

Stoa

Vol. 6, no. 11, 2015, pp. 9-25

ISSN 2007-1868

LA ESTRUCTURA DE LA TEORÍA EMPÍRICA Y EL REDUCCIONISMO

THOMAS MEIER

Munich Center for Mathematical Philosophy

Ludwig-Maximilians-Universität

thomas.meier@lrz.uni-muenchen.de

RESUMEN: En este trabajo expondré la temática del reduccionismo dentro del campo de la filosofía de la ciencia. Para ello, abordaré primero la posición reduccionista clásica del positivismo lógico. Luego, discutiré de qué manera debemos aproximarnos al intento de representar formalmente las reducciones teoricas que de facto se pueden llevar a cabo entre teorías científicas o de partes de ellas. Para ello, argumento, es indispensable hacer uso de un marco conceptual que hace uso de la lógica matemática y de sus herramientas. En una tercera parte discutiré si la posición de Ladyman, Ross, *et.al.* (2007) sobre el reduccionismo presenta una vía prometedora para posicionarse en el debate.

PALABRAS CLAVE: Reduccionismo · positivismo lógico· reducciones teoricas · marco conceptual

ABSTRACT: In this work I outline the topic of reductionism in the philosophy of science. I first discuss the classical reductionist view of logical positivism. After that, I discuss how we should try to represent actual theoretical reductions between actual cases of scientific theories. For this purpose, I argue that it is indispensable to make use of a formal framework that employs tools of mathematical logic. In the third part, I further discuss if the position of Ladyman and Ross (2007) is a promising position in the debate.

KEYWORDS: Reductionism · Logical Positivism · Theoretical Reduction · Framework

1. Introducción

El tema del reduccionismo siempre ha despertado controversias en la filosofía. En este trabajo expondré la temática del reduccionismo dentro del campo de la filosofía de la ciencia. Para ello, abordaré primero la posición reduccionista clásica del positivismo lógico. Luego, discutiré de qué manera debemos aproximarnos al intento de representar formalmente las reducciones que de facto se pueden llevar a cabo entre teorías científicas o de partes de ellas. Para ello, argumento, es indispensable hacer uso de un marco conceptual que hace uso de la lógica matemática y de sus herramientas. En una tercera parte discutiré si la posición de Ladyman, Ross, *et.al.* (2007) sobre el reduccionismo presenta una vía prometedora para posicionarse en el debate.

En el caso de la filosofía de la ciencia, desde el enfoque del positivismo lógico han surgido varias posturas sobre cómo representar formalmente la estructura de nuestras teorías empíricas. Métodos formales son fructíferos para dar respuestas precisas y ofrecer soluciones precisas a debates filosóficos que, muchas veces, sí tienen respuesta, no como se dice comúnmente.

Hoy día, se distingue entre la concepción sintáctica y la concepción semántica de teorías empíricas. La primera entiende a las teorías científicas como conjuntos de enunciados, conectados inferencialmente. La concepción semántica se opone a esta concepción por múltiples razones. Una es que no se logra dar respuesta satisfactoria a fenómenos de cambio teórico si sólo se aplica lógica de primer orden. En las concepciones semánticas, en cambio, se trabaja con lógica más ampliamente, teoría de conjuntos, teoría de modelos, álgebra, teoría de categorías, entre otras. Así, se piensa, se logra una riqueza expresiva suficiente para modelar adecuadamente la estructura lógica de nuestras teorías científicas y asimismo dar respuesta a preguntas sobre términos teóricos, reduccionismo, relaciones inter-teóricas, y el cambio diacrónico de nuestras teorías.

El cambio diacrónico es lo que ha sido discutido ampliamente por Thomas Kuhn (1970), entre otros, y lo que ha provocado una verdadera “revolución historicista” dentro de nuestra disciplina. El mismo Kuhn (1976) reconoció luego que la concepción semántica es adecua-

da para dar la respuesta más fructífera a las preguntas mencionadas arriba.

Si queremos dar respuesta convincente a preguntas sobre el reduccionismo, es indispensable que hagamos uso de un marco conceptual adecuado. En este trabajo, haré uso del marco conceptual de las concepciones semánticas y expondré cómo es que se puede modelar la reducción de una teoría a otra. La pregunta por el reduccionismo debe ser abordada cuidadosamente. Para ello, es menester partir de estudios de caso concretos. Decir que la biología es reducible a la química y que la química es reducible a la física no es sólo falso, es también terriblemente simplificador. Para analizar esta pregunta, que seguramente sigue intuiciones justificadas, debemos ver en concreto qué teoría de la biología es supuestamente reducible a qué teoría de la química. Con esto me refiero a preguntas como “¿Aparecen las mismas ecuaciones?”, “¿Se refieren a la misma parte del mundo?”, “¿Las predicciones que hace una teoría son equivalentes a las predicciones que hace otra?”, “¿Las entidades que postula una teoría son idénticas a las entidades que postula la otra teoría?”, “¿Las leyes fundamentales de una teoría son reducibles a las leyes de la otra teoría?”, etc.

Para hacer caso a este tipo de preguntas, el mejor lugar de buscar respuestas es dentro de las teorías mismas. Con un análisis lógico-conceptual y una reconstrucción de ellas. Para esto, necesitamos analizar primero la estructura de nuestras teorías empíricas, si queremos hablar sobre reduccionismo en filosofía de la ciencia.

2. La concepción sintáctica

La concepción sintáctica fue desarrollada en trabajo (parcialmente coincidente) entre Reichenbach, Ramsey y Carnap, entre muchos otros. Esto sucedió durante los años 20 y 30 del siglo veinte. En aquella concepción, se entiende una teoría empírica como un cálculo interpretado. Un cálculo es una teoría axiomática deductivamente cerrada. Así, una teoría empírica consiste en una cierta cantidad de enunciados que están conectados inferencialmente. Para poder discutir la noción de reducción, es necesario exponer primero los componentes centrales de la concepción sintáctica. En la concepción sintáctica, una teoría *T* se formula con el siguiente vocabulario *V*:

Términos lógico-matemáticos: Consiste del vocabulario formal que es el mero instrumento formal para realizar la reconstrucción lógica. Por ejemplo: el lenguaje de la lógica formal, el lenguaje de la teoría de conjuntos, el lenguaje de la aritmética, el lenguaje de la topología, etc.

Terminos observacionales: Este vocabulario se refiere a entidades, propiedades y relaciones directamente observables entre aquellos, por ejemplo: caliente, amarillo, más duro que, menos voluminoso que, etc.

Terminos teóricos: La noción de término teórico que ha surgido dentro de la concepción sintáctica es una de las nociones que más polémica han provocado en la filosofía de la ciencia del positivismo lógico. El vocabulario teórico se refiere a entidades, propiedades y relaciones que no son directamente observables y que son postuladas para dar cuenta de los fenómenos. Ejemplos: electrón, masa, gen, entropía, campo electromagnético, etc.

De esta forma, se pueden distinguir tres tipos de afirmaciones que se pueden llevar a cabo en esta concepción:

Enunciados teóricos: Sólo contienen términos teóricos, de entre ellos se seleccionan algunos como axiomas o postulados primitivos. El resto se deriva de ellos como teoremas. Son los enunciados que expresan el comportamiento de las entidades teóricas. Ejemplos: “La fuerza eléctrica es directamente proporcional al producto de las cargas”, “Los genes tienen dos pares de alelos”, etc.

Enunciados observacionales: Contienen únicamente vocabulario observacional. Aquellos enunciados describen situaciones observables y generalizaciones. Ejemplos: “Pedro tiene el pelo rojo”, “Esta cantidad de agua se ha evaporizado”, “El agua se congela a aproximadamente 0°C”, etc.

Reglas de correspondencia: Estas reglas expresadas mediante enunciados contienen ambos términos: observacionales y teóricos. Estos enunciados conectan los términos teóricos con la experiencia observable cargando así de interpretación empírica los axiomas puramente teóricos. Ejemplos: “A presión constante, el

volumen aumenta con la temperatura”, “al solidificarse un líquido, su entropía disminuye”, etc.

La forma lógica simple de un enunciado que expresa una regla de correspondencia tal, (Carnap 1936-1937, §8):

$$x(Ex \rightarrow (Tx \leftrightarrow Rx))$$

Veamos un breve ejemplo: Se quiere introducir el término teórico “temperatura”: Para todo x : Si se obtienen las condiciones de examinación E , (i.e. si ponemos un objeto en contacto directo con un termómetro), entonces este objeto tiene una temperatura T si y sólo si se obtiene la respuesta característica R . De esta manera, se logra una reducción de términos teóricos a términos observacionales.

La concepción sintáctica enfrenta muchos problemas. El principal es que no es siempre clara la distinción entre términos observacionales y términos teóricos, hay términos de disponibilidad como “resoluble en agua” que parecen tener un estatus semántico especial, hay carga teórica de la observación, sub-determinación, etc. Segundo, la distinción entre teórico y observacional es errónea porque es demasiado simplificadora. Muchos términos científicos son teóricos en alguna teoría T y no-teóricos en otra teoría T' (esto se verá más detalladamente con la concepción semántica). Tercero, en la concepción sintáctica no se puede modelar el aspecto diacrónico de la ciencia. Una teoría es simplemente un conjunto de enunciados inferencialmente conectados, no hay elemento temporal. Cuarto, las únicas relaciones interteóricas que se pueden mostrar son que una teoría T se sigue lógicamente de otra teoría T' , o que esto no sea el caso. Esto es así porque, estrictamente hablando, en la concepción sintáctica solamente se hace uso de la lógica proposicional de primer orden.

2.1. Reduccionismo en la concepción sintáctica

Siguiendo el programa de Nagel (1961), la reducción se debe de abordar de la siguiente forma. Deben existir ciertas “definiciones coordinadores”. Estas definiciones hacen ver como se conecta una teoría

a otra, como se reduce a otra mediante estas definiciones. Para Nagel, además debe haber ciertos “principios puente” que conectan una teoría a otra. El modelo de Nagel propone que estos principios puente (o leyes puente) deben expresar una relación nomológica entre cada aserción de la teoría reducida y una aserción en la teoría reductora. La propuesta de Nagel fue una de los primeros intentos de sistematizar el tema del reduccionismo en la filosofía de la ciencia.

Otro modelo sistemático es el de Kemeny y Oppenheim (1956). Según este, dadas dos teorías $T1$ y $T2$: $T2$ es reducido a $T1$ si todo lo que es explicable por $T2$, es igualmente explicable por $T1$. Es un criterio bien claro, sin embargo, enfrenta varias dificultades. El criterio sobre explicación no es el único relevante para una reducción. El criterio de explicación es central, pero además, para que una reducción de $T2$ a $T1$ sea el caso, debemos dar cuenta clara sobre la relación lógica entre ambas teorías, la situación nomológica, semántica, etc. Preguntas sobre la referencia de términos de $T2$ y de $T1$ se vuelven centrales, por ejemplo.

Como ya hemos dicho arriba, dentro de la concepción sintáctica de teorías, la estructura lógica de nuestras teorías es expresada mediante lógica proposicional de primer orden. Ahora vemos que para explicar qué es lo que ocurre en nuestras teorías cuando hay reducción, la lógica proposicional de primer orden es insuficiente. Es ahora cuando la concepción semántica entra al debate.

3. Las concepciones semánticas

Después de la “revuelta” historicista (que se debe a Hanson, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Laudan y otros), comenzaron a formarse nuevas concepciones, llamadas concepciones semánticas de teorías. (Patrick Suppes, Frederick Suppe, Bas van Fraassen, Ronald Giere, Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller, Wolfgang Balzer, Ulises Moulines y muchos otros) En aquellas concepciones, una teoría científica ya no es comprendida como un conjunto de enunciados inferencialmente conectados. Todas las concepciones encuentran su origen en el trabajo de Patrick Suppes (1957), donde expone lo que llama “predicado conjuntista” para la mecánica de Newton. En las concepciones semánticas, teorías científicas se identifican con modelos. El término modelo

se adapta de la teoría de modelos de la lógica formal, regresándose a la teoría de modelos como fue creada por Alfred Tarski y otros.

En las concepciones semánticas hay varias escuelas, todas comparten los supuestos básicos que parten de una aproximación lógica en términos de teoría de modelos en lugar de la lógica proposicional de primer orden. Dentro de las concepciones semánticas, destacan al menos dos por su sistematicidad y su abundancia con el formalismo: El así llamado “Partial-Structures-Approach” según Da Costa y French (1990, 2003) y el programa de la así llamada “Metateoría Estructuralista”, creado por Sneed (1979), Stegmüller (1973) y expuesto programáticamente en Balzer, Moulines, Sneed (1987).

3.1. La metateoría estructuralista

Las siguientes consideraciones comprenden las razones de cambiar de la concepción sintáctica a la concepción semántica de teorías, especialmente a la “metateoría estructuralista”, que se desarrolló en Munich con trabajos de Sneed, Stegmüller, Balzer, Moulines, y muchos otros durante los años setenta y ochenta del siglo veinte:

- a) Según la metateoría estructuralista, es más adecuado identificar las teorías a través de sus modelos que a través de sus enunciados. Para dar cuenta de nuestras intuiciones se refiere implícitamente a modelos, lo preferible es siempre dar el análisis metateórico exhaustivo en términos de modelos. Identificar teorías empíricas con sus modelos es menos artificial y por ende más adecuado que identificarlas con enunciados. Los mismos científicos construyen modelos y emplean un aparato matemático más amplio que la lógica proposicional.
- b) El aparato conceptual con el que se describen y determinan los modelos de datos es sólo parte del usado por la teoría. La determinación de los modelos de datos no puede depender de conceptos cuya aplicación presuponga la validez de la teoría. Los conceptos mediante los que se determinan los datos son pues previos, anteriores o no-teóricos en relación a la teoría para la que son datos. Los conceptos mediante los que la teoría explica o subsume esos datos son los conceptos propios o teóri-

cos en relación a la teoría. La distinción “teórico/no-teórico” es relativa a cada teoría.

En la metateoría estructuralista, la caracterización del componente formal debe hacer manifiesta la diferencia entre aparato meramente conceptual y aparato propiamente constrictivo. En cuanto al aparato conceptual, se debe hacer manifiesta la diferencia entre los conceptos previos, *T*-no teóricos, y los conceptos propios, *T*-teóricos. La parte aplicativa, los sistemas de datos, seleccionada intencional y paradigmáticamente y determinada *T*-no teóricamente, contribuye esencialmente a la determinación del significado empírico de los términos teóricos.

La metateoría estructuralista es una concepción modelo-teórica de teorías empíricas. Exposiciones canónicas se encuentran en Balzer, Moulines, Sneed (1987), y en Díez, Moulines (1997).¹ En esta concepción, las teorías empíricas son entendidas como entidades modelo-teóricas. Se caracterizan las teorías en términos de teoría de modelos, usando esta herramienta matemática. En esta concepción, una teoría empírica consiste de sus modelos, son secuencias de la siguiente forma:

$$\langle D_1 \dots, D_m, R_1 \dots, R_n \rangle$$

Las D_1 son los conjuntos básicos y las R_j son relaciones construidas sobre estos conjuntos. Los D_i contienen lo que se toma por la ontología de la teoría, los “objetos” que son asumidos como “reales” por la teoría. Los R_j son funciones. En teorías empíricas que hacen uso de herramientas cuantitativas, son normalmente funciones que proyectan objetos empíricos a los números reales. Una teoría empírica consiste de los siguientes conjuntos de modelos:

(a) La primera parte es el núcleo K , que consiste de la siguiente tupla: $K = \langle T, I \rangle$. El así llamado elemento teórico T es un conjunto de modelos que consiste de los conjuntos de los modelos potenciales M_p ,

¹ Esta concepción ha encontrado muchos seguidores afuera de Alemania, especialmente en Iberoamérica. Sólo para mencionar algunos: Pablo Lorenzano (Buenos Aires), Jose Díez (Barcelona), Xavier de Donato y José Luis Falguera (Santiago de Compostela), Adolfo García de la Sienna (Xalapa) y Mario Casanueva (México, D.F.), para solo mencionar algunos. En el 2012 salió la versión en castellano de “An Architectonic for Science”.

modelos parciales potenciales M_{pp} , modelos actuales M , condiciones de ligadura globales GC y vínculos inter-teóricos globales GL . Aparte de T , I es el conjunto de aplicaciones intencionales.

(b) Un elemento teórico T es a su vez una estructura compleja, tiene la forma de la siguiente quintupla:

$$\langle M_p, M_{pp}, M, GC, GL \rangle$$

El aparato técnico formal de la metateoría estructuralista se muestra como adecuado para dar más fuerza al realismo estructural. En lo que sigue, daré primero una elucidación informal de lo que significa cada parte de un elemento-teórico. Después se mostrará de qué manera se pueden modelar reducciones entre teorías empíricas.

El aparato conceptual de la metateoría estructuralista: Un conjunto de modelos potenciales (M_p) fija el marco conceptual general, dentro del cual se caracteriza un modelo actual de una teoría. Todas las entidades que se pueden subsumir bajo el mismo marco conceptual de una teoría dada son miembros de los conjuntos de modelos potenciales de esta teoría. Conjuntos de modelos parciales potenciales (M_{pp}) representan el marco conceptual de datos para la corroboración o refutación de una teoría. Los conceptos en M_{pp} se pueden determinar independientemente de T . Esto significa que términos que son teóricos en los conjuntos de modelos potenciales de una teoría se dejan afuera, dado que los M_{pp} son los modelos de datos. Los conjuntos de modelos que no sólo pertenecen al mismo marco conceptual, sino que también satisfacen las leyes de la misma teoría son los conjuntos de modelos actuales M . Dado que aplicaciones locales de una teoría se solapan en el espacio y en el tiempo, se requieren los conjuntos de condiciones de ligadura globales GC para caracterizarlo. Mediante esta herramienta se expresan los requisitos formales que restringen las componentes de un modelo en dependencia de otras componentes de otros modelos. Estas condiciones de ligadura expresan conexiones físicas entre diferentes aplicaciones de una misma teoría, son sus relaciones intra-teóricas. Los conjuntos de vínculos inter-teóricos globales GL representan las conexiones entre teorías diferentes, dado que ciertas entidades y leyes pueden ser parte de teorías empíricas diferentes.

En lo que sigue, expondré una parte de una reconstrucción estructuralista de la mecánica clásica de choques, contenida en Balzer, Moulines, Sneed (1987, pp. 26-27, 96-97). Esto con el fin de que el lector tenga un ejemplo claro de cómo se aplica la metateoría estructuralista en un caso concreto. Las colisiones se describen, marcando la velocidad de cada partícula antes y después de la colisión. Nada se dice sobre el fenómeno de la colisión en sí. En lo siguiente, se muestra la definición del modelo potencial M_p de este elemento teórico:

$M_p(MCC)$: x es una mecánica clásica de choque potencial ($x \in M_p(CCM)$) si y sólo si, hay: P, T, R, v, m , tal que:

- (1) $x = \langle P, T, R, v, m \rangle$,
- (2) P es un conjunto finito, no-vacío,
- (3) T contiene exactamente dos elementos ($T = \{t_1, t_2\}$),
- (4) $v : P \times T \rightarrow R^3$,
- (5) $m : P \rightarrow R^+$.

P es un conjunto de cuerpos discretos (partículas), T es un conjunto de instantes de tiempo. T contiene dos puntos del tiempo. La función v es la función de velocidad. Esta función asigna a cada partícula p en un punto de tiempo t_i su velocidad $v(p, t_i)$ como elemento del conjunto de números reales R^3 . La velocidad es una función vectorial que depende del tiempo, su co-dominio son los números reales. Esta función asigna un vector de tres componentes (para cada dirección en el espacio) a cada partícula en cada instante del tiempo. m es la función de masa. Esta función asigna a cada partícula su masa $m(p)$ que, según (5), debe ser positiva. La función de masa es una función escalar independiente del tiempo, su co-dominio son los números reales.

En la metateoría estructuralista, se asume que después de una reconstrucción lógica (con el aparato formal aquí introducido) de nuestras teorías empíricas, se obtiene como resultado, aparte de la estructura lógica compleja de la teoría, resultados sobre sus relaciones (los vínculos inter-teóricos) con otras teorías. Dentro de estas relaciones, se pueden identificar estructuras que aparecen en ambas teorías relacionadas. Los respectivos modelos potenciales de las teorías se pueden relacionar mediante tales relaciones. De esta manera, se puede hacer explícita la noción de reducción.

3.1.1. La diferencia en conceptos *t*-teóricos y conceptos *t*-no teóricos

La metateoría estructuralista propone un nuevo criterio de teoriedad, primero expuesto en Sneed (1979) y luego afinado en Balzer, Moulines, Sneed (1987):

Term *t* is *T*-theoretical if every *t*-determining model is a model of *T*. Or, in other words, if the set of all *t*-determining models is included in $M(T)$, or if any method of determination for *t* is contained in $M(T)$. The intuitive idea of theoreticity thus is the following. Term *t* being *T*-theoretical means that *t* can be determined only if *T*'s fundamental laws are presupposed. In other words: The determination of *t* only works in situations in which *T*'s fundamental laws are satisfied (Balzer, Moulines, Sneed, 1987, p. 65).

Este nuevo criterio, se asume, refleja de forma correcta la práctica real en las ciencias y abre la posibilidad de determinar teoriedad mediante relaciones inter-teóricas.

La relación con el reduccionismo es que la metateoría estructuralista presupone lo siguiente: mediante una formalización lógica se obtiene la estructura de una teoría de forma exhaustiva. Luego, si se llevan a cabo una cierta cantidad de reconstrucciones estructuralistas, se obtiene como resultado, aparte de la forma lógica, sus conexiones con otras teorías, es decir, se aclaran las relaciones inter-teóricas.² La reducción es una relación inter-teórica. Por ende, si se llevan a cabo ciertas reconstrucciones estructuralistas, se obtendrán resultados sobre el reduccionismo entre teorías empíricas.

Aproximándose con el método estructuralista, siempre es posible identificar relaciones entre teorías. Moulines (2011, pp. 3-4) se expresa de la siguiente manera sobre el enriquecimiento que proporciona la metateoría estructuralista con respecto a la modelación de cambio teórico como lo exponen los así llamados historicistas.

Aproximándose con el método estructuralista, siempre es posible identificar relaciones entre teorías. Moulines (2011, pp. 3-4) se expresa de la siguiente manera sobre el enriquecimiento que proporciona la metateoría estructuralista con respecto a la modelación de cambio teórico como lo exponen los así llamados historicistas:

² Así, se ha podido comprobar que las amenazas kuhnianas no son para tanto. Reconocido por Kuhn (1976). Incomensurabilidad, si es que haya, es siempre parcial y nunca total.

- (1) emergencia o cristalización de teorías,
- (2) evolución de teorías,
- (3) incorporación o incrustación de una teoría en otra,
- (4) suplantación de una teoría por otra acompañada de incommensurabilidad parcial.

El marco conceptual de la metateoría estructuralista ofrece muchos conceptos para modelar dichas relaciones inter-teóricas, como son los llamados “ligadura inter-teórica”, “especialización”, “reducción”, “red-teórica”, “holon-teórico”, etc. . . Especialmente Moulines (*ibid.*) propone cuatro tipos. Mostraré el caso de la “cristalización” como ejemplo:

Cristalización teórica:

Sean n redes teóricas N_1, \dots, N_n . Sea T_i^b el conjunto de los elementos teóricos básicos de cada N_i ($con // T_i^b // \geq 1$).

$\langle N_1, \dots, N_n \rangle$ es una cristalización teórica *sys*

- (1) Para todo $i < n : N_{i+1} \pi N_i$,
- (2) $\forall i, k (1 \leq i, k \leq n \wedge i \neq k \rightarrow T_i^b \neq T_k^b)$,
- (3) $\forall i (1 \leq i \leq n) : \exists k \exists k^* (T_k \in^{\wedge} N_i \wedge T_k \notin T_k^b \wedge T_{k^*} \in^{\wedge} N_{i+1} \wedge \forall x \in M_k \exists x^* \in M_{k^*} (x \eta x^*) \wedge I_k \cap I_{k^*} \neq \emptyset)$.

De acuerdo con esta definición, lo específico de una cristalización es que, en primer lugar, las redes sucesivas no son necesariamente arbóreas ni tienen necesariamente los mismos elementos teóricos básicos (aunque pueden compartir algunos de ellos); y en segundo lugar, que existen al menos algunos elementos teóricos no-básicos de una red precedente cuyos modelos son subestructuras parciales escalonadas (incluyendo posiblemente la identidad) de algún modelo de algún elemento teórico (básico o no) de la red inmediatamente posterior, y además de tal modo que comparten algunas aplicaciones intencionales. Turnemos ahora nuestra atención de regreso al concepto de reducción.

Las nociones que propone la metateoría estructuralista para modelar todas las relaciones inter e intra-teóricas son muchas veces complejas y llenas de formalismo. Sin embargo, pienso, es la única manera de

producir claros resultados sobre temas como el cambio teórico, muy específicamente, sobre el reduccionismo entre teorías. No es suficiente proporcionar solamente una descripción de las teorías empíricas en términos metafóricos y de lenguaje natural, como lo han hecho gente como Kuhn y Feyerabend. Sin reconstrucción lógica no se llega a resultados claros y objetivamente revisables, a una especie de progreso en la filosofía, para hablar con Carnap.

3.1.2. La reducción

En la metateoría estructuralista se han discutido y propuesto distintos conceptos de reducción. Para el fin de este capítulo, basta exponer dos tipos de reducción que se han elaborado. El primero es el que exponen Díez y Moulines (1997) y el segundo el de Moulines (2006).

Siguiendo a Díez y Moulines (pp. 392), como ejemplos de reducción ampliamente aceptados cuentan:

- a) La reducción de la mecánica del choque a la mecánica de partículas;
- b) De la mecánica del sólido rígido a la mecánica de partículas;
- c) De la teoría de los gases ideales a la teoría cinética;
- d) De la electrostática a la electrodinámica;
- e) De la genética mendeliana a la biología molecular.

Yo quiero añadir otro caso: La reducción de la teoría lingüística (especialmente la sintaxis) de Bloomfield a la reducción de la lingüística de Harris.³

El criterio formal para una reducción (Díez y Moulines, 1997, p. 395) es definido de la siguiente manera:

Sean $M_p(T)$, $M(T)$, $I(T)$, respectivamente, los conjuntos de modelos potenciales, modelos actuales y aplicaciones intencionales de T , y análogamente $M_p(T^*)$, $M(T^*)$, $I(T^*)$, respecto de T^* . T es reducible a T^* si y sólo si existe una relación ρ tal que:

- (1) $\rho M_p(T) \times M_p(T^*)$;
- (2) $x, x^* (< x, x^* > \rho x^* M(T^*) x M(T))$;
- (3) $y(y I(T) y^* (< y, y^* > \rho_e y^* I(T^*) (y^* r[M(T^*)] y r[M(T)])))$.

³ Véase Meier (2011) para una discusión.

Informalmente, las tres condiciones expresan lo siguiente: (1) establece que ambas teorías están conectadas a través de sus marcos conceptuales. En (2) se expresa que las leyes de T deben ser derivables de las leyes de T^* . En (3), se establece que las aplicaciones exitosas de ambas teorías deben ser preservadas. La relación para el nivel no-teórico de las teorías es denotada por ρ_e .

En Moulines (2006, p. 320)⁴, se propone el siguiente criterio para que se pueda dar una reducción:

Para clases A y B , A es reducible a B , si hay teoría T , T' tal que:

- (R1) A aparece como dominio básico en los modelos de T ;
- (R2) B aparece como dominio básico en los modelos de T' ;
- (R3) El campo de experiencia F subsumido en T es un subcampo propio del campo correspondiente a T' ;
- (R4) Hay un vínculo ontológico reductivo entre T y T' . Este relaciona A a B_1, \dots, B_n ;
- (R5) T es nomológicamente reducible a T' .

Este criterio para la reducción es igualmente enfocado a que la reducción se lleve a cabo a través de teorías empíricas. Sin embargo, tiene un carácter más general. Y en (R5) se hace enfoque en que las leyes fundamentales sean reducibles de T a T^* , exigencia central para la reducción de teorías.

4. Ladyman, la Primacía de la Física y el Reduccionismo

El naturalismo de Ladyman y Ross (2007) incluye un criterio reduccionista que quiero discutir en esta parte. Es el siguiente principio, llamado “Restricción por la primacía de la física”. Se formula de la siguiente forma (p. 44):

Hipótesis de las ciencias especiales que están en conflicto con la física fundamental, o con el consenso que hay en la física fundamental, deberían ser rechazadas por esta sola razón. Hipótesis de la física fundamental no son simétricamente susceptibles a las conclusiones de las ciencias especiales.

⁴ Traducido del original en inglés.

Este es un principio regulador en la ciencia actual y debería ser respetado por metafísicos naturalistas, exigen Ladyman y Ross. Es fácil de ver que aquella restricción mencionada implica una especie de reduccionismo.

Pienso que es razonable pensar que la física tiene una especie de “primacía” sobre otras ciencias. Sin embargo, es una tesis no corroborada con el detalle suficiente, creo. Pero al menos se puede acertar de manera parcial. Se debe entender este principio de Ladyman como principio heurístico-pragmático: Ciertos conceptos de ciertas ciencias más especializadas como la lingüística o la biología son de facto reducibles a conceptos de la física y que, tiene sentido pensar que cuando los biólogos cambian sus entidades en una teoría, esto no tiene un efecto hacia la física. Sin embargo (asimétricamente), cuando los físicos cambian las entidades de sus teorías, como de la mecánica clásica a la mecánica relativista, esto tampoco no se ve directamente en la biología, pero puede efectuar todo nuestro esquema conceptual de todas las ciencias, ya que conceptos tan básicos como masa, tiempo y fuerza cambian su valor semántico.

Hay que mencionar que afirmar la reducción de un concepto es la aproximación equivocada, dado que los conceptos siempre son parte de una teoría científica, donde ocurren de cierta forma, refieren y se comportan semántica y sintácticamente de cierta manera.

Por esto mismo, la reducción en filosofía de la ciencia sólo tiene caso si se aplica a relaciones inter-teóricas basadas en reconstrucciones lógicas de nuestras teorías científicas y por ello creo que la propuesta de Ladyman no es polémica. Se debe ver como un principio heurístico-pragmático “guiador” para el filósofo científico.

5. Conclusión

Hemos visto varios conceptos de reducción. Primero, expuse la concepción sintáctica y sus criterios de reducción para luego introducir las concepciones semánticas. Me concentré a la exposición de los conceptos centrales de la metateoría estructuralista y mostré qué se entiende por una reducción en aquella concepción. Expuse dos criterios de reducción de la metateoría estructuralista. Luego, discutí el principio de la primacía de la física de Ladyman.

Quiero concluir que el reduccionismo en filosofía de la ciencia es un fenómeno sumamente complejo. Por ello, pienso que la manera adecuada de hablar sobre reduccionismo en filosofía de la ciencia es enfocándose a teorías empíricas concretas, reconstruirlas lógicamente y mostrar formalmente cómo es que una teoría es reducible a otra teoría, o no. Además, pienso que es correcto el principio de Ladyman y que debe ser afirmado. Esto se puede justificar refiriendo al enorme éxito de la física durante los últimos siglos. Ninguna ciencia se ha desarrollado tan exitosamente como la física, y ninguna ciencia trata de las entidades básicas de las que está compuesto el universo. El reduccionismo es un tema de mucho cuidado, y si es que sea posible su afirmación, debe ser siempre basado en casos concretos. El Reduccionismo es un fenómeno parcial, y no total.

Referencias

- Balzer, W. C. U. Moulines y J. Sneed, 1987, *An Architectonic for Science*, Reidel, Dordrecht.
- Balzer, W. y C. U. Moulines (ed.), 1996 *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*, De Gruyter, Berlín.
- Carnap, R., 1956, "The Methodological Character of Theoretical Concepts", en Feigl y Scriven (eds.) 1956.
- Da Costa, N. C. A. y S. French, 1990 "The Model-Theoretic Approach in the Philosophy of Science", *Philosophy of Science*, vol. 57, pp. 248-65.
- , 2003 *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*, *Oxford Studies in Philosophy of Science*, Oxford University Press, Oxford.
- Díez, J. y C. U. Moulines, 1997, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ariel, Barcelona.
- Feigl, H. y M. Scriven, 1956, *The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis*, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 1, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Kuhn, T., 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago.
- , 1976, "Theory-Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", *Erkenntnis* no. 10, pp. 179-99.
- Ladyman, J., D. Ross, D. Spurrett y J. Collier, 2007, *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, Oxford University Press, Oxford.
- Kemeny, J. y P. Oppenheim, 1956, "On Reduction", *Philosophical Studies* no. 7, pp. 6-18.

- Meier, T, 2011, *Eine strukturalistische Rekonstruktion von Bloomfields struktureller Linguistik*, Tesis de Maestría no publicada, LMU Munich.
- Moulines, C.U., 2011, “Cuatro tipos de desarrollo teórico en las ciencias empíricas”, *Metatheoria, Revista de Filosofía e Historia de la Ciencia*, vol. 1.
- Nagel, E., 1961, *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Routledge & Kegan Paul, Londres.
- Sneed, J. D., 1979, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Reidel, Dordrecht.
- Stegmüller, W., 1973, *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*. Band II. Theorie und Erfahrung, Zweiter Halbband, Theorienstrukturen und Theoriendynamik, Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- , 1979, *The Structuralist View of Theories*, Springer, Berlin/Heidelberg/New York.

Recibido: 30 de julio.
Aceptado: 21 de agosto.