
EXPLICACIONES SELECCIONISTAS HISTÓRICAS Y AHISTÓRICAS

SANTIAGO GINNOBILI

ABSTRACT. The historical character of natural selection theory has been controversial. In this article, I will focus on the ambiguity of the uses of the expression "natural selection theory". Sometimes it is used to refer to the theory that provides the mechanism by which organisms acquire traits that allow them to survive in their environment. It is also used to refer to the theory that explains why certain types of organisms within a population have higher reproductive success than others. This distinction solves some problematic issues when referring to such theory.

KEY WORDS. Natural selection, historical explanations, genetic explanations, mechanism, Fodor & Piattelli-Palmarini, *explanandum* of natural selection, Lucía Federico, metatheoretical structuralism, natural laws.

[...] la unicidad se encuentra en el ojo del que mira. La razón por la que Popper no rechaza la rotación de la Tierra sobre su eje como un tema apto para la ciencia es porque desde el punto de vista de la mecánica celeste, un día es igual a otro, aunque eso no sea cierto para un periodista. De igual manera, para muchos propósitos, una especie es como otras, dado que para un teórico de la especiación como Ernst Mayr [...] los millones de eventos de especiación que han ocurrido en los últimos 500 millones de años son esencialmente repeticiones de la misma secuencia básica de eventos.

Lewontin, 1972, p. 181.

Popper se muestra escéptico, en *The Poverty of Historicism*, frente a la posibilidad de que la biología evolutiva cuente con teorías científicas propias con leyes universales que den cuenta del curso evolutivo, pues las leyes tratan acerca de muchos casos de un mismo tipo —y eso es lo que las hace refutables, y en el marco popperiano, científicas— mientras que la evolución sería una serie de eventos irrepetibles y únicos (Popper, 1957, cap. IV). Por supuesto, la evolución está gobernada por leyes, señala Popper, como las de la mecánica, las de la química, las de la segregación o de la selección natural; sin embargo, el curso evolutivo en sí mismo, en

Departamento de Filosofía, Universidad de Buenos Aires – Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. / santi75@gmail.com / Webpage: santi75.wordpress.com

tanto evento único, sólo es posible de ser *descrito*. No es la intención aquí realizar una exégesis de este autor, sino sólo señalar que supone la distinción entre *subsumir bajo leyes* y *describir*¹. Los procesos históricos serían *describibles* pero en tanto irrepetibles, nunca subsumibles bajo leyes universales. Usualmente, esta visión de las cosas implica que en biología evolutiva no puede haber leyes científicas (Smart, 1968, cap. IV). También Gould asume la distinción, en su maravilloso libro sobre la fauna de Burgess Shale, cuando sostiene que la contingencia de su objeto de estudio es la que hace que sea más adecuado llamar “historiador natural” a su trabajo en tanto paleontólogo, defendiendo el estatus científico (que no de segunda) del método descriptivo histórico (Gould, 1989).

La defensa de Gould viene al caso, pues subyace a esta discusión acerca del o los métodos de la ciencia un espíritu demarcador, expresado en parte en ciertas distinciones habituales (p.e., ciencias duras y blandas) y, de manera más explícita, en textos de autores que atacan, por ejemplo, al darwinismo. Así, en la conclusión del libro *What Darwin got Wrong*, Fodor y Piattelli-Palmarini (2010) visten de nuevas ropas (ciertamente no teológicas, aunque en algunos casos sí metafísicas) viejas y envejecidas críticas epistemológicas al darwinismo, recluyéndolo (porque para ellos claramente esto implica una falta) a la narrativa histórica.

Es así que la distinción entre *descripción narrativa* y *explicación* como subsumición bajo leyes se presupone tanto en autores que defienden el primer método como científico y también en aquellos que lo desprecian.

En este artículo enfrentaré esta cuestión a partir del análisis metateórico de una de las varias teorías que caen bajo el rótulo de “biología evolutiva”: la teoría de la selección natural. Pensar sobre esta teoría tendrá consecuencias interesantes acerca de la distinción en cuestión. Intentaré encarar la problemática acerca de las explicaciones narrativas, históricas o genéticas en un caso particular, presuponiendo el estructuralismo metateórico (Balzer, Moulines y Sneed, 1987) e intentando desligarme de cualquier discusión metafísica (acerca de la existencia de clases naturales, leyes de la naturaleza, eventos contingentes o necesarios, y demás). Aquel que pretenda realizar demarcaciones con base en presupuestos acerca de la naturaleza del *noúmeno*, bajo mi perspectiva, no se encuentra en una mejor posición que aquel que rechaza teorías con base en creencias religiosas. Esto no implica despreciar la metafísica, pero sí señalar que aquel que gusta de especular sobre cuestiones que van más allá de lo contrastable, y considera que el conocimiento científico ocupa algún rol en estas lucubraciones, no puede pretender, con base en ellas, realizar demarcaciones acerca del carácter científico de teorías particulares.

Asumiré que en una disciplina existen leyes y teorías si encontramos modelos explicativos que se reiteran y conceptos que adquieren semántica empírica, en parte por su rol en marcos conceptuales más amplios. Bajo

esta perspectiva minimalista, la biología tiene leyes y teorías, muchas de las cuales han sido reconstruidas satisfactoriamente asumiendo el marco estructuralista (p.e., Alleva, Díez y Federico, 2012; Balzer, 1997; Barbadilla, 1990; Blanco, 2010; Casanueva, 1997, 2011; Federico, 2009; Ginnobili, 2010a, 2011a, 2012; Lorenzano, 2010, 2012; Lorenzano, 1995, 2005, 2008; Lorenzano, Donolo y Federico, 2007; Méndez y Casanueva, 2006, 2012; O'Lery, 2010, 2012). Esta perspectiva tiene consecuencias interesantes para la distinción que nos ocupa, pues es posible encontrar estructuras explicativas que presuponen un mismo marco conceptual en explicaciones que algunos han considerado narrativas. Creo que es posible reconstruirlas y que es posible señalar diferencias con teorías no históricas o no narrativas en un sentido interesante. Pretendo mostrar esto a partir del análisis de la teoría de la selección natural (TSN en adelante).

Es posible encontrar en la literatura acerca de la selección natural un desacuerdo importante con respecto a su naturaleza; para algunos reviste un carácter narrativo o histórico, para otros no. También existe un desacuerdo importante sobre qué es lo que esta teoría pretende explicar. Considero que ambos desacuerdos pueden diluirse si se distinguen dos teorías, distintas y relacionadas. Las llamaré “teoría de la selección natural histórica” y “teoría de la selección natural ahistórica”. El objetivo particular del trabajo consiste en distinguir y presentar informalmente ambas teorías y sus diferentes *explananda*; en señalar sus relaciones y mostrar cómo esta distinción de carácter aclaratorio colabora con la solución o dilución de ciertas problemáticas características de la filosofía de la biología alrededor de la selección natural. Por otra parte, la propuesta del trabajo tiene consecuencias respecto a las distinciones entre explicaciones históricas y ahistóricas, pues intentaré dar plausibilidad a la idea de que ciertas explicaciones reconocidas habitualmente como históricas pueden ser pensadas adecuadamente como aplicaciones de teorías científicas históricas.

1. EXPLICACIÓN DARWINIANA DEL ORIGEN DE LA ADECUACIÓN

Comenzaré introduciendo la TSN a partir de la presentación que de ella hace Darwin mismo. Suele decirse que la función de la teoría de la selección natural consiste en ofrecer un mecanismo evolutivo. Sin embargo, Darwin disponía de numerosos posibles mecanismos evolutivos, como el efecto de las condiciones ambientales o el uso y desuso que en conjunción con la herencia de los caracteres adquiridos podían causar la modificación de las especies. Si sólo nos enfocamos en la capacidad de TSN para explicar la transmutación de las especies, no es posible entender la importancia que ocupa tal teoría en el pensamiento de Darwin y en el *Origen de las especies*. Lo que Darwin pretende explicar con su teoría es el *ajuste*, la *adecuación* o la *adaptación* de los organismos al ambiente cambiante. Lo que

se necesita es un mecanismo que produzca perfección de estructura y coadaptación de los organismos al ambiente (Darwin, 1859, p. 3). Uso y desuso más la herencia de los caracteres adquiridos podían explicar ciertas adaptaciones (según Darwin), pero sólo aquellas que podían tener origen en el hábito de usar o no usar un órgano (la coloración de las flores para atraer insectos, por ejemplo, no podría subsumirse bajo estos principios) (Darwin, 1859, p. 3).

La estructura explicativa que permite dar cuenta de la adaptación de los organismos al ambiente puede verse instanciada en el siguiente ejemplo.

En la naturaleza, en el origen de la jirafa, los individuos que comiesen más alto y que pudiesen durante los periodos de escasez alcanzar aunque sea una pulgada o dos por sobre los otros, serían frecuentemente preservados [...] Estas pequeñas diferencias en las proporciones, debidas a las leyes de crecimiento o variación, no tienen la menor importancia ni utilidad en la mayor parte de las especies. Pero en el origen de la jirafa debe haber sido diferente, considerando sus probables hábitos de vida, pues aquellos individuos que tuviesen alguna parte o varias partes de su cuerpo un poco más alargadas de lo corriente, hubieron en general de sobrevivir. Se habrán cruzado y dejado descendencia que habrán heredado las mismas peculiaridades corpóreas, o la tendencia a variar de nuevo en la misma manera, mientras que los individuos menos favorecidos en los mismos aspectos, habrán sido más propensos a perecer (Darwin, 1872, p. 178).

Presentada de manera algo más ordenada ², la explicación propuesta por Darwin sería entonces la siguiente:

Explanans:

1. En la generación G_{0-n} en la población p de jirafas había variación con respecto a la longitud del cuello.
2. Estas diferencias provocaban diferencias en la efectividad con la que el rasgo cumplía la función de conseguir hojas de los árboles en el ambiente a (esta efectividad podría ser nula en algunos casos).
3. Las jirafas con cuello de mayor longitud son más efectivas al alimentarse de las ramas más altas de los árboles; tienden a mejorar su supervivencia y tienden a mejorar, en consecuencia, su éxito reproductivo diferencial.
4. Los individuos tienden a heredar los rasgos particulares que poseen a su descendencia en algún grado.
5. Generación tras generación, la frecuencia de los rasgos más efectivos al cumplir la función en cuestión fue aumentando, y consiguientemente fue aumentando la efectividad con la que esa función se realiza ³.

Explanandum:

En G_0 en la población p de jirafas todos los individuos tienen cuellos largos que cumplen la función de alcanzar las ramas más altas de los árboles en el ambiente a en un rango de efectividad elevado.

Por supuesto, este es un caso particular de aplicación de la estructura explicativa seleccionista darwiniana. Es posible encontrar aplicaciones semejantes que conservan la misma estructura común y los mismos conceptos ⁴, pero esta presentación de la explicación ya me permitirá realizar distinciones importantes. En particular, me interesa mostrar que existe un sentido interesante en que este patrón explicativo es histórico, pues se trata de un relato que se extiende a lo largo de mucho tiempo y en donde de generación en generación pueden ir cambiando las condiciones iniciales. Así, por ejemplo, en este caso simplificado, el ambiente siempre es el mismo, pero se podría presentar una explicación semejante con un cambio gradual de éste.

2. TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL HISTÓRICA
Y TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL AHISTÓRICA

Algunos autores defienden, como Elisabeth Lloyd (1994, pp. 2-5), que TSN no es histórica, mientras que otros la consideran un mecanismo de explicación intrínsecamente histórico, por ejemplo Smart (1963, pp. 59-60) y Popper (1979, pp. 267-270). Darwin estaba interesado fundamentalmente en la explicación histórica del origen de la adecuación (pues la falta de un mecanismo que cumpla tal rol era el argumento más fuerte a favor del creacionismo o del diseño inteligente, e incluso podía dudarse de que en ausencia de tal mecanismo la evolución hubiera ocurrido en absoluto). Por este motivo, no es extraño que se haya identificado a la selección natural con un mecanismo histórico de explicación.

Por ejemplo, Kitcher se propone reconstruir TSN (Kitcher, 1993, p. 28) y detecta un patrón explicativo semejante al brindado en 1. Para dar cuenta de este tipo de explicación, entre otras cosas, Kitcher desarrolla un marco metateórico acerca de la explicación (Kitcher, 1981).

Pregunta: ¿Por qué (prácticamente) todos los miembros de G tienen P ?

Respuesta:

(1) Entre los ancestros de G había un grupo de organismos contemporáneos, G_0 , tal que: (i) un número pequeño de miembros de G_0 tenían p ; (ii) ninguno de los miembros de la generación ancestral de G_0 tenía P ; (iii) cada uno de los otros miembros tienen una de las variantes características P_1, \dots, P_n ; (iv) ninguna otra variante de P está presente en ninguna generación del linaje G_0 - G .

- (2) Análisis de las condiciones ecológicas y efectos fisiológicos sobre los portadores de P, P_1, \dots, P_n .
que muestra que:
- (3) Los organismos con P tenían un mayor éxito reproductivo esperado que los organismos P_i ($1 \leq i \leq n$).
- (4) P, P_1, \dots, P_n son heredables.
Por lo tanto
- (5) P incrementó en frecuencia en cada generación del linaje de G_0 a G .
- (6) Hay suficientes generaciones entre G_0 y G .
Por lo tanto
- (7) (prácticamente) todos los miembros de G ahora tienen P (Kitcher 1993, p. 28).

Otra versión con formato semejante a este patrón histórico es la ofrecida por Skipper y Millstein (2005) en su discusión del estatus de mecanismo de la selección natural.

1. Condiciones iniciales
 1. Una población de O s existe
 2. Los O s hay variación al respecto de la forma T , que son heredables
 3. Los O s están en el ambiente E con los factores críticos F
2. Interacción
 1. Los O s en virtud de sus formas variantes T interactúan diferente con el ambiente E
 2. Los factores críticos F afectan dicha interacción
 3. Esto puede llevar a
3. Efectos (1)
 1. Diferencias en las tasas de supervivencias de los O s de acuerdo con las formas T en E
 2. Esto puede llevar a
4. Efectos (2)
 1. Diferencias en las tasas reproductivas de los O s de acuerdo con las formas T en E
 2. Esto puede llevar a
5. Efectos (3)
 1. Representación diferencial en la población de los O s de acuerdo con las formas T en E
 2. Esto puede llevar a
6. Efectos (4)
 1. La predominancia de los O s con cierta forma T sobre los otros O s en E
 2. Esto puede llevar a
7. Efectos (5)

1. Adaptación del linaje con respeto a T en E (Skipper y Millstein 2005, p. 330).

Según estas reconstrucciones, TSN permite explicar la adquisición de ciertos rasgos por parte de una población de organismos apelando a eventos que ocurren a través de muchas generaciones de organismos.

Estas versiones de TSN contrastan fuertemente con reconstrucciones que no tienen este carácter histórico (p.e., Brandon, 1990; Endler, 1986; Tuomi y Haukioja, 1979) que conectan en un momento dado el éxito reproductivo del organismo con cierta propiedad que los diferentes autores nombran de diferente modo: "aptitud", "fitness", "ventaja adaptativa", etc.

Así, Tuomi y Haukioja (1979) reconstruyen TSN como un conjunto de enunciados unidos por la deducción. Este conjunto de enunciados sirven de marco conceptual para generar estos modelos teóricos:

- (i) Las propiedades de los individuos varían.
- (ii) El éxito o el fracaso en la supervivencia y la reproducción de cada individuo depende de las condiciones ambientales prevalecientes y de las propiedades de los individuos.

De (i) y (ii) se sigue deductivamente (iii):

- (iii) Los individuos tienen un éxito reproductivo diferencial.
- (iv) Las propiedades de los individuos tienden a ser heredadas por su descendencia.

De (iii) y (iv) se sigue deductivamente:

- (v) Las proporciones relativas de propiedades cambia de una generación a la siguiente.

Mary Williams propone el siguiente enunciado en el que se relaciona el éxito reproductivo con la aptitud:

Axioma D4: Considere el subclan $D1$ del clan D . Si $D1$ es superior en aptitud al resto de los D por las generaciones suficientes (la cantidad de generaciones dependerá del tamaño de $D1$ y de los superior en aptitud que sea) entonces la proporción de $D1$ en D se incrementará durante esas generaciones (Williams, 1970, p. 362).

En *The Nature of Selection* (1993) Sober presenta a la teoría de Darwin del siguiente modo:

Si los organismos en una población que poseen una característica (llamémosla F) están mejor capacitados para sobrevivir y reproducirse que los organismos con la característica alternativa (no- F), y si F y no- F se pasan de los padres a la descendencia, entonces la proporción de individuos con la característica F se incrementará (Sober, 1993, p. 27).

Finalmente, Brandon presenta como el principio fundamental de TSN el siguiente enunciado:

Si *a* está mejor adaptado que *b* al ambiente *E*, entonces (probablemente) *a* tendrá un mayor éxito reproductivo que *b* en *E* (Brandon, 1990, p. 11).

Todas estas reconstrucciones permiten dar cuenta de la razón por la que cierto tipo de organismos en una población tienen un mayor éxito reproductivo que otros tipos de organismos en la población, considerando únicamente una o unas pocas generaciones.

¿Cómo se explica esta fuerte divergencia a la hora de pensar TSN? La solución a esta problemática es simple y se encuentra casi a la vista, aunque hasta donde sé, no ha sido señalada en estas disputas. Parece necesario diferenciar entre la explicación histórica del origen de la adecuación de los organismos al ambiente, la que dije que llamaré “teoría de la selección natural histórica” (TSNH en adelante) cuya estructura esboqué informalmente en 1, de la teoría no histórica o ahistórica que se utiliza en esta explicación y que puede encontrarse de manera explícita en el enunciado legaliforme que aparece en el punto 3 del *explanans* de TSNH tal como la presenté en 1. A esta última la llamé “teoría de la selección natural ahistórica” (en adelante TSNA).

Como puede verse en todos los casos analizados, ambas teorías tienen distintos *explananda*. Con TSNH se intenta dar cuenta del origen de la adecuación o la posesión de un rasgo o la dispersión de un rasgo (como se puede ver en la reconstrucción de Skipper y Millstein, cuyo *explanandum* incluye la adecuación del linaje al ambiente). Con TSNA, en cambio se quiere explicar las diferencias en el éxito reproductivo diferencial entre distintos tipos de organismos. Como Brandon sostiene al respecto del principio que propone: “argumentaré que este principio o ley, que llamaré principio de selección natural (PNS), provee las bases de la explicación darwinista, o seleccionista, de la reproducción diferencial” (Brandon, 1990, p. 9). TSNH acude a iteraciones de TSNA para dar cuenta de su *explanandum*.

En otras oportunidades he ofrecido reconstrucciones informales de la ley fundamental de TSNA (Ginnobili, 2010a). Para cumplir el rol que cumple en TSNH, TSNA tiene que relacionar la portación de rasgos con el éxito reproductivo, pues generación tras generación debe producir diferencias en el éxito reproductivo a favor de los portadores del rasgo que va incrementando su adecuación al ambiente. Ese rol puede ser cumplido por una teoría con una ley fundamental como las presentadas anteriormente como teorías ahistóricas. Para que la teoría en cuestión sea explicativa, sin embargo, y para dar cuenta satisfactoriamente de las aplicaciones presentadas por Darwin y por biólogos evolucionistas anteriores, he defendido que debe reconstruirse TSNA con más conceptos de los propuestos por

estos autores. La ley fundamental tendría, bajo mi punto de vista, una forma como la que sigue:

Los organismos que portan un rasgo r que cumple más efectivamente una función en un ambiente determinado a tienden a mejorar su supervivencia en a , tendiendo a mejorar en consecuencia, si r es heredable, el éxito reproductivo diferencial en a de este tipo de organismos ⁵.

No defenderé en este trabajo esta enunciación, pues las conclusiones que extraeré no dependen de ella. Nótese que la teoría de la cual este enunciado es ley fundamental no es histórica en el sentido en que el patrón explicativo presentado en la sección 1 lo es, pues en este caso no se presenta un cambio a lo largo de varias generaciones. Como mucho, en la reconstrucción se podrían indicar dos generaciones, para poder caracterizar el mayor éxito reproductivo a partir de un cambio en las proporciones de los organismos con diferentes rasgos. Pero esto no hace a la teoría histórica en el sentido antes tratado, del mismo modo que la mecánica del choque, en la que hay un tiempo posterior y uno anterior al choque, no es histórica.

3. POLÉMICAS A CUYA SOLUCIÓN LA DISTINCIÓN CONTRIBUYE

Esta ambigüedad a la hora de referirse a TSN ⁶ ha acarreado numerosos malentendidos. Estos desacuerdos se pueden disolver si se considera la ambigüedad del término “selección natural” y se distingue entre las dos teorías. A modo de ejemplo, señalaré varias cuestiones. La primera al respecto del *explanandum* de TSN, la segunda respecto de la discusión de si TSN puede ser concebida como un mecanismo, finalmente, respecto de si deben incluirse mecanismos de herencia y variación en una reconstrucción adecuada de TSN.

3.1. EXPLANANDUM DE LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL

La primera cuestión tiene que ver justamente con una discusión al respecto de cuál es el *explanandum* de TSN (Stephens, 2007, pp. 114-116). Stegmann (2010), por ejemplo, presenta una lista, que no pretende ser completa, de las distintas cosas que según distintos autores, la selección natural explica:

1. La dinámica de las frecuencias de los rasgos en una población a lo largo del tiempo, esto es, su cambio o su estancamiento [...].
2. La composición de una población en un punto particular del tiempo [...]
3. El origen de rasgos en una población, además de su esparcimiento y mantenimiento como se reconoce en 1 [...]
4. La supervivencia de un individuo, su éxito reproductivo [...] y su existencia [...].

5. El hecho de que un individuo particular individual tiene el rasgo G en lugar del rasgo B (Stegmann, 2010, p. 61) ⁷.

El punto interesante es que entre los diferentes *explananda* listados aquí, claramente algunos pertenecen al campo de aplicación de TSNH, aquellos en los que se pretende explicar la posesión de un rasgo (5), el origen de un rasgo (3) o la existencia de un individuo (4), mientras que aquellos que se refieren a la distribución de rasgos en una población 8 (1 y 2) o al éxito reproductivo de un individuo (4) pertenecen al campo de aplicaciones pretendidas de TSNA. Existe en la bibliografía, entonces, una discusión acerca de si TSN explica por qué un organismo tiene un rasgo, si explica la distribución de rasgos en una población, o ambas cosas. Esta discusión no toma en cuenta, sin embargo, la distinción que propongo. Lo primero sería explicado por una teoría histórica o genética —TSNH—, lo segundo por una teoría no histórica —TSNA. En esta dirección, aunque no distingue entre ambas teorías, va Forber al señalar que, apelando a cambios pasados en la población, la selección natural puede explicar por qué combinaciones bien adaptadas tienden a emerger en lugar de otras, pero aclarando que esta explicación acude a más cosas que la selección natural (Forber, 2005, p. 340). Considero que su punto queda enteramente recogido con mi distinción. También la idea de Neander en contra de lo sostenido por Sober, según el cual TSN sólo tiene la capacidad de explicar la distribución de rasgos en una población (Sober, 1993, pp. 147-155). Neander señala que la 'selección natural acumulativa' —TSNH bajo mi terminología— puede en ciertas circunstancias dar cuenta de la posesión de rasgos (Neander, 1988, 1995).

3.2. LA SELECCIÓN NATURAL COMO MECANISMO

Un tercer ejemplo de discusión, con cuya solución esta distinción podría colaborar, lo constituye la polémica acerca de si la selección natural puede ser concebida como un mecanismo o no. Skipper y Millstein intentan defender que la selección natural no puede ser caracterizada como un mecanismo, al menos no bajo la caracterización de mecanismo brindada por los autores que toman en consideración (Glennan, 1996, 2002a, 2002b; Machamer, Darden y Craver, 2000). Glennan define mecanismo del siguiente modo:

Un mecanismo para una conducta es un sistema complejo que produce tal conducta a través de la interacción de un número de partes, en donde la interacción entre partes puede ser caracterizada por generalizaciones directas, invariantes y sensibles al cambio (Glennan, 2002b, p. 344).

Glennan insiste, entonces, en que un mecanismo está formado por partes, es decir, objetos estables y robustos, y generalmente espacio-temporal-

mente ubicables, y que el mecanismo opera por la interacción de sus partes, entendiendo por “interacción entre partes” que la modificación de una propiedad en una parte lleva la modificación de una propiedad en otra (Glennan, 2002b, p. 344). Un ejemplo de mecanismo lo constituye el reloj. Por su parte Machamer, Darden y Craver (2000) caracterizan a los mecanismos como:

[...] entidades y actividades organizadas de modo tal que son productoras de cambios regulares desde el comienzo o fundación hasta el final o cese (Machamer, Darden y Craver, p. 3)

Los mecanismos permitirían explicar la producción de fenómenos o el funcionamiento de procesos como la replicación del ADN o la neurotransmisión química. Estos serían ejemplos de mecanismos. Las entidades serían las cosas que realizan las actividades. Estas entidades deben encontrarse apropiadamente localizadas, estructuradas y orientadas, y sus actividades deben tener un orden temporal, velocidad y duración determinados. De esto depende la regularidad del mecanismo (que se comporte del mismo modo frente a las mismas condiciones).

Las dos definiciones en cuestión contienen aspectos que involucran discusiones complejas. Sólo me detuve brevemente en la caracterización de las partes, las entidades y las actividades que componen al mecanismo, porque se relaciona con un argumento, el de Skipper y Millstein, que quiero discutir. Según estos autores, una de las razones por las cuales no es posible considerar a la selección natural como un mecanismo, según las caracterizaciones aludidas, es porque sus componentes no cumplen los requisitos ni para las partes ni para las entidades y actividades antes mencionados (Skipper y Millstein, 2005, pp. 336-339). De acuerdo con estos autores, la selección natural tal como la presentan, debe pensarse más que constituida por partes o entidades y actividades, como constituida por etapas: “las etapas mismas no son partes en el sentido de Glennan ni entidades el sentido de MDC [Machamer, Darden y Craver]. Son, en cambio, porciones de tiempo salientes, si no idealizadas, del proceso de selección natural” (Skipper y Millstein, 2005, p. 339). Esta conclusión depende, en su propia argumentación, de la versión de TSN que brindan (citada en la sección 2 del presente trabajo) que, como decía, es una presentación de TSNH.

Parece, sin embargo, que un mejor postulante a mecanismo lo constituye el descrito por TSNA, en donde no hay etapas —recuérdese que esta ley relaciona en un momento dado ciertos rasgos de los organismos con su éxito reproductivo— o al menos no hay etapas en el mismo sentido de TSNH, que es un mecanismo intrínsecamente histórico de explicación. Tal vez si hubieran tomando en consideración esta teoría no histórica, el

análisis los hubiera conducido a diferentes conclusiones o, al menos, a las mismas conclusiones pero por motivos diferentes y más adecuados. Sobre todo, teniendo en cuenta que parte del rechazo a la posibilidad de que el enfoque de Machamer, Darden y Craver pudiera servir para dar cuenta del mecanismo de la selección natural, tiene que ver con el hecho de que el curso evolutivo guiado por la selección natural no cumple con el requisito de regularidad, pues no se puede afirmar que TSNH funcione siempre bajo las mismas condiciones del mismo modo (Skipper y Millstein, 2005, pp. 341-344). Esto se relaciona con que el proceso es muy sensible a contingencias. Nótese, sin embargo, que TSNH, que es una teoría que pretende dar cuenta del curso evolutivo (en particular de aquel que incrementa la adecuación de los organismos al ambiente) es sensible a contingencias de un modo más evidente que TSNA. No afirmo que TSNA no tenga este problema. Lo que sostengo es que los autores enfocan su discusión en la teoría incorrecta ⁹.

Este enfoque de la cuestión se ve fortalecido si consideramos la respuesta de Barros que suscitó el artículo. Barros (2008) se encuentra en desacuerdo con lo sostenido por Skipper y Millstein. Según él, es posible dar cuenta de TSN con base en las herramientas establecidas por los mecanicistas. Sin embargo, su caracterización de TSN, aunque es algo ambigua (por supuesto no considera la distinción que brindo en este trabajo), parece referirse más bien a TSNA. Al discutir cuáles serían las partes y cuáles las actividades de los mecanismos, sólo considera las diferencias en el éxito reproductivo causadas por la portación de un rasgo. La selección natural operaría cuando un factor ambiental causa que un rasgo sea favorecido selectivamente sobre otro rasgo (Barros, 2008, p. 316), y este es el proceso que el autor intenta modelar mecanicistamente. Por supuesto, según él mismo afirma, este proceso llevaría a lo largo del tiempo a que el rasgo favorecido prevalezca (Barros, 2008, p. 316). Cabe señalar que es este proceso a largo plazo el que intentaban modelar Skipper y Millstein. Los que han participado posteriormente de esta discusión (p.e., Havstad, 2011; Levy, 2013) no han tomado en cuenta la diferencia de objeto entre estos autores.

3.3. LEYES DE LA HERENCIA Y LA VARIACIÓN

Algunos han criticado la reconstrucción de TSN presentada por Williams (1970, 1973) por no hacer referencia a mecanismos genéticos de ningún tipo (Ruse, 1973, p. 50). La cuestión de si una reconstrucción de TSNH (la teoría histórica que explica el origen de la adecuación) debe incluir o no referencias en su enunciación más general a mecanismos de herencia genéticos es interesante. Considero que en la reconstrucción del elemento más general de TSNH hay que referirse a mecanismos de herencia, pero no en particular a los mecanismos genéticos. Por una parte, esta referencia sería anacrónica si uno quiere dar cuenta de una versión de TSNH que

englobe a la forma en que era considerada por Darwin. Si la intención es reconstruir versiones actuales de la teoría, por otra parte, existe la discusión de si TSNH se aplica a rasgos no determinados genéticamente, sino aprendidos. Lo ideal es realizar una reconstrucción que soporte ambas interpretaciones y considerar a ésta una discusión acerca del campo de aplicación de la teoría. Si hacemos que los mecanismos genéticos sean parte del elemento teórico básico de la teoría, entonces la afirmación de que TSNH no se aplica a rasgos culturales deja de ser fáctica y se vuelve conceptual y trivial. Considero más adecuado pensar la discusión sobre la selección cultural como fáctica que como conceptual.

Williams, como decía, no hace referencia a ningún tipo de mecanismos de herencia. Esto es reprochado por Ruse. Nótese, sin embargo, que lo que Williams pretende reconstruir no es la teoría histórica que explica el origen de la adecuación, sino la teoría no histórica que explica por qué cierto grupo de individuos tiene un mayor éxito reproductivo que otro grupo de individuos, es decir, no TSNH sino TSNA. El axioma D4 de la reconstrucción propuesta por Williams, ya citado anteriormente, es una versión de lo que podría considerarse la ley fundamental de la teoría (Williams, 1970, p. 362). Independientemente de lo adecuado de la reconstrucción propuesta, queda claro que esta ley no permite explicar el origen de la adecuación (por sí misma), sino las diferencias de éxito reproductivo de las diferentes subpoblaciones con base en las diferencias de aptitud. Para explicar apelando a esta ley el origen de la adecuación, habría que iterarla a lo largo de muchas generaciones y habría que hacer mención a los mecanismos de herencia y variación. Para explicar las diferencias en el éxito reproductivo, en cambio, sólo basta con señalar que existen organismos con distintos rasgos (es decir, que existe variación) y que estas diferencias provocan diferencias en el éxito reproductivo.

Parece, por tanto, que la discusión con respecto a la necesidad de explicitar mecanismos de herencia tiene más que ver con la explicación del origen de la adecuación —TSNH— que con la explicación de las diferencias en el éxito reproductivo de los diferentes tipos de organismos en una población —TSNA. La diferenciación entre la teoría histórica de la no histórica de la selección natural, puede colaborar también con la solución a esta disputa.

4. RECONSTRUCCIÓN DE LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL HISTÓRICA

El objetivo de este trabajo principalmente consiste en presentar la distinción de TSNA y TSNH, y esbozar algunos de los beneficios de tal distinción. En otras ocasiones brindé una reconstrucción de TSNA. Aunque no brindaré aquí una reconstrucción de TSNH, quisiera hacer plausible la idea de que también es reconstruible con el aparato del estructuralismo metateórico,

señalando que existe un antecedente análogo al que nos ocupa. Se trata de dos teorías que habitualmente se confunden, una de las cuales muestra una forma habitual, y otra de carácter más histórico que itera reiteradamente la primera teoría además de agregar algunos conceptos nuevos. Es el caso de la distinción realizada por Lucía Federico entre la *bioquímica metabólica* y la *bioquímica de las vías metabólicas* (Federico, 2009), tarea realizada también con base en las herramientas proporcionadas por el estructuralismo metateórico. Lo interesante de este caso es que sugiere fuertemente que TSNH también puede ser reconstruida con las herramientas proporcionadas por ese estructuralismo.

Según Federico, la ley fundamental de la bioquímica metabólica, presentada informalmente, sería la siguiente:

Todos los cambios metabólicos que se dan en cualquier organismo vivo a través de la biotransformación de cierta cantidad de uno o más reactivos en cierta cantidad de uno o más productos, en un tiempo dado y con una velocidad dada, ocurren siempre en presencia de una enzima y en ocasiones de una coenzima y/o un regulador, mediada por una unión o interacción química específica (Federico, 2009, p. 39).

La teoría de la cual este enunciado es ley fundamental trataría de las transformaciones bioquímicas particulares afectadas por la intervención de una enzima. Federico distingue esta teoría, de la que se ocupa de rutas metabólicas en las que intervienen más transformaciones y más proteínas, que llama “bioquímica de las vías metabólicas”. Tanto la degradación como la síntesis de las macromoléculas complejas (hidratos de carbonos, proteínas, lípidos, etc.) se realizan a través de *series de reacciones* catalizadas por enzimas, ordenadas en una secuencia definida. La ley fundamental de tal teoría, también presentada informalmente, sería:

Toda vía metabólica en cualquier organismo vivo ocurre por una secuencia de transformaciones metabólicas determinada a través de una composición de biotransformaciones de cierta cantidad de reactivo en cierta cantidad de producto —siempre en presencia de un número finito de enzimas y en ocasiones de coenzimas y/o reguladores, mediadas por una unión o interacción química específica— en un tiempo y con una cierta energía libre de Gibbs dada, donde un precursor, sustancia que interviene en la primera reacción de biotransformación, es transformado en un producto final, sustancia que se obtiene en la última reacción de biotransformación, y toda sustancia intermediaria o metabolito será producto de una reacción de biotransformación y a su vez reactivo de la reacción siguiente (Federico, 2009, p. 85).

Lo interesante de esta ley es que contiene una aplicación iterada de la *ley de la bioquímica metabólica*, bajo una forma nueva, en la que retoma todos

los conceptos de la bioquímica *metabólica* e incorpora nuevos conceptos. La teoría de las vías metabólicas, tal como muestra la autora, tiene características semejantes a otras teorías científicas (leyes especiales, términos T-teóricos, una ley fundamental en la que se unen todos los conceptos de la teoría), y por lo tanto puede ser considerada una teoría genuina. Este podría ser un caso análogo al que tratamos aquí.

Tal vez, una vez hecha esta distinción, puedan encontrarse más ejemplos en distintas disciplinas. TSNH podría ser semejante a la teoría de las rutas metabólicas, en el sentido que apela a la iteración de otra teoría e incorpora nuevos elementos. Para mostrar esto con claridad, habría que ofrecer una reconstrucción de TSNH más pormenorizada, que muestre lo común a todas sus aplicaciones en su elemento teórico básico, y las diferentes formas en que esta estructura se especifica en explicaciones particulares. Podrían considerarse especializaciones de esta teoría, por ejemplo, la distinción señalada usualmente en los libros de texto evolutivos entre los diferentes modos de la selección: la selección natural estabilizadora, la direccional y la disruptiva (p.e., Futuyma, 1986, pp. 154-155). Estos diferentes modos en los que la selección opera serían especializaciones de TSNH, puesto que tratarían sobre el curso evolutivo, es decir, mostrarían los efectos sobre una población de una presión selectiva a largo plazo.

La reconstrucción de TSNH quedará para otra ocasión. De ella no depende el objetivo central de este artículo, que consiste en distinguir TSNA de TSNH, pero sí la cuestión de si podemos considerar a TSNH una teoría genuina.

5. CONCLUSIONES

He intentado mostrar lo fructífero que puede resultar distinguir entre TSNA y TSNH. La última tendría un carácter histórico, en el sentido de que apela a la iteración de TSNA a lo largo de muchas generaciones, a diferencia de TSNA, que sólo trataría el cambio de proporción de una generación a la siguiente. Esta distinción permite, por un lado, reconstruir de manera más adecuada TSNA (y también, considero, permitirá reconstruir de manera más adecuada TSNH), además, resulta una distinción productiva para la aclaración y consecuente solución o dilución de ciertas problemáticas de la filosofía de la biología, algunas de las cuales he tratado de presentar.

Comencé citando el escepticismo popperiano frente a la existencia de leyes evolutivas acerca del curso evolutivo. Un escepticismo semejante fue mostrado por Fodor, en su artículo contra la selección natural (Fodor, 2008), quien sugiere entender a las explicaciones seleccionistas como explicaciones históricas narrativas *pos hoc* y no como la aplicación de una teoría con leyes legítimas. Según lo visto, en efecto, la explicación del

origen de la adaptación parece tener la característica histórica señalada por Fodor. No obstante, en esa explicación histórica se apela a una teoría legítima, TSNA. Fodor compara la explicación darwinista con otras explicaciones genéticas, como la del origen del sistema solar (Fodor, 2008, p. 23). Considero tal comparación adecuada (aunque no es negativa, como parece plantearla), pues las explicaciones del origen del sistema solar seguramente apelan a leyes (como las de la mecánica clásica) de un modo semejante a la que en TSNH se apela a TSNA¹⁰.

Bock (2004), por ejemplo, señala el error de considerar que toda la biología evolutiva está constituida por explicaciones histórico-narrativas. Según él, algunas áreas de la biología evolutiva darían explicaciones histórico-narrativas y otras darían explicaciones nomológico-deductivas. La selección natural, por ejemplo, permitiría confeccionar explicaciones nomológico-deductivas. Al respecto, es posible señalar algunas cuestiones. Comparto con Bock la idea de que algunas áreas de la biología evolutiva son históricas y otras no lo son. El presente trabajo ha intentado ahondar sobre este punto. A esta altura quedará claro que, si mi análisis es correcto, el concepto de “selección natural” es ambiguo. En unos casos puede referirse a una explicación histórica y en otros no. Por otra parte, el hecho de que una explicación sea histórico-narrativa no implica que no pueda formularse una teoría con leyes fundamentales, leyes especiales y conceptos propios, y que, por lo tanto, no pueda darse cuenta por igual de ambos procesos explicativos, el histórico y no histórico, desde una versión más adecuada de la explicación y superadora de la explicación hempeliana. De hecho, el enfoque unificacionista defendido por Kitcher se aplica, como hemos visto en un apartado anterior, a TSNH (Kitcher 1981) y en otra oportunidad he defendido cómo el enfoque llamado “explicación como subsunción ampliativa” (Díez, 2005), heredero del unificacionismo y elaborado con base en las herramientas del estructuralismo metateórico puede dar cuenta de TSNA (Ginnobili, 2011b, cap. 4.5). Ambos enfoques realizan su tarea con las mismas herramientas con las que se da cuenta, por ejemplo, de la mecánica clásica.

Para concluir, existen otros autores que consideran que la teoría evolutiva da explicaciones narrativas. Cadevall i Soler (1998, pp. 57-60) distingue entre aquellos que, con Fodor, sostienen que este carácter narrativo (que no se ajusta al modelo de cobertura legal) va en detrimento de lo genuino de las explicaciones brindadas (Manser, 1965; Popper, 1957; Smart, 1968), mientras que otros sostienen que este carácter narrativo va en detrimento del modelo de cobertura legal (Gallie, 1955; Goudge, 1961; Scriven, 1959). Según Cadevall i Soler ambos grupos coinciden en tres tesis erróneas: 1. la teoría de la evolución está formada básicamente por enunciados singulares; 2. la teoría de la evolución carece de verdaderas leyes, y 3. la explicación evolucionista es básicamente narrativa. Coincido con Cadevall

i Soler, en que las tres tesis son erróneas, y espero haber mostrado en este trabajo, que uno de los procesos que se menciona con el rótulo de “selección natural” tiene un carácter histórico que puede ser el que da la sensación a los autores de que proporciona explicaciones narrativas; pero claro, explicaciones narrativas o históricas que apelan a teorías con leyes estrictamente biológicas como TSNA. Si bien considero que tanto TSNA como TSNH son teorías genuinas semejantes a las teorías de la misma y otras disciplinas en los aspectos centrales (de los cuales puede darse cuenta desde el estructuralismo metateórico), se ha atacado habitualmente a TSNA teniendo en mente TSNH, por ejemplo, en el señalamiento de que no es posible realizar predicciones acerca del curso evolutivo. Obviamente, TSNA es más sencilla de contrastar, en el campo o en el laboratorio, que TSNH. Frente a la inacabable polémica acerca de la científicidad de las teorías propuestas por Darwin, considero que es de vital importancia tener en cuenta la distinción que he intentado defender en este trabajo.

- 1 Véase Hull (1999) para una discusión respecto de la posición de Popper y sus cambios en el tiempo respecto de la teoría evolutiva y de la selección natural.
- 2 Esta presentación no sigue ningún marco metateórico particular. Es un mero esbozo intuitivo e informal.
- 3 En la versión darwiniana de esta teoría del origen de la adecuación, el número de generaciones no puede ser pequeño.
- 4 En otras oportunidades he mostrado las diferentes explicaciones darwinistas y he defendido algunos aspectos de esta presentación, por ejemplo, el hecho de que en esta presentación aparece como constitutivo lenguaje funcional (Ginnobili, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2011a). Aquí no trataré estos puntos.
- 5 Estrictamente, esta no es la ley fundamental de TSNA porque no siempre la conexión entre el rasgo y el éxito reproductivo se da a través de una mejora en la supervivencia. Esto no es así, por ejemplo, en el caso de la selección sexual (Ginnobili, 2010a). Pero esta versión menos general alcanza para el punto de este trabajo.
- 6 Aunque haya establecido la diferencia entre TSNH y TSNA, de vez en cuando utilizaré TSN, de todos modos, para referirme a la teoría de la selección natural de manera intencionalmente inespecífica o ambigua. Generalmente para citar la opinión de otros autores en donde esta diferencia no se hace.
- 7 A esta larga lista, Stegmann agrega una posibilidad más, pero no viene al caso discutirla.
- 8 Esto si la distribución está causada por el diferente éxito reproductivo de los organismos en cuestión. Puede ser que la distribución misma sea adaptativa, por ejemplo, el hecho de que en una población haya un cierto número de abejas obreras, un cierto número de zánganos, etc. En este caso, TSNH podría ser la teoría indicada para dar cuenta de la distribución.
- 9 Es interesante señalar Skipper y Millstein se refieren a TSN con cierta ambigüedad. Si bien generalmente tienen como referencia la versión que presentan, que como veíamos es una versión de TSNH, en el tratamiento de la regularidad del proceso de la selección natural parecen referirse a TSNA. Véase como ejemplo la siguiente cita: "Esto no implica negar que en la mayoría de las poblaciones, los pinzones más adecuados [...] serán probablemente los más prevaecientes. En otros términos, hay cierto grado de regularidad en lo que la selección natural produce" (Skipper y Millstein, 2005, p. 343). En este caso, parece que los resultados de la selección natural no son organismos más adaptados, sino una mayor representación en la población de ciertos organismos. Este sería un caso de aplicación de TSNA. Creo que ellos considerarían que TSNA tampoco podría ser considerado un mecanismo en los términos tratados, por tratarse de un principio probabilístico. El punto a señalar es que en toda su discusión debería distinguirse entre TSNA y TSNH, pues las razones por las cuales, si tienen razón, ninguno de los dos son mecanismos en los sentidos tratados, no son las mismas.
- 10 No es intención de este trabajo discutir las críticas realizadas por Fodor (2008) y por Fodor y Piattelli-Palmarini (2010), sino simplemente señalar la relevancia en estas discusiones de la distinción entre TSNH y TSNA. Para una discusión lúcida de las críticas de corte metateórico realizadas por estos autores a la selección natural puede consultarse Díez y Lorenzano (2012).

BIBLIOGRAFÍA

- Alleva, K., J. A. Díez y L. Federico (2012), "La teoría MWC (Monod, Wyman y Changeux): El sistema alostérico", *Ágora. Papeles de Filosofía* 31 (2): 225-250.
- Balzer, W. (1997), *Models for Genetics*. NY: P. Laing
- Balzer, W., C. U. Moulines y J. D. Sneed (1987), *An Architectonic for Science: the Structuralist Program*. Dordrecht, Lancaster: Reidel .
- Barbadilla, A. (1990), "La estructura de la teoría de la selección natural", en A. Ruiz y M. Santos (eds.), *Temas Actuales de Biología Evolutiva*, Barcelona: UAB.
- Barros, D. B. (2008), "Natural selection as a mechanism", *Philosophy of Science* 75: 306-322.
- Blanco, D. (2010), "Aproximación estructuralista a la teoría del origen común", en *VII Encuentro Estructuralista*, Santiago de Compostela.
- Bock, W. J. (2004), "Explanations in systematics", in D. M. Williams y P. L. Forey (eds.), *Milestones in Systematics*, Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 49-56.
- Brandon, R. (1990), *Adaptation and Environment*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Cadevall i Soler, M. (1998), *La estructura de la teoría de la evolución*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Casanueva, M. (1997), "Genetics and fertilization: A good marriage", in A. Ibarra y T. Mormann (eds.), *Representations of Scientific Rationality. Contemporary Formal Philosophy of Science in Spain*, Amsterdam/Atlanta: Rodopi, 321-358.
- (2011), "A structuralist reconstruction of the mechanism of natural selection in set theory and graph formats", en J. Martínez Contreras y A. Ponce de León (eds.), *Darwin's Evolving Legacy*, México: Siglo XXI, 177-192.
- Darwin, C. (1859), *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. London: John Murray.
- (1872), *The Origin of Species*, 6th ed. London: John Murray
- Díez, J. y P. Lorenzano (2012), "Who got what wrong? Fodor and Piattelli on Darwin: guiding principles and explanatory models in natural selection", *Erkenntnis* 78 (5): 1143-1175.
- Díez, J. A. (2005), "La explicación como subsunción modelo-teórica ampliativa", Bs. As.: Universidad Tres de Febrero.
- Endler, J. A. (1986), *Natural Selection in the Wild*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Federico, L. (2009), *Reconstrucción estructuralista de la bioquímica dinámica: las teorías de la bioquímica metabólica y de las vías metabólicas y sus "ejemplares"*. Doctorado en epistemología e historia de la ciencia, Buenos Aires: Universidad Nacional de Tres de Febrero.
- Fodor, J. (2008), "Against Darwinism", *Mind y Language* 23 (1): 1-24.
- Fodor, J. y Piattelli-Palmarini (2010), *What Darwin got Wrong*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Forber, P. (2005), "On the explanatory roles of natural selection", *Biology and Philosophy* 20: 329-342.
- Futuyma, D. J. (1986), *Evolutionary Biology*, Second Edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Gallie, B. W. (1955), "Explanations in history and the genetic sciences", *Mind* 64: 160-180.
- Ginnobili, S. (2009a), "Adaptación y función", *Ludus Vitalis* XVII (31): 3-24.
- (2009b), "El poder unificador de la teoría de la selección natural", en M. C. Barboza, J. D. Avila, C. Píccoli y J. Cornaglia Fernández (eds.), *150 años*

- después... *La vigencia de la teoría evolucionista de Charles Darwin*, Rosario: Universidad Nacional de Rosario, pp. 141-154.
- (2010a), “La teoría de la selección natural darwiniana”, *Theoria* 25 (1): 37-58.
 - (2010b), “La teoría de la selección natural darwiniana y la genética de poblaciones”, *Endoxa* (24): 169-184.
 - (2011a), “Función como concepto teórico”, *Scientiae Studia* 9 (4): 847-880.
 - (2011b), Tesis doctoral: *La estructura de la teoría de la selección natural - Elucidación de sus conceptos fundamentales, reconstrucción de su estructura y consecuencias del análisis sobre algunas discusiones metateóricas a su alrededor*. Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
 - (2012), “Reconstrucción estructuralista de la teoría de la selección natural”, *Ágora. Papeles de filosofía* 31 (2): 143-169.
- Glennan, S. S. (1996), “Mechanism and the nature of causation”, *Erkenntnis* 44: 49-71.
- (2002a), “Contextual unanimity and the units of selection”, *Philosophy of Science* 69: 118-137.
 - (2002b), “Rethinking mechanistic explanation”, *Philosophy of Science* 69 (Suppl.): S342-S353.
- Goudge, T. A. (1961), *The Ascent of Life*. Toronto: University of Toronto Press.
- Gould, S. J. (1989), *Wonderful Life*. New York: Norton y Company
- Havstad, J. C. (2011), “Problems for natural selection as a mechanism”, *Philosophy of Science* 78 (3): 512-523.
- Hull, D. L. (1999), “The use and abuse of sir Karl Popper”, *Biology and Philosophy* 14 (4): 481.
- Kitcher, P. (1981), “Explanatory unification”, *Philosophy of Science* 48 (4): 507-531.
- (1993), *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*. New York ; Oxford: Oxford University Press (Versión castellana de Hector Islas y Laura Manríquez, *El avance de la ciencia*, México: UNAM, 2001).
- Levy, A. (2013), “Three kinds of new mechanism”, *Biology and Philosophy* 28 (1): 99-114.
- Lewontin, R. C. (1972), “Testing the theory of natural selection”, *Nature* 236: 181-182.
- Lloyd, E. A. (1994), *The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory*. New Jersey: Princeton University Press.
- Lorenzano, C. (2010), “Estructuras y mecanismos en la fisiología”, *Scientiae Studia* 8: 41-69.
- (2012), “Estructura y génesis de la teoría humoral de la inmunología”, *Ágora. Papeles de filosofía* 31 (2): 195-224.
- Lorenzano, P. (1995), *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- (2005), “Ejemplares, modelos y principios en la genética clásica”, *Scientiae Studia* 3 (2): 185-203.
 - (2008), “Bas C. van Fraassen y la ley de Hardy-Weinberg: una discusión y desarrollo de su diagnóstico”, *Principia. Revista Internacional de Epistemología* 12 (2).
- Lorenzano, P., A. Donolo y L. Federico (2007), “La teoría de la bioquímica metabólica y sus ejemplos paradigmáticos”, *Filosofía e história da biologia* 2: 39-59.
- Machamer, P. K., L. Darden y C. F. Craver (2000), “Thinking about mechanism”, *Philosophy of Science* 67: 1-25.
- Manser, A. R. (1965), “The concept of evolution”, *Philosophy* 40: 18-34.

- Mendez, D. y M. Casanueva (2006), "A reconstruction of Darwin's pangenesis in a graph format", en G. Ernst y K. G. Niebergall (eds.), *Philosophie der Wissenschaft – Wissenschaft der Philosophie – Festschrift für C. Ulises Moulines zum 60. Geburtstag* Mentis: Paderborn, pp. 157-164.
- (2012), "Representación de dominios teóricos mediante retículos: el dominio de la herencia biológica durante el periodo 1865-1902", *Ágora. Papeles de filosofía* 31 (2): 109-141.
- Neander, K. (1988), "What does natural selection explain? Correction to Sober", *Philosophy of Science* 55 (3): 422-426.
- (1995), "Explaining complex adaptations: a reply to Sober's 'Reply to Neander'", *British Journal for the Philosophy of Science* 46 :583-587.
- O'Lery, M. (2010), "Consideraciones acerca de la teoría de radicales libres en el marco de la concepción estructuralista: aplicaciones intencionales", en P. García y A. Massolo (eds.), *Epistemología e historia de la ciencia*, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, pp. 450-458.
- (2012), "Análisis estructuralista de la teoría de radicales libres y su vínculo con la bioquímica de óxido-reducción", *Ágora. Papeles de filosofía* 31 (2): 251-270.
- Popper, K. (1957), *The Poverty of Historicism*. London: Routledge y Kegan Paul.
- (1979), *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, 2d ed. Oxford: Clarendon.
- Ruse, M. (1973), *The Philosophy of Biology*. London: Hutchinson y Co.
- Scriven, M. (1959), "Explanation and prediction in evolutionary theory", *Science* 130: 477-482.
- Skipper, R. A. y R. L. Millstein (2005), "Thinking about evolutionary mechanisms: natural selection", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36: 237-347.
- Smart, J. J. C. (1963), *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge and Kegan Paul
- Smart, J. J. C. (1968), *Between Science and Philosophy*. New York: Random House
- Sober, E. (1993), *The Nature of Selection*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Stegmann, U. E. (2010), "What can natural selection explain?", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 41: 61-66.
- Stephens, C. (2007), "Natural selection", in M. Matthen y C. Stephens (eds.), *Philosophy of Biology*, The Netherlands: Elsevier.
- Tuomi, J. y E. Haukioja (1979), "Predictability of the theory of natural selection: An analysis of the structure of the Darwinian theory", *Savonia* 3: 1-8.
- Williams, M. B. (1970), "Deducing the consequences of evolution: A mathematical model", *Journal of Theoretical Biology* (29): 343-385.
- (1973), "The logical status of the theory of natural selection and other evolutionary controversies", en M. Bunge (ed.), *The Methodological Unity of Science*, Dordrecht: Reidel, pp. 343-385.