaciones entre las estructuras conceptuales que constituyen las teorías científicas. La ventaja de asumir tal perspectiva general estriba en que ella permite un tratamiento a la vez unificador y diferenciador de dichas relaciones. Como premisa metodológica para emprender este análisis presupondré por un lado la metateoría estructural de las teorías científicas (abreviada a continuación simplemente como «estructuralismo») y por otro la semántica formal. Por razones de espacio no me detendré aquí en explicar las nociones básicas tanto del estructuralismo como de la semántica formal, sino que las daré por conocidas. Sólo quiero recordar al lector los símbolos usuales para designar las componentes principales de las teorías científicas según el estructuralismo:

*M*p es la clase de los modelos potenciales de una teoría;
M es la clase de sus modelos actuales;
*M*pp es la clase de sus modelos potenciales parciales (= estructuras *T*-no-teóricas).

Recuerdo, además, que otras dos componentes muy importantes y usualmente presentes en cualquier teoría «normal» son, según el estructuralismo, una clase de *condiciones de ligadura* y una clase de *vínculos interteóricos*. Ahora bien, hasta ahora, en el concepto de teoría propuesto por el estructuralismo estas dos componentes habían sido definidas y analizadas con entera independencia una de otra, y por añadidura, cada una de ellas en forma relativamente limitada. En este ensayo me propongo, primero, introducir una perspectiva formal más básica, desde la cual tratar ligaduras y vínculos de manera unificada y generalizada; y, segundo, establecer una relación formal entre las dos categorías fundamentales de vínculos, los implicativos y los determinantes, para lo cual se hará uso de un resultado ya clásico de la teoría formal de modelos debido a Montague. La base inmediata para los resultados aquí expuestos son investigaciones recientes sobre relaciones interteóricas llevadas a cabo dentro del programa estructuralista por mí mismo

AGORA 13/2 (1994): 9-19

y por mis colaboradores Thomas Mormann y Marek Polanski. Partes de estas investigaciones han sido ya publicadas, otras no. El presente ensayo puede verse como un resumen del estado actual de la investigación estructuralista en esta área. Para ubicar mejor en sentido de estos resultados puede ser conveniente hacer un breve repaso histórico del análisis de ligaduras y vínculos en el estructuralismo.

1. Breve ojeada retrospectiva

La existencia de condiciones de ligadura implícitas en las teorías físicas fue notada ya por Joseph D. Sneed en la obra pionera del estructuralismo, *The Logical Structure of Mathematical Physics* (cf. Sneed [1971/79]). Sneed las describió esencialmente como condiciones que *ligan* los valores de una «misma» función (en sentido abstracto) en sistemas físicos distintos concebidos como modelos de una y la misma teoría. El ejemplo más típico y frecuente de condición de ligadura es la llamada «ligadura de identidad»[1] : si f_x y $f_{x'}$ son dos instancias de la «misma» función abstracta f en los modelos respectivos x y x' que coinciden en al menos un argumento a, entonces $f_x(a) = f_{x'}(a)$.[2] Ya esta simple formulación de la ligadura sugiere que, a través de ella, se *vinculan* cada vez *dos modelos*, x y x'. Otro ejemplo de ligadura, importante en las disciplinas físico-químicas (aunque no en las sociales), es la llamada «ligadura de extensividad (o aditividad)»: si la función «abstracta» f tiene el argumento a en el sistema (modelo) x, el argumento b en el sistema y y a se combina con b mediante cierta operación conmutativa y asociativa de concatenación que «produce» el argumento c de f en el sistema z, entonces debemos estipular: $f_z(c) = f_x(a) + f_y(b)$. Aquí está claro que quedan ligados o vinculados cada vez tres sistemas en cuanto modelos de la teoría. Algo parecido podría decirse de otras muchas condiciones de ligadura detectadas en las reconstrucciones de teorías concretas ofrecidas por el estructuralismo. Es decir, la consecuencia de estipular tales condiciones es que cada vez quedan ligados o vinculados dos o más modelos de una misma teoría. Las ligadoras son *relaciones intermodélicas* para los modelos de una misma teoría.

Sin embargo, Sneed no las concibió así. Al formalizar la noción general de ligadura (*«constraint»* en el original inglés), la concibió más bien como un requisito de admisibilidad de conjuntos de modelos y definió cada ligadura en lo esencial como un subconjunto no-vacío del conjunto-potencia de Mp. Wolfgang Stegmüller, en la otra obra fundacional del estructuralismo, *Estructura y dinámina de teorías* (cf. Stegmüller [1973/83]) enfatizó aún más

[1] Esta condición se presupone implícitamente para todos los conceptos T-teóricos de las ciencias sociales, si bien no para todos ellos.

[2] Para ser realistas, habría que debilitar esta formulación y estipular $f_x(a) \cong f_{x'}(a)$, donde«$\cong$» designa una relación de equivalencia fijada por las transformaciones de escala admisibles. Pero éste es un detalle técnico sin importancia en el presente contexto.

que Sneed el papel central que juegan las ligaduras en la metodología de las teorías empíricas y sus consecuencias epistemológicas, pero formalmente se limitó a retomar la caracterización de Sneed. Con leves modificaciones técnicas, reencontramos la misma definición formal de las ligaduras en la exposición estándar del estructuralismo, *An Architectonic for Science* (cf. Balzer/ Moulines/Sneed [1987]). Es conveniente recordarla aquí:

Def.0: (a)C es una ligadura para Mp syss
(1) $C \subseteq \wp\ (M_p)$;
(2) $C \neq \varnothing \wedge \varnothing \notin C$
(3) $\forall x \in M_p{:}\{x\} \in C$.

(b) si además se cumple que
$\forall X,Y{:}X \in C \wedge Y \subseteq X \rightarrow Y \in C$,
diremos que C es una ligadura *transitiva*[3]

La caracterización aquí reseñada de las ligaduras como conjuntos de modelos es formalmente correcta y materialmente adecuada si enfocamos nuestra atención en el carácter «combinatorio» de las mismas. Pero ella oscurece su aspecto de relación intermodélica, que es tanto o más significativo. Por otro lado, este aspecto de las ligaduras se compatibiliza mejor, como veremos, con otro constituyente esencial de las ciencias empíricas: las relaciones interteóricas. De acuerdo al estructuralismo en su versión actual, también éstas son, o están constituidas, por relaciones intermodélicas.

Las relaciones interteóricas no siempre fueron concebidas así por el estructuralismo, al menos explícitamente. En la fase inicial del programa, Sneed y Stegmüller se ocuparon prácticamente sólo de las relaciones de reducción y equivalencia como relaciones globales entre teorías enteras. Más tarde se añadieron a la discusión la aproximación interteórica y la relación «semi-interteórica» de especialización; pero la perspectiva desde la que se reconstruían tales relaciones seguía siendo globalizadora; es decir, se las veía simplemente como relaciones del tipo *R (T, T')*, donde los términos de la relación son teorías enteras. No se consideraba, además, que las relaciones interteóricas pudieran ser un componente esencial del concepto mismo de teoría empírica. (Ya por razones formales no podía serlo, pues para definirlas se necesitaba el concepto previo y completo de teoría.)

Ahora bien, independientemente del estudio de las relaciones interteóricas, el autor de este ensayo se vio llevado, a raíz de su reconstrucción estructuralista de la termodinámica, a analizar relaciones *entre modelos de teorías distintas* relaciones por así decir «puntuales» entre teorías. Además, el ejemplo mismo mencionado puso de relieve que tales relaciones puntuales intermodélicas (en este caso, entre los modelos termodinámicos y ciertos

---

[3] Cf. Balzer/Moulines/Sneed [1987], p. 47. La inmensa mayoría –quizás la totalidad, si se formulan adecuadamente– de las ligaduras resultan ser intransitivas.

modelos hidrodinámicos) podían resultar absolutamente esenciales para la identidad misma de al menos una de las teorías involucradas (en el caso en cuestión: la termodinámica). En consecuencia, a las componentes estructurales de cualquier teoría empírica ya conocidas había que añadir un nuevo parámetro: la clase de los vínculos que tiene la teoría analizada con modelos de otras teorías. Y, por supuesto, había que tratar de definir formalmente esta nueva componente dentro del marco general de la metateoría. Los primeros pasos sistemáticos en esta dirección se dieron en Moulines [1984a]. Poco después se fue perfilando también la idea de que tales vínculos intermodélicos constituyen algo así como las «células germinales» de las relaciones interteóricas globales (reducción, equivalencia, etc.) analizadas anteriormente por el estructuralismo. La primera versión de esta idea se encuentra en Moulines [1984b]. La existencia de vínculos interteóricos como componentes esenciales de las teorías y su elucidación modeloteórica tiene consecuencias epistemológicas generales importantes, en especial para una comprensión más completa de la estructura global de la ciencia y su modo de funcionar. Ello se discutió sistemáticamente en Balzer/Moulines/Sneed [1986] y sobre todo en el último capítulo de *Architectonic for Science*. Allí también empezó a abordarse la cuestión de que no todos los vínculos interteóricos, aún si caen bajo el mismo concepto formal general, cumplen la misma función o los mismos requisitos específicos. Hay diversos tipos de vínculos esenciales entre los modelos de las teorías. El problema de una tipología sistemática de los vínculos se ha tratado más recientemente en Moulines [1991] (Cap. III. 3) y Moulines [1992]. En estos dos últimos escritos también se formula la tesis o, mejor dicho, hipótesis metateórica (basada en argumentos de plausibilidad) de que hay dos, y sólo dos, tipos básicos de vínculos esenciales: los llamados «implicativos» y los «determinantes». Aunque las condiciones formales para uno y otro tipo son bastante diferentes, ciertas consideraciones metodológicas generales así como el análisis de algunos ejemplos sugieren que, en la «ciencia real», ambos tipos están íntimamente interconectados. Las razones pragmáticas que hacen plausible esperar tal interconexión aparecen expuestas en los dos escritos mencionados; lo que hasta ahora no estaba tan claro es si hay, además de las pragmáticas, también razones formales para esperar dicha interconexión. Pues bien, ello es justamente la cuestión dilucidada en la última sección del presente ensayo.

Previamente a ello, de lo que nos ocuparemos en las dos secciones a continuación es del tratamiento unitario y generalizado de ligaduras y vínculos. A este fin, se define primero la noción de *puente* como suprema categoría de relación intermodélica. En lo que sigue presupondremos siempre que los superíndices $1,\ldots,n$ en $M^1{}_p,\ldots,M^n{}_p$ o $M^1,\ldots,M^n$ remiten a las teorías respectivas $T^1,\ldots,T^n$.

2. Puentes intrateóricos

Un puente es cualquier relación entre una serie de modelos potenciales o actuales de cierto número de teorías, ya sean ellas idénticas entre sí o bien distintas.

Def.1: es un *puente* sobre< $M^1{}_p$,..., $M^n{}_p$
(1) n>1;
(2) $\varnothing \neq \beta \subseteq M^1{}_p$x...x$M^n{}_p$.

Las ligaduras, vistas como relaciones intermodélicas entre cierto número de modelos potenciales o actuales, no son otra cosa sino un tipo especial de puentes, a saber, aquellos en que todos los modelos involucrados pertenecen a la misma teoría. Además de esta condición general, las ligaduras cumplen dos condiciones más específicas: la de «reflexividad» y la de «simetría», las cuales sólo pueden formularse con sentido si presuponemos que todas las estructuras ligadas pertenecen a la misma teoría. La condición de simetría responde intuitivamente a la idea de que, al constituir un conjunto de modelos como combinación permisible, «el orden de los factores no ha de afectar el producto». La condición de reflexividad permite conectar la nueva noción (relacional) de ligadura con la noción más tradicional recordada en *Def. 0*, como en seguida veremos.

Para formular adecuadamente la condición de simetría se requiere el instrumento formal de un *permutador* sobre un conjunto. Intuitivamente, un permutador es un operador sobre un conjunto cualquiera tal que asigna a cualquier secuencia de *n* elementos de dicho conjunto otra secuencia de los mismos elementos, es decir, le asigna una secuencia en la que a lo sumo se ha modificado el orden en que aparecen dichos elementos.

Def. 2: Sea *A* un conjunto cualquiera y *n* syss
(1) φ: Ax...$^{n)}$ x$A \rightarrow A$x..$^{n)}$ xA;
(2) $\forall$ $a_1,..., a_n \in A$: $\cup\, \varphi\, (<a_1,..., a_n>) = \cup(<a_1,..., a_n>)$[4].

Ahora estamos en posición de definir la nueva noción de ligadura.

Def. 3: es una *n*-ligadura sobre M_p syss
(1) n>1;
(2) Γ es un puente sobre , donde
(3) $\forall\, x \in M_p$:<x,... $^{n)}$, x>$\in \Gamma$ (reflexividad);
(4) $\forall\, x_1,..., x_n \in M_p\ \forall\, \varphi$ (Perm(φ , Mp, n) $\wedge$ < x_1 ,..., $^{n)}$ x_n > $\in \Gamma \rightarrow \varphi$ (<x_1,... $^{n)}$, x_n >) $\in \Gamma$ (simetría).

De esta noción relacional de ligadura podemos derivar una noción abso-

[4] El símbolo «$\cup$» representa la «gran unión» conjuntista.

luta: la ligadura ya no es un conjunto de secuencias (y por tanto una relación), sino un conjunto de conjuntos de modelos; ella representa la «antesala» al concepto tradicional de ligadura.

Def. 4: C es una *ligadura* sobre M_p syss existe una n-ligadura Γ sobre M_p tal que:

$\Gamma =:\{ X: \varnothing \neq X \subseteq M_p \wedge \forall x_1,..., x_n (x_1 \in X \rightarrow \langle x_1,..., x_n\rangle \in \Gamma)\}$

Las condiciones de reflexividad y simetría permiten justificar que el conjunto introducido en *Def. 4* lo designemos con el vieja nombre de «ligadura». En efecto, si algo es una ligadura en el sentido de *Def. 4* lo es también en el sentido tradicional de *Def. 0*; ello queda establecido en la siguiente proposición.

Teorema 1: Si C es una ligadura sobre Mp, entonces se cumple que:

(1) $C \subseteq \wp\ (Mp)$
(2) $C \neq \varnothing$
(3) $\varnothing \notin C$
(4) $\forall x \in Mp{:}\{x\} \in C$;
(5) $\forall X,Y (X \in C \wedge \varnothing \neq Y \subseteq X \rightarrow \in C)|$

Prueba:

Sean dadas la n-ligadura Γ (para un n fijo) y su correspondiente ligadura C. Las condiciones (1) - (3) del Teorema 1 son inmediatas por *Def. 4*.

Ad (4): Tomemos cualquier $x \in Mp$. Por la reflexividad de Γ (*Def. 3* - (3)), se cumple:

$\langle x,... \overset{n)}{}, x\rangle \in \Gamma$

Luego también es cierto que:

$\forall x(x \in \{x\} \wedge x \in \{x\} \rightarrow \langle x,... \overset{n)}{}, x\rangle \in \Gamma)$.

Como, además, está claro que $\varnothing \neq \{x\} \subseteq Mp$, resulta que, por *Def. 4*,$\{x\} \in C$. Esto vale para todo $\{x\}$.

Ad (5): Sean cualesquiera $X,Y \subseteq Mp$ con $X \in C$ y $\varnothing \neq Y \subseteq X$. Tomemos cualesquiera n modelos, iguales o distintos, $x_1,... , x_n$, tales que se cumpla $x_1 \in Y \wedge ... \wedge x_n \in Y$. Como $Y \subseteq X$, resulta $x_1 \in X \wedge ... \wedge x_n \in X$. Como $X \in C$, resulta $\langle x1,...,xn\rangle \in \Gamma$. Esto vale para cualquier secuencia $\langle x_1,...,x_n\rangle$ de modelos de Y. Luego $Y \in C$.

Q.E.D.

Con ello queda demostrado que la noción nueva, y más articulada, de ligadura posee las mismas propiedades que la noción más tradicional.

Podemos pasar ahora a considerar el otro gran tipo de puentes que en la literatura estructuralista se han denominado hasta ahora «vínculos». Bajo la nueva perspectiva, los vínculos representan puentes esencialmente *in-*

*ter*teóricos; es decir, en ellos, al menos algunos (en general, la totalidad) de los modelos involucrados pertenecen a teorías *distintas*.

Antes de pasar a este capítulo, sin embargo, hagamos una breve observación sobre la (meta-)relación entre ligaduras y vínculos. Por el momento, vínculos y ligaduras parecen ser los únicos tipos de puentes con significación real para la reconstrucción de las teorías empíricas existentes. No obstante, ello no tiene por qué ser la última palabra. Ciertamente, los conceptos de vínculo y ligadura son mutuamente excluyentes, pues si algo es un vínculo, por definición, no puede ser una ligadura; pero no son exhaustivos. En efecto, podría haber casos interesantes de puentes intrateóricos que no fueran ligaduras porque no cumplen los requisitos de flexividad y simetría. Que ello sea o no una posibilidad meramente formal, sin interés para las teorías efectivamente existentes, es una cuestión que debemos dejar abierta aquí. Ella sólo podrá contestarse ante ejemplos concretos.

3. Los puentes interteóricos y sus tipos

Bajo la nueva perspectiva, los vínculos no son otra cosa sino puentes interteóricos. La definición de los vínculos es pues sumamente sencilla.

Vínculos:

Def. 5: λ es un *vínculo* sobre $<M^1{}_p,\ldots, M^n{}_p>$, syss

(1) l es un puente sobre $<M^1{}_p,\ldots M^n{}_p>$;
(2) $\exists i, j\ (1\leq i, j \leq n \wedge M^i{}_p \neq M^n{}_p>$;

Hasta el momento, la gran mayoría de ejemplos concretos de vínculos detectados en las reconstrucciones son *diádicos*, es decir, son puentes para los que vale n = z. Ello también es así para los vínculos que se desprenden del análisis metateórico general de las «grandes» relaciones interteóricas (reducción, equivalencia, etc.). Son puentes entre dos, y sólo dos, teorías. Sin embargo, no hay ninguna razón a *priori* para que ello sea así. Es más, en su reconstrucción sumamente detallada de la electrodinámica y sus relaciones interteóricas, Thomas Bartelborth ha hecho plausible la existencia real y concreta de vínculos *tetrádicos* (cf. Bartelborth [1988]). De todos modos, no cabe ninguna duda acerca de la preeminencia de los vínculos diádicos, especialmente para la discusión metateórica general. Por ello, en lo que sigue concentraremos nuestra atención en los vínculos diádicos, o sea, vínculos de la forma.

$$\lambda \subseteq M^1{}_p \times M^2{}_p$$

Para dos modelos particulares, x^1, x^2, de teorías distintas, vinculados por un λ de esta clase, escribiremos «$x^1 \lambda x^2$» para abreviar, en vez de «x^1, x^2».

Asimismo, cuando queramos indicar que entre dos teorías distintas T^1 y T^2, se ha establecido un vínculo diádico, escribiremos: $T^1 \lambda T^2$.

Como ya se ha indicado en la Introducción, una serie de análisis concretos y de consideraciones generales expuestas en las publicaciones más recientes del estructuralismo sobre el tema de las relaciones interteóricas han llevado a la conclusión de que existen dos grandes tipos de vínculos diádicos: los implicativos y los determinantes. Los primeros son, entre otras cosas, responsables de relaciones interteóricas globales muy estudiadas, como las de reducción, equivalencia y aproximación; los segundos son típicos de la relación llamada en el estructuralismo de «teorización» (es decir, la que hay entre una teoría T^1 y otra T^0 que le proporciona a T^1 los conceptos T^1-no-teóricos y que le sirve, en consecuencia, de base de contrastación). Pero también hay otros casos de vínculos determinantes sin rótulo particular; en realidad, cualquier vínculo que contribuya a fijar el valor de una función métrica (un «parámetro») de una teoría mediante operaciones realizadas sobre ciertas funciones métricas («parámetros») de otras teorías, es un caso de vínculo determinante.

Retomo aquí las definiciones formales de ambos tipos de vínculos presentadas ya en Moulines [1991], Cap. III.3.

Def. 6: λ es un *vínculo implicativo* entre T^1 y T^2 syss

(1) $T^1 \lambda T^2 \wedge M^1 \cap D_1(\lambda) \neq \wedge M^2 \cap D_{II}(\lambda) \neq \emptyset$
(2) $\forall x^1 \in M^1{}_p \; \forall x^2 \in M^2{}_p \; (x^1 \lambda x^2 \wedge x^2 \in M^2 \rightarrow x^1 \in M^1)$

Para comprender bien la definición que sigue de los vínculos determinantes conviene recordar antes cómo se fija en una concepción multimodélica de teorías (como lo es el estructuralismo) cada uno de los llamados «términos abstractos» (o sea, cada concepto primitivo) de la teoría : es simplemente la clase de todos los términos que aparecen el mismo lugar de los tuplos que representan los modelos de dicha teoría. Es decir, supongamos que los modelos potenciales $x^1 \in M^1{}_p$ de la teoría T^1 vienen representados por n-tuplos de la forma $x = \langle t_1,\ldots,t_n \rangle$; y sea π la llamada «proyección *j*» sobre tuplos, esto es, la función que asigna a cada n-tuplo el término que aparece en el lugar *j para* $j \leq n$. Entonces, el «término abstracto» t^{1j} de la teoría T^1 es simplemente:

Ahora estamos en posición de definir los vínculos determinantes.

Def. 7: λ es un *vínculo determinante* entre T^1 y T^2 para el término t^{1j} syss

(1) $T^1 \lambda T^2$;
(2) $\forall x^1{}_1, x^1{}_2 \in M^1{}_p \; \forall x^2 \in M^2{}_p \; \forall t, t^1 \in t^1{}_j \; (x^1{}_1 \lambda x^2 \wedge x^1{}_2 \lambda x^2 \rightarrow t = t')$

Una explicación detallada de la motivación intuitiva que conduce a esta formulación de las condiciones definitorias de los vínculos implicativos y determinantes, respectivamente, se encontrará en Moulines [1991], Cap. III.3.

4. La relación formal entre vínculos implicativos y determinantes:

Aunque las nociones de vínculo implicativo y determinante son claramente distintas y lógicamente independientes, en la parte final de mi ensayo sobre relaciones interteóricas (Moulines [1992]), señalaba las razones pragmáticas (elucidades en base a un ejemplo concreto extraído de la física) por las que en general podemos esperar que vínculos implicativos y determinantes «vayan de la mano». Y al final planteaba como cuestión abierta la de si estas consideraciones pragmáticas no descansarían implícitamente en determinadas condiciones formales. Ello, por supuesto, haría más fuerte la tesis de la interconexión esencial entre vínculos implicativos y determinantes. Ahora podemos dar una respuesta, al menos parcial, a esta cuestión – una respuesta, además, positiva: bajo ciertas condiciones formales bien especificables y relativamente fáciles de cumplir, no sólo podemos afirmar que habrá un vínculo implicativo acompañado de uno determinante, sino que ambos serán en realidad la misma relación. Este resultado se basa en ciertos desarrollos, ya clásicos, de la semántica formal, y en particular en la noción de interpretabilidad introducida por Richard Montague hace ya treinta años (cf. Montague [1965]). La idea esencial de nuestro resultado es que, si dos teorías son formalizables en lógica de primer orden y una de ellas es interpretable en la otra (en un sentido intuitivamente plausible y bastante fácil de realizar), entonces es que hay un vínculo de la segunda con la primera que es a la vez determinante e implicativo. Definamos primero el concepto formal de interpretabilidad de que aquí se trata.

Def. 8: Sea *L* un lenguaje formal de primer orden, cuyos operadores lógicos representaremos mediante '~' para la negación, «&» para la conyunción, y «(%)» para el cuantificador universal; sean ^{1} y ^{2} dos conjuntos de fórmulas en él tales que, para dos teorías dadas T^1 y T^2 axiomatizadas en *L* se cumple:

M^1={x: $\forall\ \alpha \in \Sigma^1$ (x |= α)};
M^2 ={x: $\forall\ \alpha \in \Sigma^2$ (x |= α)};

Llamemos «At (Σ^i)» al subconjunto de las fórmulas atómicas de Σ^i y «Ax(T^i)» al conjunto de axiomas de T^i. Entonces diremos que T^1 es *interpretable* en T^2 syss existen funciones f y g tales que se cumple lo siguiente:

(1) $f: At\ (\Sigma^1) \rightarrow \Sigma^2$;
(2) g: $\Sigma^1 \rightarrow \Sigma^2$;

(3) $\forall \alpha \in At(\Sigma^1)$: $g(\alpha) = f(\alpha)$;
(4) $\forall \alpha \in \Sigma^1$: $g(\sim\alpha) = g(\alpha)$;
(5) $\forall\alpha,\beta \in \Sigma^1$: $g(\alpha\&\beta) = g(\alpha)\&(\beta)$;
(6) $\forall\alpha \in \Sigma^1$: $g((\mu)\alpha) = (\mu)g(\alpha)$:
(7) $\forall\alpha \in \Sigma_1:(Ax(T^1) \mid- \alpha) \rightarrow (Ax(T^2) \mid- g(\alpha)$.

El sentido intuitivo que está detrás de la idea de interpretabilidad fijada en *Def. 8* consiste en que, cuando una teoría es interpretable en otra, es porque hay una regla general de «traducción» de los enunciados de la primera en los de la segunda; esta regla de traducción viene representada formalmente por las funciones *f* y *g*. Ahora bien, la traducibilidad de la que aquí se trata es bastante débil, pues no es referencial, y puede admitirse que en la mayoría de casos de teorías vinculadas de alguna manera podrá construirse semejante correlación. Dada tal situación, puede demostrarse entonces que habrá un vínculo a la vez implicativo y determinante de la segunda teoría con la primera. Esto es lo que establece la siguiente proposición.

Teorema 2: Si T^1 es interpretable en T^2, entonces existe λ tal que

(1) $\lambda \subseteq M^2{}_p \times M^1{}_p$;
(2) λ es un vínculo determinante;
(3) λ es un vínculo implicativo.

La prueba de este teorema no es completamente trivial y éste no es el lugar para desarrollarla. El lector interesado en los detalles técnicos puede consultar Moulines & Polanski [1994]. Aquí sólo observaré, para concluir, que la afirmación de existencia del vínculo formulada en Teorema 2 es fuerte en el sentido de que es constructiva. Es decir, no sólo se afirma la existencia del vínculo en cuestión, sino que el desarrollo mismo de la prueba permite construirlo de manera efectiva. Con ello queda establecido que las nociones de vínculo implicativo y determinante (en contra de las apariencias) están formalmente, y no sólo pragmáticamente, estrechamente ligadas.

Bibliografía

Balzer,W./Moulines, C.U./Sneed, J.D. [1986]: «The Structure of Empirical Science: Local and Global». *Proceedings of the 7th International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science*. North Holland, Amsterdam, 1986.

Balzer,W./Moulines, C.U./ Sneed,J.D. [1987]: *An Architectonic for Science. The Structuralist Program,* Reidel, Dordrecht, 1987.

Bartelborth, Th. [1988]: *Eine logische Rekonstruktion der Elektrodynamik,* Albert Lang, Francfort del Meno, 1988.

Montague, R. [1965]: «Interpretability in Terms of Models». *Indagationes mathematicae*, t. 21 (1965).

Moulines, C.U. [1984a]: «Links, Loops, and the Global Structure of Science». *Philosophia Naturalis*, t. 21 (1984).
Moulines, C.U. [1984b]: «Ontological Reduction in the Natural Sciences». En: Balzer,W./Pearce, D./Schmidt, H.-J. (comps.), *Reduction in Science*, Reidel, Dordrecht, 1984.
Moulines, C.U. [1991]: *Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos*, Alianza, Madrid, 1991.
Moulines, C.U. [1992]: «Towards a Typology of Intertheoretical Relations». En: Echeverría, J./Ibarra, A./Mormann,T. (comps.), *The Space of Mathematics*, De Gruyter, Berlín, 1992.
Moulines, C.U. & Polanski, M. [1994]: «Bridges, Constraints, and Links». En: Balzer,W.& Moulines, C.U. (comps.), *Structuralist Theory of Science: Focal Issues, New Results*, De Gruyter, Berlín, en vías de publicación.
Sneed, J.D. [1971/79]: *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Reidel, Dordrecht, 1ª. ed., 1971, 2ª. ed., 1979.
Stegmüller, W. [1973/83]: *Estructura y dinámica de las teorías* (trad. de C.U. Moulines), Ariel, Barcelona, 1983. Original alemán: *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Springer, Berlin/Heidelberg, 1973.

C. U. MOULINES
Universidad de Munich