
LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS NACEN
COMO RESPUESTA A PROBLEMAS
DE LA EXPERIENCIA.
UNA OBJECCIÓN
A PAUL THOMPSON¹

DANIEL BLANCO

ABSTRACT. This paper is about Paul Thompson's position regarding the way in which the identity of scientific theories is determined, that is, excluding from the explication the intended applications of the community of users. Following this presentation, it shows how the inclusion of this set of applications in the theory identity, as recommended by the structuralist view of scientific theories, not only does not bear the problems Thompson wished to avoid, but also allows to see certain diachronic aspects of the theory that otherwise would go unnoticed.

KEY WORDS. Adams, Structuralist view of theories, domain of application, Semanticism, theory explication, theory identity, theory of evolution, Paul Thompson.

1. INTRODUCCIÓN

En 1987, la revista *Biology and Philosophy* dedicó casi todo un número a discutir, según se anunciara, cuál sería la mejor aproximación metateórica a adoptar para emprender la reconstrucción de la teoría de la evolución. El intercambio se desvió hacia una arena más genérica: se terminó discutiendo fue cuál sería el camino más adecuado para reconstruir una teoría científica particular cualquiera. Las posiciones defendidas fueron:

1. La perspectiva enunciativista clásica, propia de lo que Putnam (1962) denominó "concepción heredada", representada en esta discusión prominentemente por Sloep y van der Steen (1987b).
2. La concepción semanticista, representada en esta discusión por Beatty (1987); Lloyd (1987), y Thompson (1987).
3. Una supuesta tercera opción, representada por Sloep y van der Steen (1987a).

CONICET, UNQ, UNTREF. Derqui 2330 (3000) Santa Fe, Provincia de Santa Fe, Argentina. / dblanco@unl.edu.ar

Prácticamente todos los autores citan como los antecedentes más pertinentes para la discusión a Beatty (1980; 1981); Lloyd, (1984); Thompson (1983a; 1983b; 1986) y Williams, (1970; 1973).

Años después de ese intercambio, Marc Ereshefsky retomó la discusión tomando posición al respecto (que resultaba crítica respecto del semanticismo), procurando sin mucho éxito reavivar la polémica (Ereshefsky 1991). Más recientemente, Paul Thompson recicló sus argumentos (2007).

Una de las virtudes del texto de Ereshefsky es que resume muy bien las problemáticas mencionadas en esta discusión de las que supuestamente el semanticismo (prominentemente, según Thompson) nos viene a rescatar (Ereshefsky 1991, 60). Sucintamente, el semanticismo —y no así la concepción enunciativista— puede contrarrestar y/o dar cuenta de las siguientes características de la teoría de la evolución: (1) su supuesta ausencia de leyes, lo cual, si tal cosa es esencial de las teorías científicas, sería una buena razón para desestimarla como tal (aquí aparece John Beatty); (2) el que esta teoría en realidad esté constituida por una pluralidad de constructos teóricos; (3) la interdisciplinariedad de disciplinas involucradas en teorías afines a ella, tal como la sociobiología, y (4) el que los modelos matemáticos relativos a esta teoría son elaborados por los biólogos *antes* de pensar en sus aplicaciones. Si bien todos los puntos en discusión resultan interesantes, aquí diremos muy poco sobre (1) y nada sobre (2) y (3), para concentrar principalmente nuestra atención en (4).

Así, concretamente, daremos tratamiento y revisión crítica de apenas uno de los argumentos esgrimidos por Thompson a favor del semanticismo (en contraste con la perspectiva enunciativista) y que es además el más recurrente, puesto que aparece en todos los escritos en los que aborda esta temática, incluyendo esta última producción. Me refiero, concretamente, al lugar que ocupan —en realidad, y de acuerdo con Thompson, al lugar que *no* ocupan— las aplicaciones pretendidas concretas de una teoría en la estructura que nos permitiría identificarla.

2. PRESENTACIÓN DE LA DISCUSIÓN

2.1. LA DISCUSIÓN HACIA 1987

La posición de Thompson sobre estas cuestiones aparece bien resumida en el prólogo de *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, de Frederick Suppe:

En su trabajo de 1985, Thompson aborda las controversias en torno a la contrastabilidad de las teorías sociobiológicas, argumentando que “una concepción semántica de las teorías provee un análisis más completo” [...] que la ofrecida por la Concepción Heredada, debido a que la Concepción Semántica “representa de manera más precisa la relación entre una teoría y los fenómenos” (Suppe 1989, 19).

En un texto previo al referido en la cita anterior, Thompson menciona una ventaja adicional, esta vez de índole más bien pragmática, y siempre pensando en teorías afines a la teoría de la evolución:

La ventaja más significativa de la concepción semántica es que se corresponde de manera bastante natural con las formas en las que los biólogos exponen, emplean y exploran las teorías [...] [La caracterización semántica de las teorías] es más fiel a la práctica usual en la investigación fundamental que se da en las ciencias que la imagen convencional de una teoría axiomática parcialmente interpretada (Thompson 1983b, 229).

Más tarde, en el marco de la discusión de 1987, Thompson citará para apoyar esta misma idea al influyente genetista Richard Lewontin cuando dice:

Las teorías no son un intento de decir como el mundo es. Más bien constituyen un intento de construir relaciones lógicas que surgen de varios supuestos acerca del mundo. Es un conjunto de enunciados condicionales “como si...” (Lewontin 1974).

Thompson sostiene que, si Lewontin está en lo correcto, la concepción semántica refleja mejor la forma en la que los biólogos ven a las teorías de las que son usuarios. De este modo, los científicos verían en las reconstrucciones semanticistas representaciones más acordes con las teorías con las que están familiarizados: Así como los biólogos no tienen en cuenta aplicaciones para sus modelos matemáticos a la hora de su construcción, la concepción semanticista no tiene en cuenta las aplicaciones de sus teorías a la hora de la axiomatización.

Para la tesis de Thompson, este enfoque tiene un valor adicional. Si fuera de otro modo, estaríamos frente a continuas revoluciones kuhnianas dado que el conjunto de fenómenos a las que se procura aplicar una y la misma teoría no tiene extensión fija. Sobre esto, cabe aclarar que Thompson sí reconoce que las teorías científicas son aplicadas con referencia a cuestiones fenoménicas. Concedería por ello que tales teorías (entidades formales) dicen algo respecto del comportamiento de cierta porción del mundo. Eso está fuera de controversia. Lo único que quiere sostener (y nosotros, criticar) es que las aplicaciones pretendidas (que conforman un conjunto distinguible de las aserciones empíricas concretas) no son parte de la identidad de estas teorías ². Dice Thompson:

Sostengo que la concepción semántica representa mejor que la concepción heredada la complejidad y la dificultad involucradas en afirmar el ajuste entre la teoría y los fenómenos. [Pero] a diferencia de la concepción heredada, la especificación del dominio de aplicación *no es* parte de la teoría (Thompson 1987, 28, énfasis nuestro).

En respuesta, Sloep y van der Steen argumentaron que en realidad Lewontin simplemente está tratando aquí lo dificultosa que resulta la contrastabilidad de las teorías en el ámbito de la biología evolutiva y/o de la sociobiología. El problema de la permanencia de una teoría, a pesar de un resultado negativo a la hora de la contrastación, es considerado por Thompson como una consecuencia de su carencia de contenido empírico.

Así, Thompson prefiere el enfoque semanticista debido a que contempla sin obstáculos la permanencia de teorías consideradas refutadas en al menos ciertos ámbitos. Esto será posible, de acuerdo con él, siempre que la perspectiva escogida no proponga al dominio de aplicación empírico como parte de la identidad de la teoría. Por ejemplo —para mencionar el caso más citado en el intercambio— ciertas teorías sociobiológicas han sido corroboradas y virtualmente aceptadas por la comunidad científica para explicar ciertas conductas propias de los insectos sociales. Al mismo tiempo, se las considera controversiales cuando no falsas en otros. El que la inadecuación empírica de la teoría restrinja el dominio de su aplicación en lugar de falsarla (los contraejemplos simplemente no se ven como “casos” de la teoría) apoyaría, según Thompson, la decisión de no involucrar al dominio de aplicación al procurar establecer la identidad de la teoría ³.

Tanto Thompson como Beatty sostienen que ante la falla en la aplicación de una teoría a un sistema empírico particular cualquiera, la teoría quedaría refutada según la concepción heredada, mientras que para el semanticismo “sólo” se habría fallado en la aplicación de turno, es decir, aquella donde se realizó la contrastación, con resultados negativos.

En respuesta a esto, Sloep y van der Steen postulan que también la concepción heredada podría solucionar las fallas en la aplicación sin por eso obligarnos a rechazar la teoría (por ejemplo, restringiendo los conceptos que aparecen en las leyes; así, si una ley que predicaba algo sobre los vertebrados tiene problemas en su aplicación a éstos salvo al grupo de las aves, entonces bastará con remplazar “vertebrados” por “aves”). De este modo, incluso aceptando la problemática descrita por Thompson y Beatty, rechazaron la posibilidad de que el semanticismo sea especialmente fructífero a la hora de sortearla.

2.2. EL ARTÍCULO DE 2007

El texto de 2007, por su parte, comienza de manera similar a otros trabajos de Thompson. Nos recuerda el fracaso de la concepción clásica en revelar la naturaleza de las teorías científicas, subrayando inmediatamente que quizás el principal bemol del programa carnapiano se debiera al empleo de las así llamadas “reglas de correspondencia” ⁴, esos enunciados-puente entre los términos teóricos y los observacionales, que resultaban clave para determinar la adecuación empírica de una teoría particular cualquiera. En su momento, continúa Thompson, esta concepción ejerció su influencia

sobre Joseph Woodger (1932; 1939), Conrad Waddington (1968-1972), Michael Ruse (1973), David Hull y Alexander Rosenberg ⁵ (1985).

Por otra parte, la reconstrucción de las teorías científicas por medio de predicados conjuntistas continúa con el espíritu formalizador clásico, pero admite, a diferencia de aquél, un compromiso momentáneo más que “de una vez por todas” para con interpretaciones particulares.

Otra vez, el punto que Thompson quiere subrayar es que la identidad de una teoría científica particular se captura sólo y exclusivamente mediante estos modelos abstractos, de modo que la teoría puede identificarse sin atender a los fenómenos empíricos a los cuales se la aplica. Siempre hay que recordar que lo que pretende obtener con esto es convencernos respecto de las virtudes del semanticismo: Que las leyes de una teoría no describan el comportamiento de los objetos del mundo, sino que especifiquen más bien la conducta de un sistema abstracto, nos priva —felizmente— de los efectos no deseados que la concepción clásica debió enfrentar (sin éxito).

Por supuesto, Thompson admite que la aplicación pretendida de una teoría a uno o varios sistemas empíricos es una característica importante de la teoría en sí (Thompson 2007, 502-503), pero hasta allí llega su compromiso con estos elementos; no considera que la captura de tales sistemas sea algo que deba preocuparnos a la hora de la reconstrucción elucidatoria. Tanto la determinación del dominio de aplicación, como las aserciones relativas a los lugares que resultan comportarse como la teoría predice, son elementos extrateóricos y, como tales, deben desestimarse a la hora de ofrecer una reconstrucción que individualice la teoría en estudio. Esta postura —insiste Thompson— se distancia de la perspectiva del empirismo lógico, según la cual, las reglas de correspondencia eran parte esencial de la teoría al vincular el sistema formal con el mundo fenoménico. Dicho con sus palabras:

En la concepción heredada, las leyes son enunciados que describen la conducta de las entidades del mundo. En la concepción semántica, las leyes son descripciones matemáticas de la conducta de sistemas de entidades matemáticas (Thompson 2007, 499).

Por último, la segunda parte del artículo está dedicada a mostrar a la teoría de la evolución como un compuesto integrado de “subteorías” (ibid., 503). En sus primeros escritos (en especial en [Thompson 1989]), nos habló de la teoría de la selección natural (en adelante, TSN), la teoría de genética de poblaciones y la teoría ecológica. Ahora cree que se debería incluir también a la teoría del desarrollo, a la teoría celular y a la teoría de la biología molecular, aunque se limita a dar los primeros esbozos de una formalización de las tres primeras teorías: para la TSN sigue el trabajo de Mary

Williams; para la genética de poblaciones trabaja sobre perturbaciones al principio de Hardy y Weimberg, en particular la dinámica hereditaria de los trabajos de John Haldane, Ronald Fisher y Sewall Wright; y finalmente, para la teoría ecológica parte de factores maltusianos de densidad poblacional a los que va agregando parámetros que actúan como restricciones tales como interacciones depredador-presa, manejo de recursos, competencia, etc.

La adecuación o incluso la pertinencia de esta presentación no es algo que nos interesa evaluar en este trabajo. Como ya dijimos, estamos más bien abocados a evaluar los dichos de Thompson acerca del protagonismo, o, en verdad, acerca del no protagonismo, del dominio de aplicación de una teoría al momento de individualizarla.

3. TOMA DE POSICIÓN A LA LUZ DEL ESTRUCTURALISMO

3.1. REACCIÓN EXTREMA A UN PROBLEMA GENUINO

Existe, en el marco de las teorías semanticistas, un enfoque que podría dar cuenta de los problemas denunciados por Thompson, pero asumiendo una posición opuesta respecto de la importancia que tienen las aplicaciones pretendidas en la identidad de la teoría. Me refiero a la concepción estructuralista de las teorías científicas ⁶.

Efectivamente, la posición de Thompson es extrema. Nadie niega que, a su modo, la concepción heredada de hecho trataba de responder a la forma en la que las teorías se relacionan con los fenómenos. Juzgada inadecuada la alternativa clásica, se nos propone abandonar todo intento por aludir explícitamente al conjunto de aplicaciones de la teoría a la hora de la reconstrucción. Como bien explica Ereshefsky, Thompson sugiere que la mejor forma de evitarse las complejidades asociadas con las reglas de correspondencia es evitar los procedimientos de aplicación (Ereshefsky 1991, 75).

Aquí consideramos inadecuada a esta solución debido principalmente a que se cimienta en una intuición, a nuestro juicio, equívoca, y a la que ya hemos hecho alusión: que *qua* filósofos de la ciencia hacemos bien en no hacer mención a la experiencia en nuestras elucidaciones teóricas en tanto y en cuanto los científicos tampoco la tienen en cuenta a la hora de teorizar.

Simplemente no creemos que sea defendible que los científicos elaboren teorías sin pensar en aplicaciones concretas (es decir, que lo hagan del modo en que los matemáticos hacen sus modelizaciones, esto es, sin tener en mente contacto alguno entre tal modelización y la experiencia). A nuestro juicio, sostener justamente lo contrario parece ser intuitivamente más adecuado: cuando los científicos construyen teorías tienen en mente aplicaciones (de hecho, las teorías nacen como una respuesta a problemas

de la experiencia; son esfuerzos para satisfacer nuestra curiosidad respecto del comportamiento de ciertas “parcelas del mundo”). Si esto es acertado, si las teorías científicas efectivamente se desean aplicar empíricamente a determinados dominios desde el comienzo, entonces, ¿por qué no ir hasta el final y hacer de este componente intencional uno intrínseco a ellas? Esta es la intuición que a uno le gustaría conservar, y que se perdería si hemos de seguir a Thompson.

Esto no quita que efectivamente pensamos que es atinado distinguir entre la porción formal, es decir, la estructura matemática, y la porción aplicativa (de clara naturaleza pragmática) de la teoría (ver Manhart 2000), aunque eso no nos obliga a concluir que esta última no tiene nada que decir respecto de su identidad.

Por ello creemos que Thompson está defendiendo el lado correcto por motivos equivocados. En lo que sigue, veremos brevemente cómo es que se lidia con esta cuestión desde el estructuralismo metateórico y esbozaremos cuál sería su utilidad concreta a la hora de analizar la teoría de la evolución.

3.2. LA RELEVANCIA DE LAS APLICACIONES PRETENDIDAS

Para la segunda mitad de la década de 1980, el estructuralismo había llegado a una relativa madurez en la presentación de su instrumental. Sin embargo, esta alternativa fue completamente ignorada *ex profeso* en la discusión. Thompson no da mayores explicaciones para esto que la que aparece en su libro de 1989:

Durante la década de 1970 un gran número de filósofos desde varias perspectivas defendieron y abogaron a favor de la concepción semántica. [...] No discutimos aquí la aproximación estructuralista de Stegmüller. [...] He decidido no discutir esta perspectiva mayormente porque es sustantivamente diferente en carácter, como en sus motivaciones [en relación con] las discusiones que han sido dominantes en el contexto de la biología. Esta es la razón por la que la concepción estructuralista se habría mantenido muy al margen, puesto que no juega papel alguno en las discusiones que tienen lugar en los capítulos [subsiguientes] (Thompson 1989, 70).

Esta deliberada omisión de Thompson es el problema más relevante, puesto que es justamente el estructuralismo la concepción que elude el problema que acuciaba a la concepción heredada (que es lo que Thompson teme) sin asumir la postura extrema de excluir de las características distintivas de las teorías *empíricas* a su dominio de aplicación intencional⁷.

Por el contrario, y como es bien sabido, desde el estructuralismo se defiende que parte sustantiva de la individualización de una teoría consiste en la identificación de los fenómenos a los que pretende aplicarse⁸.

Esto es herencia del aporte de Ernest Wilcox Adams (1926-2009), un alumno de Patrick Suppes (en verdad, el primer doctorando que fuera a formarse bajo su dirección [Suppes 1994a, 201; 1994b, 5]). Fue él quien sugirió que en realidad la reconstrucción de las teorías científicas debería incluir (y esto de manera esencial) la presentación de las entidades a las que la comunidad científica pretende aplicarlas. Dice Adams:

(Propongo) una revisión del concepto de teoría que ha sido asumida tácitamente hasta ahora, esto es, que una teoría [...] es simplemente un predicado conjuntista definido por sus axiomas [...]

Debe haber alguna clase de referencia que exceda a los axiomas mismos y que se extienda a las “cosas” que se suponen que describen, o a las observaciones acerca de aquellos objetos. Hemos escogido aproximarnos a esto a partir de la noción de *interpretación pretendida* o *modelo pretendido* de la teoría. Hablando de manera muy aproximada, un modelo pretendido de una teoría es cualquier sistema del que, por una razón u otra, se demanda que se ajuste a los modelos.

En general, habrá un gran número de sistemas que satisfacen los axiomas de una teoría, pero para las teorías de la ciencia empírica, usualmente sólo unos pocos de ellos serán aplicaciones o modelos pretendidos [...]

Los axiomas o la teoría son juzgadas como verdaderas o falsas dependiendo de si los modelos pretendidos satisfacen los axiomas o no.

Si la verdad y la falsedad han de ser definidas, hemos visto que dos aspectos de una teoría deben ser tenidos en cuenta: primero, el aspecto formal, que corresponde al predicado conjuntista definido por los axiomas [...] y, segundo, el aspecto aplicativo, que corresponde al conjunto de modelos pretendidos (Adams 1959, 257-259, énfasis del autor).

Lo satisfactorio de seguir a Adams en esto de incluir la determinación de estas parcelas particulares en la reconstrucción es que no provoca los problemas que aquejaron a la concepción heredada y que justificadamente inquietan a Thompson.

Pero hacerlo no sólo no ocasiona los problemas temidos, sino que incluso nos ahorra incurrir en otros, como la adopción de los extremos relacionados con aplicaciones que en verdad no son pretendidas por la comunidad científica: (1) O bien pensar en entidades no empíricas, o (2) pensar en entidades que si bien pueden ser empíricas, no constituyan el “blanco” de la teoría para los científicos que la usan. Al respecto, nos advierte Stegmüller:

El conjunto [de aplicaciones pretendidas] *debe formar parte del aparato teórico*. Si no fuera así, podría ocurrir que al final no pudiéramos resistirnos a la tentación de la “aplicación cósmica” (Stegmüller 1981, 67, énfasis nuestro).

Dado que el formalismo es compatible con más lecturas que las que tienen en mente sus usuarios, es relevante para una individualización más precisa de la teoría, el señalamiento de a qué se pretende aplicarla ⁹.

A su tiempo, y esto también es historia conocida, Joseph Sneed tomó estas “aplicaciones pretendidas” de las que hablara Adams y las identificó como un subconjunto del vocabulario T-no teórico de la teoría en cuestión (en terminología estructuralista, los términos T-no teóricos constituyen el conjunto de los Modelos Potenciales Parciales de T, $M_{pp}[T]$). Con esto se garantizaba que las teorías pretendan dar cuenta de estructuras que son descritas a través de conceptos determinables por otras teorías (o por “el mundo”, o por “lo que constituye el mundo para la teoría”, si lo prefiere el lector), y no por ella misma (Sneed 1971).

$I[T] \subseteq M_{pp}[T]$; donde $I[T]$ es el conjunto de aplicaciones pretendidas de T

De esta forma se explicita lo que para Thompson debía quedar implícito: que las teorías científicas cuentan con ciertas aplicaciones empíricas concretas y definitivamente no cuentan con aplicaciones abstractas (posibles, pero no deseadas) ni con cualquier aplicación empírica concebible. Una vez sumado este trabajo al esfuerzo reconstructivo, podremos especificar qué parte del “mundo” es la que la teoría dice que se comporta de determinada manera.

Hasta aquí la discusión parece seguir concentrada en lucubraciones *a priori*. Sin embargo, en esta instancia conviene recordar que Sneed propone estas distinciones justo antes de aplicar su propuesta al caso concreto de la reconstrucción de la teoría de la mecánica clásica de partículas. En los años siguientes el programa estructuralista ha mostrado su fecundidad al aplicarse su arsenal instrumental a numerosas otras teorías provenientes de distintos ámbitos disciplinarios, en una tendencia creciente que continúa hasta hoy.

3.3. OTRAS VENTAJAS DE ESTA PERSPECTIVA

Como dijimos, con este aporte no se cae en la dificultad que Thompson teme: el que la teoría pueda verse afectada —como en principio sucedería, según él, desde la perspectiva clásica— por evidencia refutatoria. Dado que la extensión de este conjunto de aplicaciones se determina intencional y —como dijimos— pragmáticamente (también paradigmáticamente, pero no abundaremos sobre ello aquí), lo que obtenemos no es un conjunto de extensión fija y determinada, dada de una vez y para siempre, sino más bien un conjunto abierto del cual pueden salir y entrar elementos conforme a los dictados de la comunidad científica. Merced también a ello, este componente rehuye de la formalización.

Pero no sólo no se cae en el problema aludido, sino que obtenemos una ventaja adicional. Al decir de Stegmüller:

Hemos elaborado un nuevo concepto de teoría que no sólo permite superar las dificultades a que se veía abocada la “concepción lingüística”, que entendía una

teoría como un conjunto de enunciados, sino que permite una mayor comprensión de los fenómenos históricos descritos por Kuhn. Esta fue y es, muy brevemente, la postura de los nuevos formalistas que conciben una teoría científica como constituida básicamente por dos conjuntos de modelos: el que representa la estructura matemática de la teoría y el campo de aplicaciones empíricas de la teoría (Stegmüller 1981).

Dado que reconocemos en este otro componente, y como dijimos, un conjunto abierto o de fronteras imprecisas y/o móviles, su extensión puede variar y de hecho varía (o bien por empobrecimiento o por enriquecimiento) a lo largo de la existencia de una teoría particular cualquiera.

El nuevo enfoque ofrece mejores instrumentos que el enunciativo para analizar cambios transtemporales en las teorías, y la inclusión del conjunto I se muestra solidaria con esta empresa:

La mayor flexibilidad en su capacidad de permitir más y mejores diferenciaciones al facilitar nuestra comprensión tanto de los aspectos estático-semánticos como dinámico-históricos [...] de ese modo se realizan más fácilmente transiciones espontáneas a pragmatizaciones y se abre el camino a una pragmática sistemática que se necesita con urgencia (Stegmüller 1981, 114).

De este modo, somos capaces de capturar aspectos de la evolución (o desarrollo) de la teoría que de otro modo habríamos ignorado o simplemente aceptado tácita e implícitamente.

Notemos por ejemplo cómo podría emplearse esta herramienta en el caso concreto de la TSN.

4. LA TSN: UNA ENTIDAD CAMBIANTE Y PERSISTENTE

Las teorías se ven afectadas por el uso que hacemos de ellas. Con todo, los cambios en la extensión del conjunto de aplicaciones propuestas no implican necesariamente un cambio de teoría siempre y cuando ciertas fronteras se mantengan fijas (Stegmüller 1975; 1981, 69). De este modo, que el campo de aplicaciones pretendidas sea parte de la caracterización de una teoría no implica la rigidez temida por Thompson y todas sus consecuencias indeseables que con razón procuraba sortear.

La teoría de la evolución y más específicamente la TSN, que gatillara la preocupación inicial de este grupo, permite justamente acreditar modificaciones ya sea por desalojo de elementos o por incorporación de nuevos. Enfrentado con estos casos uno no se ve tentado a pensar con seriedad que no se está frente a la misma teoría, manteniendo la intuición de todos los involucrados en la discusión. Pero, a la vez, sostenemos que la explicitación de estos elementos constituye parte de la “personalidad” o, si se prefiere, la “esencia” de la teoría. Como afirmamos en el apartado anterior, tal cosa no sólo no tiene costos metateóricos ni atenta contra la intuición,

sino que también nos confiere la utilidad adicional de permitirnos precisar ciertas situaciones señaladas por Kuhn que de otro modo quedarían fuera del análisis reconstructivo ¹⁰.

En el caso de la TSN, y como suele suceder con otras teorías, tenemos detección de nuevas aplicaciones de casos ya tipificados, pérdidas del mismo tipo, y también nuevas “ejemplarizaciones” (en general por adición de nuevos elementos teóricos). Entrarían aquí, por ejemplo, los ejemplares de rasgos comportamentales precópula y poscópula que si bien tienen indiscutiblemente que ver con la teoría de la selección sexual, no se ajustan a los casos contemplados originalmente por Charles Darwin o Alfred Wallace.

También es interesante notar las discusiones que se dieron al respecto en el periodo inicial de la teoría por parte de sus propios fundadores o descubridores. Así, es posible que diferentes personas que utilizan una misma teoría puedan tener diferente información respecto de los miembros de este conjunto y aquí podemos pensar en la discusión entre Darwin y Wallace respecto del alcance de la TSN como un todo o de (en terminología estructuralista) elementos teóricos especializados como la teoría de la selección sexual y lo que Endler (1986) denomina teoría de la selección natural *restringida*.

En la modificación más drástica que puede darse en este ámbito, al parecer tenemos también falsaciones de algún ejemplo paradigmático, como el caso del valor selectivo (sexualmente hablando) de las plumas de la cola del pavo real ¹¹ (*Pavo cristatus*) (Takahashi, et al. 2008). Pero incluso en este caso concreto, la teoría permanece como “la misma cosa ¹²”.

5. CONCLUSIONES

(1) Estamos, en espíritu, del lado de Thompson en la discusión aludida: creemos que la perspectiva semanticista es preferible a la sintacticista a la hora de reconstruir teorías. Este trabajo no ha dado razones para justificar esta inclinación porque nuestro objetivo era más acotado, esto es, mostrar por qué razones no estamos con Thompson a la letra. Pensamos que este autor hace lo correcto esgrimiendo un motivo equivocado: el que se incluya al conjunto de aplicaciones propuestas de la teoría en su reconstrucción, no la vuelve susceptible de caer en las mismas problemáticas en las que supuestamente incurren las reconstrucciones clásicas. Así, debemos distinguir entre la no inclusión de las aplicaciones en el núcleo formal de la reconstrucción (lo cual es atinado), de la posición, como la de Thompson, que infiere de este aislamiento la conclusión que tales aplicaciones pretendidas no tienen lugar alguno en la determinación de la identidad de la teoría.

(2) Al incorporar este conjunto de aplicaciones podremos dar mejor cuenta de cambios teóricos —ya sean accidentales o esenciales— que todo

análisis diacrónico debería reflejar con la mayor riqueza posible. A la vez, adiciona un ingrediente más en la aproximación formal del enfoque de Kuhn y otros historicistas que —como es bien sabido— reconocieron en las teorías entidades genidénticas, persistentes a pesar del cambio. Si no se explicita el conjunto de aplicaciones de la teoría, tales elementos permanecerían seguramente ocultos. De este modo, la concepción estructuralista de las teorías (que defiende esta incorporación) resuelve, o al menos evita, por un camino más promisorio muchas de las preocupaciones de los participantes en este intercambio. Así, el afán por la claridad y la desambiguación manifestada por las inclinaciones formalistas no obstaculiza ni se opone a la elucidación precisa de factores (sociológicos, por ejemplo) igualmente implicados en la actividad científica.

(3) Nada de lo dicho aquí pretende cerrar la discusión de 1987. A pesar de que de hecho hemos dado nuestro parecer a favor de una de las posturas en (1), no queremos en modo alguno desalentar un pluralismo respecto del enfoque metateórico a adoptar en la tarea de reconstrucción de teorías. De esto se sigue que no hemos pretendido negar que pueda lograrse una reconstrucción adecuada (de la teoría de la evolución y/o de cualquier otra) desde la perspectiva enunciativista. Acá también vale la sugerencia de Carnap respecto de que el valor efectivo de cada elucidación se decide por sus respectivos frutos contextuales (Carnap 1950) más que por las supuestas fértiles potencialidades que cada enfoque ofrecería *a priori* a quienes opten por él. La discusión de 1987 se gana esencialmente presentando reconstrucciones y evaluando comparativamente la adecuación de cada una de ellas. Hay que decir que desde el ámbito semanticista (y en particular desde el estructuralismo) se vienen haciendo decididos esfuerzos en esta dirección concreta, mediante el análisis de varias teorías del ámbito de la biología, tales como la teoría celular; algunas teorías de la herencia, incluida la teoría de genética de poblaciones; o la misma TSN (ver, por ejemplo, además de los trabajos ya referenciados, y sin pretensión de exhaustividad, Balzer y Dowe 1986; 1986b; de Asúa y Klimovsky, 1987; Cadevall I Soler 1988; Moya 1989; Barbadilla 1990; Lloyd 1994; Depew y Weber 1997; Lorenzano 2000; Casanueva 2003; Méndez Granados 2006; Ginnobili 2006; 2010).

NOTAS

- 1 Este trabajo fue realizado con la ayuda del proyecto de investigación PICT Redes 2006 N° 2007 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Soy deudor de los comentarios y observaciones hechos a borradores previos de este trabajo por parte de Pablo Lorenzano, Cristián Carman, Adriana Gonzalo, Santiago Ginnobili y los árbitros evaluadores. De los errores remanentes, soy el único responsable.
- 2 Al respecto, además de (Thompson 1987), ver (Thompson 1983b, 227; 1989, 94) y la nota 8.
- 3 Este mismo tópico es tematizado (entre otros) por John Beatty en (Beatty 1987; 1995). Beatty sostiene que no hay leyes *genuinas* en biología debido a los elementos contingentes que afectan a los eventos o fenómenos que sus teorías están destinadas a explicar. El semanticismo, al mantener separadas las teorías de sus aplicaciones no requeriría, según Beatty, demanda de generalidad alguna, y por esta razón constituiría una aproximación preferible. Naturalmente, la demanda de no contingencia es un aspecto no privativo de las teorías biológicas, pero este problema por supuesto no afecta, sino que más bien robustece, el que la perspectiva escogida sea recomendable ya no sólo para capturar teorías biológicas sino también teorías de otras disciplinas. Sin embargo, Pablo Lorenzano ha mostrado convincentemente (Lorenzano 1998; 2007) que al menos algunas posiciones que defienden la no existencia de leyes en biología incluyen o bien el ataque a un hombre de paja (Smart [1963] y su demanda de universalidad) o bien posturas desde la cual no se puede arrojar la primera piedra (la aludida demanda de Beatty de no contingencia). Si efectivamente se tratara de un problema genuino, todavía queda por ver si la “solución” de Thompson es la más satisfactoria.
- 4 Percy Bridgman (1927) las denomina “reglas operacionales”, Norman Campbell (1920) las llama “diccionario” y Hans Reichenbach (1951, cap. VIII) “definiciones coordinadoras”, “reglas semánticas”, o “correlaciones epistémicas”. Se trata de reglas que asignaban contenido empírico a los cálculos abstractos (carentes de interpretación), relacionando o coordinando a ese esqueleto lógico con cuestiones experimentales concretas (ver Carnap 1958; 1985, 199-204; Hempel 1979, 188; Nagel 1981, 84-107).
- 5 A su vez, la axiomatización de Rosenberg se basa —como muchas otras— en el texto de Mary Williams (Williams 1970) en el que nos ofrecía —según nos dice Williams— una elucidación de la teoría de la evolución, cuando en verdad lo que presentó fue una propuesta para la teoría de la selección natural, a la vez que utiliza la teoría de conjuntos y no la lógica como herramienta para la reconstrucción. En verdad, y con base en la fuerte impronta de Williams en la reconstrucción aludida, no es del todo acertado encasillar a la posición de Rosenberg, como hace Thompson, en el enunciativismo. Después de todo, Rosenberg sigue a Williams, cuya propuesta, además de emplear un lenguaje conjuntista, no involucra reglas de correspondencia. Sorprendentemente, Thompson reconoce la cercanía de la reconstrucción de Williams respecto del semanticismo, pero —como dijimos— no hace lo propio con Rosenberg (un análisis más detallado sobre la inadecuación de tildar de enunciativista a la tarea de Williams se encuentra en Ginnobili [2007]).
- 6 Una introducción sencilla y aun así precisa puede encontrarse en (Moulines 1991, 201-293; 1996; 2002) o en (Díez y Lorenzano 2002). La presentación más acabada y técnica al respecto sigue siendo (Balzer, et al. 1987), cuya versión castellana es de aparición inminente.

- 7 Es importante hacer aquí una salvedad: si bien para esta época “el estructuralismo había llegado a una relativa madurez en la presentación de su instrumental”, la aplicación masiva de éste a casos concretos todavía era incipiente, en particular para teorías de las ciencias biológicas. El lector puede considerar a esta salvedad como una suerte de quiebre de lanza a favor de la declaración de Thompson. Sin embargo, la tesis doctoral de Chris Dawe ya tenía para entonces varios años de aparecida (Dawe 1982) y sus trabajos en coautoría con Wolfgang Balzer sobre teorías genéticas habían visto la luz hacia ya un tiempo (Balzer y Dawe 1986a; 1986b), sin contar a (Balzer, et al. 1987), la obra mayúscula del estructuralismo. Además, esta omisión de parte de Thompson se agrava al permanecer en su artículo de 2007 época para la que las aplicaciones del estructuralismo se habían multiplicado en gran manera (más al respecto en la conclusión).
- 8 Thompson sí admite —y en la aceptación de esto hay mayor unanimidad de pensamiento en la familia semanticista— que la aserción o hipótesis empírica que vincula cierta parcela del mundo con la forma en la que las leyes de la teoría dicen que efectivamente se comporta es susceptible de adquirir un valor de verdad, y que tal aserción es extrateórica. Por supuesto, la perspectiva estructuralista también admite una vinculación extrateórica (vía aserciones empíricas hipotéticas) entre la teoría y la experiencia (y en algún sentido también admite que hay una “relación puente” en la “nutrición” conceptual de una teoría a expensas de otra, aunque este puente no se da entre la teoría y la observación —como sí sucedía en el programa carnapiano— sino entre una teoría y otra teoría [Moulines 1985]). Estas aserciones son las que afirman que cierta parcela de la “realidad” es un modelo actual de la teoría, es decir, que esa parcela se comporta como dicen las leyes de la teoría que se comporta. Tales aserciones (en tanto que enunciados o proposiciones) sí son susceptibles de ser verdaderas o falsas según los resultados de la contrastación, sea ésta experimental o no (aunque aquí siguen siendo válidas todas las típicas objeciones propias de la evaluación de la contrastación de las hipótesis). Incluso tal prédica podría, derivativamente, trasladarse a la teoría. Sin embargo, tal extensión debe hacerse con ciertas reservas y aclaraciones limitativas: lo que uno puede decir es que la teoría es falsa o verdadera para la parcela a la que se pretende aplicar si la aplicación fracasa o si resulta exitosa, respectivamente. Sin embargo, incluso en el caso en que la teoría no abarque entre sus modelos reales ni siquiera un sistema a los que se pretendía aplicar (nulo valor empírico), siempre será posible imaginar un nuevo escenario (empírico) al cual se pretenda aplicar la teoría (Moulines 2002). Por otra parte, debe hacerse una distinción entre esta aserción empírica y el conjunto de aplicaciones pretendidas. Para el estructuralismo (y en esto se iguala con el resto de los miembros de las concepciones semánticas), la primera es extrateórica, mientras que, y como sostenemos en este trabajo (y aquí hay distancia entre el estructuralismo y el resto de las corrientes semánticas), la segunda no.
- 9 Note el lector que la “tentación” de “aplicación cósmica” de la que habla Stegmüller es negativa y criticable sólo si los científicos no tienen la intención de hacer tal aplicación. Agradezco a Santiago Ginnobili por esta observación, no menor a la hora de decidir incluir esta cita en mi argumentación.
- 10 Notemos que nos limitamos aquí a hablar del conjunto de aplicaciones pretendidas. Esta no es la única forma de mostrar la genidentidad de las teorías. Como bien dice Sneed:

Hemos notado dos formas en las que esto podría suceder. Según la primera, aplicaciones adicionales de la teoría pueden ser sumadas al rango de aplicaciones pretendidas [...] y otras, tal vez, ser borradas de este rango. Según la segunda, una investigación adicional del rango de aplicaciones pretendidas podría sugerir la posibilidad de postular con éxito nuevas leyes especiales (tal vez con nuevas condiciones de ligadura) o demostrar la necesidad de modificar o rechazar leyes especiales postuladas anteriormente (Sneed 1979, 262).

11 Nuestro planteo supone que este caso es efectivamente paradigmático de la teoría de la selección sexual, cosa que, por razones de espacio, no justificamos. Las conclusiones de Takahashi, fruto de un esfuerzo de siete años de investigación, muestran que en la actualidad no se observa una ventaja reproductiva por razones de selección sexual por parte de las pavas en virtud de lo elaborado (en tamaño, colorido, número de ocelos, y simetría) de las plumas de la cola de los machos. Además, tampoco los predadores parecen mostrar preferencias por pavos de colas mayores. En un trabajo anterior sobre este mismo rasgo (Petrie 1992), se ha dado con evidencias insatisfactorias para las expectativas de la hipótesis de Zahavi: al parecer, y contra todo pronóstico, los pavos reales macho con baja tasa de reproducción, eran los blancos preferibles de los ataques de los predadores (uno esperaría —según la hipótesis aludida— que lo que es vistoso para las hembras fuera también vistoso para los predadores, debido a que las hembras “buscarían” emparejarse con machos que fueran divisados y atacados por los predadores y sobrevivieran a ello). Estudios anteriores (Wiens 2001; Kimball, et al. 2001) incluso sugieren la pérdida o al menos la reducción tanto de rasgos ornamentales (número de ocelos) como de despliegues de cortejo (siempre del pavo real, entre otras especies). Vale aclarar aquí que la corroboración contemporánea de la TSN en cualquiera de sus especializaciones no es suficiente para concluir que el rasgo evolucionara por esa misma razón en el pasado remoto. Por supuesto, lo inverso también corre: el que las colas con determinada ornamentación no atraigan a las hembras en el presente no prueba que el rasgo no evolucionara justamente por esa razón. Sólo evidencia que en la actualidad no hay una evolución direccional en lo que a este rasgo refiere. La cola podrá no ser objeto de selección intersexual, pero eso no basta para falsar la aserción que “la cola de los pavos reales machos adquirió su configuración actual por mediación de la selección intersexual”.

12 En el estructuralismo, existen dos versiones (ambas propuestas con posterioridad a los escritos de Stegmüller, que son los que tiene en mente Thompson) de esta evolución (o desarrollo) teórica. En ambos casos, esto que manifestamos arriba se da siempre y cuando no se identifique al conjunto de aplicaciones permanentes (I_p) con el conjunto de aplicaciones paradigmáticas iniciales (I_0):

a. Versión débil: Para n redes teóricas (arbóreas) $N_1, N_2, \dots, N_n$, diremos que $E = \langle N_1, N_2, \dots, N_n \rangle$ es una evolución teórica syss:

- (1) Hay un núcleo K_0 tal que para todo $K_0^i (1 \leq i \leq n)$: $K_0^i = K_0$;
- (2) $I_0^1 \cap \dots \cap I_0^n \neq \emptyset$

b. Versión fuerte: Para n redes teóricas (arbóreas) $N_1, N_2, \dots, N_n$, diremos que $E = \langle N_1, N_2, \dots, N_n \rangle$ es una evolución teórica syss:

- (1) Hay un núcleo K_0 tal que para todo $K_0^i (1 \leq i \leq n)$: $K_0^i = K_0$;
- (2) Hay un conjunto I_p tal que $\emptyset \neq I_p \subseteq I_0^1 \cap \dots \cap I_0^n$

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, E. (1959), "The foundations of rigid body mechanics and the derivation of its laws from those of particle mechanics," in L. Henkin, P. Suppes y A. Tarski (eds.) *The Axiomatic Method*. Amsterdam: North Holland, pp. 250-265.
- Asúa, M. de y G. Klimovsky (1987), "Ensayo de axiomatización de la teoría celular", *Theoria* 2(5-6): 389-399.
- (1990), "Ensayo de axiomatización de la teoría tisular y su reducción a la teoría celular", *Theoria* 5: 12-13, 129-140.
- Balzer, W., C. Moulines y J. Sneed (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*. Dordrecht: Reidel.
- Balzer, W. y C. Dowe (1986a), "Structure and comparison of genetics theories: i classical genetics", *British Journal of Philosophy of Science* 37: 55-69.
- (1986b), "Structure and comparison of genetics theories: ii the reduction of character factor to molecular genetics", *British Journal of Philosophy of Science* 37: 177-191.
- Barbadilla, A. (1990), "La estructura de la teoría de la selección natural", en A. Ruiz y M. Santos (coord.) *Temas actuales de biología evolutiva*. Barcelona: UAB, pp. 161-193.
- Beatty, J. (1980), "Optimal-design models and the strategy of model building in evolutionary biology", *Philosophy of Science* 47: 532-561.
- (1981), "What's wrong with the received view of evolutionary theory?", en P. Asquith y R. Giere (eds.). *PSA 1980*. 2 vols. Michigan: Philosophy of Science Association, pp. 397-426.
- (1987), "On behalf the semantic view", *Biology and Philosophy* 2: 15-23.
- (1995), "The evolutionary contingency thesis", in G. Wolters y J. Lennox (eds.) *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences: The Second Pittsburgh-Lonstanz Colloquium in the Philosophy of Science*. Konstanz y Pittsburgh: Universitätsverlag Konstanz and University of Pittsburgh Press.
- Bridgman, P. (1927), *The Logic of Modern Physics*. Nueva York: Macmillan.
- Cadevall I Soler, M. (1988), *La estructura de la teoría de la evolución*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Campbell, N. (1920), *Physics: The Elements*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carnap, R. (1950), *Logical Foundations of Probability*. Chicago: University of Chicago Press.
- (1958), *Introduction to Symbolic Logic and its Applications*. Nueva York: Dover.
- (1985), *Fundamentación lógica de la física*. Buenos Aires: Hyspamerica.
- Casanueva, M. (2003), *Mendeliana y anexos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Depew, D. y B. Weber (1994), *Darwinism Evolving: Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*. Cambridge: MIT Press.
- Díez, J. y P. Lorenzano (2002), "La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX", en J. Díez y P. Lorenzano (eds.) *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes / Universidad Autónoma de Zacatecas / Universidad Rovira i Virgili, pp. 13-78.
- Dowe, C. (1982), *The Structure of Genetics*. Tesis Doctoral. Universidad de Londres.
- Endler, J. (1986), *Natural Selection in the Wild*. Princeton: Princeton University Press.
- Ereshefsky, M. (1991), "The semantic approach to evolutionary theory", *Biology and Philosophy* 6: 59-80.
- Ginnobili, S. (2006), *La teoría de la selección natural darwiniana*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires.
- (2007), "Darwinismo universal de dominio de aplicación restringido", en L. Al-Chueyr Pereira Martins, M. Brzenzinski Prestes, W. Stefano, R. de Andra-

- de Martins. *Filosofia e História da Biologia* 2. Sao Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, pp. 427-444.
- (2010), "La teoría de la selección natural darwiniana", *Theoria* 25(1): 37-58.
- Griffiths, P. (1997), "Darwin's theory—the semantic view", *Biology and Philosophy* 12: 421-426.
- Hempel, C. (1979), *La explicación científica. Estudios sobre filosofía de la ciencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Kimball, R., E. Braun, J. Ligon, V. Lucchini y E. Randi (2001), "A molecular phylogeny of the peacock-pheasants (Galliformes: *Polyplectron* sp.) indicates loss and reduction of ornamental traits and display behaviours", *Biological Journal of the Linnean Society*, 73: 187-198.
- Lewontin, R. (1974), *The Genetic Basis of Evolutionary Change*. Nueva York: Columbia University Press.
- Lloyd, E. (1984), "A semantic approach to the structure of population genetics", *Philosophy of Science* 51: 242-264.
- (1987), "Response to Sloep and Van der Steen", *Biology and Philosophy* 2: 23-26.
- (1994), *The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory*. New Jersey: Princeton University Press.
- Lorenzano, P. (1998), "Sobre leyes en biología", *Episteme* 3(7): 261-272.
- (2000), "Classical genetics and the theory-net of genetics", en W. Balzer, J. Sneed y C. Moulines (eds.), *Structuralist Knowledge Representation. Paradigmatic Examples*. Amsterdam: Rodopi, pp. 251-284.
- (2007), "Leyes fundamentales y leyes de la biología", *Scientiae Studia* 5 (2): 185-214.
- Manhart, K. (2000), "Balance theories: two reconstructions and the problem of intended applications," in W. Balzer, J. Sneed y C. Moulines (eds.), *Structuralist Knowledge Representation. Paradigmatic Examples*. Amsterdam: Rodopi, pp. 171-188.
- Méndez Granados, D. (2006), *Paisajes conceptuales de la herencia biológica entre 1865 y 1902. Reconstrucción y ordenamiento de teorías de la herencia*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Moulines, C. (1985), "Theoretical terms and bridge principles: a critique of Hempel's (self-) criticism," *Erkenntnis* 22: 97-117.
- (1991), *Pluralidad y recursión*. Madrid: Alianza.
- (1996), "Structuralism: the basic ideas", en W. Balzer y U. Moulines (eds.), pp. 1-13.
- (2002), "La concepción estructuralista de la ciencia", *Revista de Filosofía* 58: 69-77.
- Moya, A. (1989), *Sobre la estructura de la teoría de la evolución*. Barcelona: Anthropos.
- Nagel, E. (1981), *La estructura de la ciencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Petrie, M. (1992), "Peacocks with low mating success are more likely to suffer predation," *Animal Behaviour* 44: 585-586.
- Putnam, H. (1962), "What theories are not," in E. Nagel, P. Suppes y A. Tarski (eds.), *Methodology and Philosophy of Science*. Stanford: Standord University Press, pp. 240-251.
- Reichenbach, H. (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*. Berkeley: University of California Press.
- Rosenberg, A. (1985), *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruse, M. (1973), *The Philosophy of Biology*. Londres: Hutchinson & Co. Ltd.
- Sloep, P. y W. van der Steen (1987a), "Syntacticism versus Semanticism: another attempt at dissolution," *Biology and Philosophy* 2: 33-41.
- (1987b), "The nature of evolutionary theory: the semantic challenge", *Biology and Philosophy* 2: 1-15.
- Sneed, J. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel.

- Stegmüller, W. (1975), "Structures and dynamics of theories. Some reflections on J. D. Sneed and T. S. Kuhn", *Erkenntnis*, 9:75–100.
- (1981), *La concepción estructuralista de las teorías*. Madrid: Alianza
- Suppe, F. (1989), *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. Chicago: University of Illinois Press.
- Suppes, P. (1994a), "A brief survey of Adams' contributions to philosophy", en E. Eells y B. Skyrms (eds.) *Probability and Conditionals: Belief Revision and Rational Decision*. Cambridge: Cambridge University Press, 201–204.
- (1994b), "Some questions about Adams' conditionals", en E. Eells y B. Skyrms (eds.) *Probability and Conditionals: Belief Revision and Rational Decision*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 5–11.
- Takahashi, M., H. Arita, M. Hiraiwa–Hasegawa y T. Hasegawa (2008), "Peahens do not prefer peacocks with more elaborate trains," *Animal Behaviour* 75(4): 1209–1219.
- Thompson, P. (1983a), "Historical laws in modern biology," *Acta Biotheoretica* 32: 167–177.
- (1983b), "The structure of evolutionary theory: a semantic approach", *Studies in History and Philosophy of Science* 14: 215–229.
- (1985), "Sociobiological explanation and the testability of sociobiological theory", in J. Fetzer (ed.). *Sociobiology and Epistemology*. Dordrecht: Reidel, pp. 201–215.
- (1986), "The interaction of theories and the semantic conception of evolutionary theory," *Philosophica* 37: 73–86.
- (1987), "A defence of the semantic conception of evolutionary theory", *Biology and Philosophy* 2: 26–32.
- (1989), *The Structure of Biological Theories*. Nueva York: State University of New York Press
- (2007), "Formalizations of evolutionary biology", en M. Matthen y C. Stevens (eds.) *Philosophy of Biology*. Nueva York: Elsevier, pp. 497–523.
- Waddington, C. (ed.) (1968–1972), *Towards a Theoretical Biology*. 4 vols. Edinburg: Edinburgh University Press.
- Wiens, J. (2001), "Widespread loss of sexually selected traits: how the peacock lost its spots", *Trends in Ecology & Evolution* 15(9): 517–523.
- Williams, M. (1970), "Deducing the consequences of evolution: a mathematical model," *Journal of Theoretical Biology* 17: 175–204.
- (1973), "Falsifiable predictions of evolutionary theory," *Philosophy of Science* 40(4): 518–537.
- Woodger, J. (1932), *The Axiomatic Method in Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1939), *The Technique of Theory Construction*. Chicago: University of Chicago Press.