



Darwin: entre Paley y Demócrito

Darwin: between Paley and Democritus

Gustavo Caponi

Departamento de Filosofia da
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis (Brasil)
Rua Esteves Jr., 605/1414
88015-530 Florianópolis — SC Brasil
gustavocaponi@newsite.com.br

CAPONI, G.: 'Darwin: entre Paley y Demócrito'.

História, Ciências, Saúde — Manguinhos, vol. 10(3): 993-1023, set.-dez. 2003.

Tras una breve revisión histórica sobre el desarrollo, a partir del siglo XIX hasta nuestros días, del problema del posible carácter teleológico de la explicación darwinista de la adaptación, nos planteamos nosotros mismos la cuestión teniendo como punto de partida la posición que Robert Brandon ha tomado sobre este tema. Con todo, yendo más allá de las tesis propuestas por este autor, y aproximándonos de las de Daniel Dennett, sostenemos que la explicación selectiva presenta una estructura que nos permite considerarla como siendo más semejante a la explicación intencional que a la explicación causal propia de la física.

PALABRAS CLAVE: selección natural, teleología, darwinismo, Brandon, Dennett.

CAPONI, G.: 'Darwin: between Paley and Democritus'.

História, Ciências, Saúde — Manguinhos, vol., 10(3): 993-1023, Sept.-Dec. 2003.

The article offers a brief overview of the question of the possible teleological nature of the Darwinist explanation of adaptation, following this issue's development from the nineteenth century to the present. The question is initially approached from the perspective of Robert Brandon's position but, moving beyond this author's theses to those of Daniel Dennett, the text goes on to argue that natural selection lies closer to an intentional explanation than to physics's causal explanation.

KEYWORDS: natural selection, teleology, Darwinism, Brandon, Dennett.

Darwin made it possible for us to see nature simultaneously with the eyes of a child and of a philosopher.

John Maynard Smith

Presentación

Casi coincidiendo en su punto de partida con la teología natural que encontramos en Paley (1996[1805]) e incluso en Linné (1972[1760]), el argumento presentado en el *Origen de las especies* se basa en la presunción de que el mundo orgánico puede y debe ser comprendido en función de las adaptaciones que allí se manifiestan pero sin que para ello sea necesario apelar a la idea de un artífice supremo (Campbell, 1983, pp. 192-3; Ruse, 1983, p. 233; Gould, 1983, p. 115; Coleman, 1985, p. 104; Mayr, 1998c, p. 128). Por eso, aun cuando es cierto que para atribuir ese diseño a la selección natural era necesario primero socavar la presunción, clave para la teología natural, de que esas adaptaciones fuesen perfectas (Darwin, 1859, p. 450; Gould, 1983, p. 99; Cronin, 1993, p. 25; Williams, 1996, p. 16); podemos todavía convenir con Niles Eldredge (1995, p. 184) en que si existen dos cosas que no se discuten entre los evolucionistas ellas son la idea de que “hay diseño en la naturaleza” y la tesis de que es “la selección natural la que efectúa ese estrecho calce (fit) entre los organismos y el ambiente”. Siendo esto es tan válido para el ‘darwinismo heroico’ del siglo XIX como para el actual.

Pero, si el delineamiento de una estrategia plausible para explicar la adaptación biológica sin apelar a la teología del artífice supremo constituye, sin duda, el aspecto más significativo de la revolución darwiniana, no por eso deja de ser uno de los más controvertidos; y esto con prescindencia, incluso, de cualquier cuestión religiosa o metafísica. En efecto, desde la publicación del *Origen de las especies* se ha discutido (Grene, 1999, p. 11; Hull, 1973, p. 60), y se continua discutiendo, hasta qué punto esa estrategia de explicación supone o no, ella misma, una perspectiva teleológica. Según algunos autores, el darwinismo propondría una explicación mecánica semejante a las de la física; pero, para otros, esa explicación, aun siendo distinta de la teológica, sería diferente de aquellas que desde Galileo en adelante buscamos para todo fenómeno natural (Von Wright, 1980, p. 17 y ss.). ¿Es la explicación darwinista una explicación mecánica o constituye algún tipo peculiar de explicación teleológica? He ahí una cuestión cuya formulación es, con certeza, mucho más simple que su planteo; y he ahí, por fin, el recurrente y transitado tópico que nos ocupará en este trabajo.

No se trata, claro, de discutir el carácter orientado de la evolución. La selección natural, además de no ser un proceso progresivo en donde las formas globalmente más perfectas sustituyan a las globalmente menos perfectas, es también totalmente incompatible con la idea de

una evolución preordenada (Jacob, 1979, p. 161 y ss; Gould, 1991, p. 299 y ss.). En su permanente y zigzagueante búsqueda de óptimos locales (Elster, 1989, p. 17 y ss.), el oportunismo ciego, o por lo menos miope, de la selección natural, además de desabonar cualquier idea de una meta trascendente para la evolución como podría serlo el punto omega de Theilard de Chardin (1955), también supone la ausencia de cualquier dirección pautaada por leyes como las que en contra del darwinismo postulaban los defensores de las teorías ortogenéticas (por ejemplo, Rutkiewicz, 1933, p. 39 y ss.; Crusafont Pairó, 1967, p. 125 y ss.; Grassé, 1979, p. 137 y ss.).

El darwinismo, digámoslo desde el inicio, no es un evolucionismo; y esto implica tanto una ruptura con la presunción de que la evolución estaría llamada a realizar un plan o a alcanzar una meta como con la sospecha de que la evolución estaría pautaada por leyes o fuerzas, vitales o mecánicas, que la impulsarían en alguna dirección en particular o le imprimirían alguna tendencia definida. Todas esas ideas, lo sabemos, forman parte de la heterogénea galería de las teorías alternativas al darwinismo (Bowler, 1989, p. 268, 1985, p. 161; Mayr, 1983, p. 107); y no es nuestra intención discutir aquí qué es lo que podría haber de común, que en nuestra opinión es muy poco, entre este y aquellas.¹ Lo que está aquí en juego es algo distinto: se trata, como lo acabamos de decir, de discutir hasta qué punto y bajo qué consideraciones la explicación de la adaptación local de las formas orgánicas que se deriva de la teoría de la selección natural puede, o no, ser considerada como una explicación diferente de las explicaciones físicas y en algún sentido como una explicación teleológica.

Así, yendo un poco más lejos de lo que fueron autores como Brandon (1999, p. 383), Sober (1993a, p. 82), Lennox (1993, p. 409) o Ayala (1999, p. 3), no sólo sostendremos una respuesta afirmativa para esta cuestión, sino que incluso intentaremos mostrar que existe un estrecho, pero legítimo, isomorfismo entre la explicación intencional de la acción y la explicación seleccional de la adaptación. Esta aproximación entre ambos modelos explicativos provee, creemos, un subsidio y cierta claridad adicional a la tesis de Dennett (1991, p. 230; 1995, p. 187; 2000, p. 342) según el cual la principal contribución de Darwin sería la de habernos mostrado un modo no-teológico de aplicar la perspectiva intencional en el estudio de las estructuras orgánicas.

Entre el azar y la providencia

Recordemos, sin embargo, que si bien es cierto que hoy esa discusión debe tramitarse básicamente en el plano meta-científico sin implicar necesariamente un cuestionamiento del darwinismo (cfr. Krieger, 1998; Lennox, 1994); en el pasado las cosas no eran así: la presencia o ausencia de un elemento teleológico en la teoría de la selección natural era considerado un aspecto crucial para su evaluación como explicación

¹ Sobre esta cuestión cabe recurrir al libro organizado por Wagensberg y Agustí (1998). En el mismo se incluyen trabajos de Micael Ruse, David Hull y de otros autores dispuestos a rediscutir y aclarar el lugar que la noción de progreso y las posibles tendencias o direcciones de la evolución pueden llegar a tener dentro de la biología actual.

científica (Lennox, 1993, p. 416). Así, mientras algunos autores, como Ernst Haeckel (1919, p. 12, 1898, p. 9) y Fritz Müller (1990[1863], p. 26) saludaban a Darwin como siendo el *Newton de la brizna de hierba* que, contradiciendo a Kant, había liberado a la ciencia natural de todo residuo de teleología (cfr. Cassirer, 1948a, p. 200); otros, como Rudolf von Kölliker (1864), impugnaban su teoría por considerar que, pese a su retórica naturalista, la misma no dejaba de apelar, de cierta forma, a causas finales. Y esta continuó siendo la posición de muchos biólogos experimentales hasta bien entrado el siglo XX. Tal era el caso de Dastre (1906, p. 50) en 1902; pero también el de Erik Nordenskiöld (1949, p. 543) en 1929 (cfr. Cronin, 1993, p. 50) y el del propio Morgan en 1930 (cfr. Mayr, 1998c, p. 93).

Existían, sin embargo, críticas en sentido contrario: influyentes filósofos como los británicos John Herschel (1861, p. 12n) y William Whewell (cfr. Ruse, 1983, p. 310) o como el francés Pierre Janet (1882, p. 364), pero también naturalistas como Adam Sedgwick (1860), von Baer (1873) o Louiz Agassiz, St. George J. Mivart y William Carpenter (cfr. Bowler, 1985, p. 60 y ss; Lenoir, 1989, p. 270 y ss.) insistieron en la idea de que la negación de toda causa final inhibía al darwinismo de darnos una explicación plausible de la adaptación biológica. Y si bien es cierto que este último contingente de objeciones estaba en general asociado a posiciones teológicas o metafísicas, no por eso las mismas dejaron de tener eco en toda la comunidad científica. El neo-lamarckismo puramente naturalista de finales del siglo XIX e inicios del siglo XX estuvo, en cierto modo, motivado por esa aparente incapacidad del darwinismo que aquellos autores denunciaban (Bowler, 1989, p. 227; Buican, 1984, p. 137 y ss.).

Pero, algo semejante también puede decirse de ciertos biólogos franceses como Lucien Cuenot (1941, p. 6), Jean Rostand (1951, p. 202) y, más tardíamente aun, Pierre Grassé (1977, p. 210) que sin ser definitivamente lamarckianos siempre supieron, aun bien entrado el siglo XX, mostrarse insatisfechos con la explicación (neo)darwinista de la adaptación (Boesinger, 1998, p. 316; Limoges, 1980, p. 323). Y aun en los países anglófonos, el enigma de la perfección, el viejo problema del ojo, continuó y continúa siendo, de Koestler (1969, p. 3) a Denton (1988, p. 352), pasando por Gordon Rattray Taylor (1983, p. 94), uno de los tópicos más socorridos y transitados por aquellos que, en un gesto que recuerda a los ufólogos, gustan de denunciar una suerte de conspiración darwinista que acallaría y ocultaría todas las dificultades y anomalías a las que la teoría de la selección natural no podría responder.

Se puede decir, así, que el darwinismo ha tenido que enfrentar y, definitivamente, responder críticas hechas desde dos flancos cuyas posiciones a su vez son mutuamente contradictorias (Cronin, 1993, p. 19). Algunos, desconsiderando o minimizando el papel y el poder de la selección natural, impugnaron al darwinismo por supuestamente pretender explicar la adaptación en base al mero azar; y otros lo

impugnaron por encubiertamente ir más allá de ese azar apelando a alguna suerte de designio o intencionalidad. El primer grupo, como apunta Helena Cronin (1993, p. 20), argumentaba “que la conclusión del darvinismo (la complejidad adaptativa) no se seguía de sus premisas”; y el segundo, como continúa la misma autora, argumentaba que efectivamente lo hacía “pero sólo porque el diseñador había sido contrabandeado por la puerta trasera”.

Dos líneas de crítica que comparten una misma falacia: la presunción de que entre Demócrito y Paley, entre el ciego azar y el diseño deliberado, no existe una tercera alternativa (Cronin, 1993, p. 20; Hull, 1973, p. 60); y dos tipos de objeciones que, pese a la contradicción que existe entre las posiciones en las que se afirman, no dejan de guardar cierta solidaridad y complementariedad entre sí: los primeros, por decirlo de algún modo, son los críticos del cómo podría el darvinismo explicar que... (donde después del *que* se sigue la descripción de alguna *maravilla* de la naturaleza) y los segundos son aquellos que, cuando la respuesta es formulada o simplemente sugerida, la misma les parece, siempre, demasiado fácil, ingenua, antropomórfica o especulativa.

Pero si es cierto que “se ha acusado a Darwin de ser *teleologista* y al mismo tiempo de no serlo” (Grene, 1999, p. 11), es importante reconocer también que ese conflicto, entre una interpretación mecanicista del darvinismo y otra que tiende al reconocimiento y a la vindicación de un elemento teleológico en la teoría de la selección natural, no ha sido ajeno al propio campo darviniano. Algunos autores, siguiendo en eso a Haeckel, celebran el supuesto carácter mecánico de la explicación darvinista. Otros, en cambio, se aproximan en cierto modo a Thomas Huxley (1894, p. 83) y, según Francis Darwin (1892, p. 308), también a su padre cuando reivindican una cierta teleología *sui generis* que el darvinismo nos pondría en condiciones de considerar (cfr. Smith, 1977, p. 339; Gilson, 1976, pp. 194-6; Lennox, 1993, p. 409). Así y como Rosemberg (1985, pp. 45-6) ha observado, la teoría de la selección natural ha servido tanto para mostrar la prescindibilidad de toda teleología en biología como para mostrar su legitimidad.

Conforme la primera perspectiva, el argumento de Darwin sería “uno de los puntos culminantes en la historia del mecanicismo biológico”; porque al explicar la evolución “por la ciega necesidad de las leyes físicas reduce de un modo impecable la causalidad teleológica a causalidad mecánica” (Garrido, 1973, p. 159) y nos permite, como afirma François Jacob (1974, p. 22), “reemplazar la intención, el designio que parece guiar la evolución del mundo viviente, por un sistema de causalidad física”. Así, “uno de los grandes méritos de Darwin”, diría Julian Huxley (1965[1943], p. 393) contradiciendo a su abuelo Thomas, sería el haber mostrado que “la finalidad de la estructura y función orgánica es tan sólo aparente” y que “la teleología de la adaptación es una *seudo teleología* que puede explicarse por verdaderos principios mecanicistas, sin la intervención de un propósito consciente o

subconsciente por parte del organismo o por parte de algún poder exterior”.

Aunque, si preferimos las palabras un poco más prudentes de Popper (1974, p. 245), podemos simplemente decir que, desde este punto de vista, el mérito del darwinismo consistiría en haber mostrado que “en principio era posible reducir la teleología a la causación mediante la explicación, en términos puramente físicos, de la existencia en el mundo de planes y propósitos”. Pero, de un modo u otro, parecería que por la mediación de la teoría de la selección natural el problema del diseño de las formas vivas quedaba resuelto “en unos términos que Demócrito y Descartes hubieran admitido” (Smith, 1977, p. 320).

En contrapartida, para los defensores de la segunda perspectiva, la principal contribución de Darwin no habría consistido en excluir la finalidad de la biología, sino en mostrar cómo es que ésta puede ser analizada dentro de una perspectiva científica (Montalenti, 1983, p. 33; Lennox, 1993, p. 418; Martínez, 1998, p. 37). Allí donde sólo parecía haber una reflexión teológica, Darwin nos habría mostrado la forma y la posibilidad de un nuevo dominio de indagación científica: una nueva forma de preguntar ‘¿por qué?’ y una nueva forma de responder a esas preguntas que, claro, era diferente de todas las conocidas (Dennett, 1995, p. 25). Pero, si en siglo XIX, esta perspectiva fue sugerida por Thomas Huxley y Francis Darwin (1892, p. 308n) para aclarar el modo en que la teoría de la descendencia con modificaciones se situaba frente al conflicto entre biólogos morfologistas y biólogos funcionalistas que E.S. Russell (1916, p. 78) analizó en *Form and function* (cfr. Ruse, 1983, p. 234; Cassirer, 1948a, p. 205); en el siglo XX, la misma reaparece como tópico de filosofía de la ciencia. Lo que se discute no es la satisfactoriedad o suficiencia de la teoría sino su carácter o su forma.

Y en lo que atañe a esto, no se puede menos que reconocerle un papel pionero a Ernst Cassirer (1948a, pp. 203-4), para quien el darwinismo efectivamente había permitido resolver un problema pendiente desde la tercera crítica: el de determinar “si la categoría de lo teleológico podía mantener su lugar en la descripción y en la exposición científica de los fenómenos de la vida como verdadero principio de ordenación o si carecía ya de razón de ser y debía, por tanto, prescindirse de él para siempre”. Pero, en su opinión, el darwinismo no da a esa cuestión la respuesta que Haeckel y tantos otros le atribuían. Desde su perspectiva, al estar “inseparablemente unidos”, no sólo “al planteamiento mismo del problema de la teoría darwinista” sino también a las “soluciones concretas que (ésta) aporta”, los “conceptos de fin ocupan un lugar fijo en ella y se revelan, no ya como admisibles, sino, sencillamente, como indispensables”.

Por lo demás, y como con toda razón también Cassirer (1948a, p. 204) observaba, ninguna teoría científica sobre lo viviente anterior, ni siquiera la de Lamarck, “ha atribuido al concepto de fin tanta importancia ni ha hecho tanto hincapié en él como el darwinismo”. Este “enfoca

desde el punto de vista de su conservación, no algunos, sino sencillamente *todos* los fenómenos de la vida”. De hecho podemos agregar nosotros, la tan citada afirmación de Dobzhansky (1973, p. 125) según la cual “nada en biología tiene sentido sino es considerado a la luz de la evolución”, en la práctica y en su espíritu no significa otra cosa que en última instancia nada en biología tiene sentido sino es considerado a la luz de la selección natural. Es decir, en función de las presiones selectivas que en algún momento operaron sobre una población o sobre los ancestros de la misma. Siendo que era en eso que Darwin (1859, p. 200) pensaba cuando en *On the origin of species* nos decía que “cada detalle de estructura de toda criatura viviente ... puede considerarse de utilidad especial para alguna forma ancestral o de utilidad especial en la actualidad para los descendientes de dicha forma, sea directa o bien indirectamente, a través de las complejas leyes del crecimiento”.

Con todo, y en contra de lo que Michael Ghiselin (1997, p. 294) parece querer sugerir, esta reivindicación de la teleología darwiniana no ha sido sólo cosa de tristes y pobres filósofos trasnochados. Además de personajes tan dispares como Etienne Gilson (1976, p. 186 y ss.) y Daniel Dennett (1995, p. 129), han sido biólogos evolucionistas como Konrad Lorenz (1981, p. 51) o Dobzhansky (Dobzhansky *et al.*, 1980, p. 499) los que han considerado que la explicación por selección natural debe ser entendida, ella misma, como una explicación teleológica. Y ese también es el caso de Francisco Ayala (1999, 1998a-b, 1995, 1970) que, otra vez en contra de lo que Ghiselin (1997, p. 294) afirma, no sólo se permite la utilización de un lenguaje propositivo, sino que también de manera coherente y sostenida, ha venido defendiendo desde 1970 esa interpretación teleológica del darwinismo.

Ha surgido, sin embargo, lo que podría llegar a ser considerado como una tentativa de conciliar ambas interpretaciones del darwinismo: nos referimos a aquella propuesta por Robert Brandon (1990, p. 159 y ss.). Marjorie Grene (1999, p. 11), que celebra esta posición como siendo una respuesta definitiva para la cuestión que nos ocupa, la resume así: “en una explicación seleccionista, es el *explicandum* que se muestra teleológico, pero la explicación es puramente causal, sin huella alguna de teleología”.

Según Brandon (1990, p. 188), “las explicaciones de la adaptación son teleológicas en el sentido que son respuestas a preguntas *para qué* (what for questions)” y “las *preguntas para qué* demandan explicaciones teleológicas” (Brandon, 1996, p. 41). Así, y a diferencia de Ghiselin (1994), este autor no considera la terminología fuertemente finalista que Darwin (cfr. Lennox, 1993, p. 412 y ss.) y muchos de sus seguidores actuales utilizan como si fuese una simple ‘manera de hablar’. Desde su perspectiva, la nada inusual referencia en los textos darwinistas a causas finales (Darwin, 1977[1861], pp. 59-60), propósitos, diseños (Darwin, 1996[1877], p. 284; Dawkins, 1996, p. 14; Monod, 1971, p. 38; Wainwright

et al., 1980, p. 13; Williams, 1997, p. 29, 1996, p. 9) o, incluso, optimización (Dawkins, 1995, p. 12; Maynard Smith, 1997, p. 91 y ss.; Weibel, 1995, p. 1) aparece como un recurso legítimo y necesario para describir y analizar el fenómeno de la adaptación biológica. Después de todo, y tal como George Gaylord Simpson (1974, p. 20) alguna vez apuntó, “las estructuras y procesos de los organismos son útiles, realizan funciones y no existirían ni ocurrirían si no fuera así”.

Pero sostiene también Brandon (1990, p. 189), las explicaciones que para tales fenómenos teleológicos el darwinismo nos ha enseñado a construir, al mismo tiempo en que pueden ser consideradas teleológicas, continúan siendo mecánico-causales en tanto y en cuanto no apelan ni a una causalidad retroactiva (*backwards causation*) ni a cualquier designio o plan supra-empírico para el mundo viviente. Las explicaciones darwinistas de la adaptación podrían ser consideradas así como “explicaciones mecanicistas de fenómenos teleológicos” o, también, como respuestas mecanicistas para preguntas teleológicas.

Es de notar sin embargo, que, casi subrepticamente, Brandon acaba usando el término ‘mecanicista’ en un sentido diferente que aquel que es mentado cuando se afirma que el darwinismo explica la adaptación por la ciega necesidad de las leyes físicas. Brandon no sólo no llega a afirmar que el darwinismo permita una eliminación o reducción de la teleología, sino que tampoco se permite decir, por lo menos explícitamente, que esa explicación mecánica (pero aparentemente no reductiva) de la teleología sea una explicación estrictamente física. En su exposición, el término ‘mecánico’ es vagamente usado como sinónimo de ‘no intencional’ o de ‘no orientado por metas’ y no exactamente como sinónimo de ‘físico’. Cabe decir, por eso, que por lo menos en lo que atañe a su formulación, esta posición es más débil que la de François Jacob o Karl Popper y hasta podría pensarse que en definitiva Brandon está más cerca de Ayala y de Lennox que de aquellos que sostienen una visión haeckeliana del darwinismo.

La lectura de ‘Biological teleology: questions and explanations’ de 1981 (Brandon, 1996) nos autorizaría a hacer esto último. Sobre todo cuando en *Adaptation and environment* no encontramos nada que pueda sugerirnos que este nuevo tratamiento del tema esté implicando una revisión o rectificación (cfr. Brandon, 1990, p. 188n) de lo dicho en aquel artículo donde se sostenía que “la teoría de la adaptación es la mejor, y quizá la única, teoría científica teleológica desarrollada” (Brandon, 1996, p. 42). Después de todo, lo que Brandon sostendrá en 1990 (p. 159) es que “en un sentido importante” las explicaciones de la adaptación son teleológicas aun cuando “ese aspecto teleológico deba ser explicado en términos puramente mecánicos”; y es esa misma interpretación teleológica del darwinismo la que parece ratificada en la afirmación de que “en la era post-darwiniana la selección natural ha tomado el lugar de Dios en las atribuciones teleológicas”(Brandon, 1999, p. 383).

El problema, sin embargo, persiste. Porque aunque quede claro en qué sentido se dice que esas explicaciones son teleológicas (responden a preguntas del tipo *what for?*) (Brandon, 1996, p. 41, 1990, p. 188), continuamos sin saber en qué sentido se dice que esa teleología queda mecánicamente explicada. Pero atención: no se trata de decir que Brandon deje de presentarnos una caracterización clara o satisfactoria de la explicación por selección natural. En general, tendríamos poco o casi nada para objetar o agregar a su idea de que una explicación ideal completa de la adaptación requeriría estos cinco elementos:

(1) Evidencia de que la selección ha ocurrido, es decir, de que algunos tipos están mejor adaptados que otros en el ambiente selectivo relevante (y de que esto ha resultado en reproducción diferencial); (2) una explicación ecológica del hecho de que algunos tipos están mejor adaptados que otros; (3) evidencia de que las características en cuestión son heredables; (4) información sobre la estructura de la población tanto desde un punto de vista genético como selectivo, es decir, información sobre los padrones de intercambio genético y sobre los padrones de los ambientes selectivos de dicha población; y (5) información filogenética concerniente a qué cosa ha evolucionado a partir de qué otra, es decir, relativa a cuáles caracteres son primitivos y cuáles heredados” (Brandon, 1990, p. 165).

Pero el análisis que Brandon (1990, pp. 166, 172) hace de lo que sería una explicación ecológica de la selección en conjunción con su pertinente puntualización de que el concepto de adaptación supone el carácter alternativo de la estructura así caracterizada, nos lleva a pensar no sólo que desde su perspectiva no cabe una identificación lisa y llana de la noción de explicación mecánica con la noción de explicación física, sino que es ese mismo análisis lo que nos persuade de que en general no cabe considerar la explicación seleccional² como si fuese una forma de explicación física.

² Nos hemos permitido introducir una ligera modificación en la terminología habitual: así como se habla de explicación causal o de análisis o explicación funcional, nos pareció más adecuado hablar de explicación seleccional que de explicación selectiva. Esta última expresión es literalmente inadecuada porque parece indicar que la explicación en cuestión introduce, ella misma, algún tipo de preferencia o exclusión.

Estructura y objetivo de la explicación seleccional

En tal sentido, y en lo atinente a la primera cuestión, podemos comenzar recordando que, tal como Brandon (1990, p. 171) apunta, la explicación ecológica de las estructuras adaptativas (lo que en nuestra opinión constituye el núcleo de la explicación seleccional) debe siempre partir del presupuesto de que estamos ante el caso de una característica cuyos “portadores están mejor adaptados a un ambiente selectivo particular que los portadores de estructuras alternativas”. Una adaptación, podemos decir, “es una variante fenotípica que produce la mayor aptitud (*fitness*) entre un conjunto especificado de variantes en un ambiente dado” (Revé y Sherman, 1993, p. 1); y esto significa que estamos ante

una noción estrictamente relativa (Brandon, 1996, p. 5 y ss.; 1990, p. 11 y ss.). Cuando decimos que una estructura es una adaptación nos comprometemos con la hipótesis de que en un determinado ambiente la misma contribuye, o ha contribuido, al éxito reproductivo de sus portadores en mayor grado que alguna forma alternativa (Brandon, 1990, p. 171). Por eso, la explicación darvinista debe siempre aludir a las condiciones bajo las cuales la característica positivamente seleccionada pudo resultar mejor o más ventajosa (en términos del éxito reproductivo de sus portadores) que una o más alternativas fisiológicamente viables y efectivamente presentes en una población.

Así, y recurriendo al ejemplo propuesto por el propio Brandon (1990, p. 163), podemos decir que la tolerancia a metales pesados, desarrollada por ciertas plantas que crecen en suelo contaminado por esas sustancias, constituye una adaptación sólo en la medida en que esa propiedad se halla difundido allí en virtud de que los individuos tolerantes gozaban, en ese medio contaminado, de un mayor éxito reproductivo que los individuos no tolerantes que se supone también integraban inicialmente esas poblaciones (Brandon, 1990, p. 172). En caso contrario (es decir, si con anterioridad a la exposición de dichas poblaciones a la presencia de metales pesados, todas las plantas allí presentes hubiesen sido tolerantes a esas sustancias), no caracterizaríamos a esa propiedad como una adaptación. En lugar de eso, podríamos apelar al término amonedado por Gould y Vrba (1998, p. 521) en un celebre artículo de 1982 y decir que esa tolerancia a los metales pesados constituye una exaptación.³

Más aún: si siendo este el caso constatásemos que en ciertos medios libres de contaminación las plantas pierden esa característica primitiva, podemos vernos llevados a considerar que la adaptación, lejos de ser la tolerancia para tales metales, sería precisamente la no tolerancia (Brandon, 1990, p. 173). Y esta última expresión no sería, como observa Brandon otra cosa que un mal nombre para el conjunto de propiedades que distinguiendo a esas plantas de las que son tolerantes las hace mejor adaptadas que estas a los ambientes no contaminados (Brandon, 1990 pp. 173-174). La pérdida de esa tolerancia podría no ser otra cosa que el efecto secundario de un cambio metabólico que, tal vez por optimizar el aprovechamiento de los nutrientes disponibles, sería rápidamente premiado por el oportunismo de la selección natural.

“Sin información sobre qué cosa ha evolucionado a partir de qué otra cosa, no tiene sentido hipotetizar que una característica sea una adaptación” (Brandon, 1990, p. 171); y por esa razón, la explicación darvinista no puede prescindir jamás de información histórica sobre el proceso por medio del cual una característica orgánica fue seleccionada (Williams, 1996, p. 263). Siendo en ese sentido preciso y limitado, cabe decir que estamos ante una explicación y/o concepción etiológica de la adaptación (Wright, 1998 [1973]).

³ Brandon (1990, p. 172n) comete una equivocación terminológica cuando, en ese mismo ejemplo, utiliza el término adaptación sin tener en cuenta que para Gould y Vrba, adaptaciones y exaptaciones son los dos tipos diferentes de adaptaciones.

Así, para que una estructura puede ser considerada una adaptación no es suficiente con constatar que la misma tenga (o haya tenido) un rol causal (o función) en el incremento del éxito reproductivo diferencial de sus portadores. Para que de la constatación de la mera función adaptativa de una estructura podamos pasar a la afirmación de que la misma constituye una adaptación es menester que su frecuencia relativa a otras estructuras alternativas se haya visto incrementada por el hecho de que la misma contribuía al éxito reproductivo de sus portadores. O dicho de otro modo, para que una estructura sea considerada una adaptación debemos atender a dos requisitos diferentes:

1. La estructura debe haber contribuido ella misma al incremento del éxito reproductivo de sus portadores; y
2. Comparada con un estado anterior de la población, la frecuencia de esa estructura en relación a una alternativa individualizable debe haberse incrementado.

Sin atender a 1, podemos no distinguir entre estructuras cuya difusión se debe a mera *selection of* y estructuras que obedecen a genuina *selection for* (Sober, 1993a, p. 97, 1984, p. 50); pero sin atender a 2, podemos no distinguir entre una verdadera adaptación y una simple exaptación. Por eso, es menester no confundir la explicación selectiva darwiniana de la presencia o frecuencia de una estructura en una población con una simple descripción del modo en que esa estructura actúa en beneficio de sus portadores o está asociada a alguna estructura que produce tales beneficios. Como sabemos, “el hecho de que una característica sea beneficiosa para su poseedor no es una condición ni necesaria ni suficiente para considerar que la misma sea una adaptación” (Brandon, 1990, p. 43). Ser una adaptación, podemos decir, no es lo mismo que ser adaptativo (Sober, 1993b, p. 84; Sterelny y Griffiths, 1999, p. 218).

El apéndice humano, por ejemplo, es una adaptación aun cuando en el presente no sea en nada beneficioso para nosotros. Como ya no necesitamos digerir celulosa, de nada nos sirve ese nido de bacterias simbióticas capaces de descomponer dicha sustancia. Sin embargo, esa estructura anatómica, habiendo dejado de ser adaptativa, continua siendo una adaptación. “Ella evolucionó por selección natural porque incrementaba la aptitud de nuestros distantes ancestros” (Sterelny y Griffiths, 1999, p. 218). Mientras tanto, una característica que sin tener ningún valor selectivo se difunde en una población por el simple hecho de ser el efecto secundario de otra característica que sí tiene ese valor puede, por la mediación de un cambio ecológico, tornarse beneficiosa o adaptativa, sin por eso devenir una adaptación.

Tal podría ser el caso, por ejemplo, del hedor que un insecto X produce como resultado de su metabolización de algún veneno presente en el ambiente. Ese hedor de pronto puede tornarlo desagradable para una especie de pájaro que ha comenzado a colonizar esa región y que,

según nos consta, en otras regiones se alimenta de una especie Y de insecto semejante a X que, por no estar sometida a la acción de ese veneno, no produce ese hedor. Este, o si se prefiere la capacidad de producirlo, deviene así una estructura adaptativa sin por eso transformarse, estrictamente hablando, en una adaptación.

Puede pensarse incluso en un ejemplo más contundente: un vertebrado sin corazón parece sin reproducirse; y en ese sentido puede decirse que el corazón tiene una función en el incremento del éxito reproductivo de sus portadores. Pero ese hecho no sirve para explicar el origen del corazón en términos darvinistas. En contra de lo que el primer Rosemberg (1985, p. 46) sugería, las explicaciones funcionales a la Harvey no anticipan a las narraciones adaptacionistas a la Darwin. Para tener una explicación darvinista de la forma más primitiva de corazón debemos fragmentar esa historia en una serie de pasos tal, que cada uno de los cuales constituya una alternativa entre dos o más modos fisiológicamente posibles de cumplir con un determinado papel adaptativo (que puede ser o no ser semejante a aquel que ese órgano hoy posee) y mostrar bajo qué condiciones la alternativa que conducía directo al corazón resultaba, en ese momento, más económica o más eficiente que su(s) posible(s) alternativa(s).

Esa es, por otra parte, la estrategia de explicación evolutiva, no sólo para cualquier órgano de extrema perfección (Darwin, 1859, p. 186; Gould, 1983, p. 116 y p. 122) sino también para cualquier estructura que en un determinado momento de la historia de una especie cumpla una función (fisiológica) imprescindible. Características orgánicas que puedan ser calificadas como físicamente necesarias o como fisiológica o morfológicamente imprescindibles en organismos de un determinado tipo no pueden ser objeto de narraciones adaptacionistas a no ser que podamos remitirnos a una instancia en donde esa necesidad se disuelva. El análisis adaptativo, en suma, sólo se aplica en aquellos casos y contextos en que una característica puede ser considerada como contingente (u opcional) en términos físicos, químicos, fisiológicos o morfológicos (Williams, 1996, p. 261).

La explicación darvinista es siempre, en este sentido, la explicación de una diferencia (Lewontin 2000, p. 9; Werner, 1999, p. 16) o, incluso, de algo así como una opción entre dos alternativas (Cronin, 1993, p. 67); y esto significa que no se trata, entonces, de explicar cómo algo ocurre o actúa sino de mostrar por qué eso pudo ser mejor que otra cosa que se presentaba como alternativa. Es decir, no se trata simplemente de saber lo que algo hace, sino de saber en qué sentido lo hace mejor que alguna alternativa efectiva (cfr. Dawkins, 1995, p. 15 y ss.). La pregunta deja de ser simplemente ¿qué es lo que X hace? o, incluso, ¿para qué sirve X?; y, en lugar de ello, nos encontramos con una interrogación doble: ¿qué es lo que x hace mejor que z? y ¿en qué sentido lo hace mejor?. Sin responder a esas dos preguntas no hay explicación seleccionista completa. Podemos, sin embargo, intentar

condensar esa dupla en una única fórmula interrogativa: ¿por qué (es decir, bajo la acción de qué presiones selectivas) P pudo resultar mejor que R en el contexto T? He ahí el objetivo explanatorio de las explicaciones darvinistas.

Así, ante una especie de pájaros que ponen por lo general cuatro huevos, y no tres o cinco como los de otra especie con la cual están emparentados, el darwinismo nos lleva a pensar de que debe haber alguna (buena) razón para que las cosas sean de ese modo, que para esos pájaros, y dadas las condiciones en la cual viven, cuatro huevos son mejores, en cierto modo, que tres o cinco (Dennett, 1991, p. 247), surgiendo a partir de ahí conjeturas sobre gastos de energía, probabilidad de supervivencia, escasez de comida, etc. que llevan a la formulación de una hipótesis contrastable según la cual, en ese contexto local y dadas las alternativas presumiblemente disponibles, aquella era la mejor alternativa viable (cfr. Dennett, 1991, p. 247; Maynard Smith, 1997, p. 92; Williams y Nesse, 1996, p. 23). Como vemos, el éxito reproductivo diferencial guarda con la explicación darvinista de las adaptaciones una relación análoga a aquella que la utilidad marginal guarda con la explicación económica de las acciones (cfr. Dawkins, 1995, p. 19; Mueller, 1996, p. 105; Elster, 1992, p. 53; Mc Neill, 1996, p. 141).

Por eso, ante una estructura orgánica cualquiera, el darwinismo no sólo nos lleva a operar una suerte de retro-ingeniería (*reverse engineering*) o de hermenéutica de lo viviente (Dennett, 1995, pp. 212, 214) cuya lógica es por lo menos muy próxima de aquella que conduce el análisis de un arqueólogo o de un historiador que intenta reconstruir la finalidad y el funcionamiento de una herramienta o una máquina antigua, sino que incluso, para que ese análisis sea completo, la biología evolutiva actual nos pide que la perspectiva del ingeniero, o si se quiere del *bricoleur*, tan cara al darwinismo clásico, sea complementada por la perspectiva del economista (Dawkins, 1995, p. 15; Cronin, 1993, p. 67). A diferencia del Dios de Paley, y como los ingenieros realmente existentes (cfr. Simon, 1996, p. 25 y ss.), la selección natural es un diseñador que actúa en un mundo de escasez (cfr. Williams y Nesse, 1996, p. 19).

La diferencia crucial entre esos ingenieros-economistas y la selección natural está, simplemente, en el procedimiento por el cual suponemos que se recorre el universo de las soluciones posibles. En un caso se trata de la deliberación de agentes intencionales, más o menos miopes, que actúan conforme a metas alternativas y a determinados sistemas de creencias y preferencias; y en el otro, se trata de un mecanismo ciego de ensayo y error que dentro de cierto margen limitado de posibilidades genera soluciones rivales para los infinitos desdoblamientos de un único problema fundamental (la supervivencia) y elimina aquellas alternativas que, entre todas las efectivamente disponibles, sean las menos aptas para resolverlo.

En efecto, si lo que está en juego es sólo descubrir estructuras con capacidad de persistir en ciertos contextos locales, basta contar con un mecanismo (no - intencional) productor de estructuras alternativas para que la mayor o menor viabilidad de las diferentes alternativas surgidas determine su eliminación o coyuntural preservación. La producción al azar (es decir, sin cualquier finalidad o intención) de modelos alternativos de dichas estructuras y su ulterior retención selectiva (Campbell, 1983, p. 198) en virtud de esa misma viabilidad constituyen un procedimiento de descubrimiento razonablemente satisfactorio y — aunque algo lento y dispendioso — rigurosa y cruelmente eficiente.

Pero, aunque la idea de un proceso no intencional, no ordenado en función de metas pueda hacernos pensar que hemos salido del dominio de la teleología para ingresar en el de la causación mecánica, no debemos perder de vista que hemos apelado a ese proceso, que eventualmente podemos llamar de mecanismo, justamente para explicar por qué algo pudo resultar un medio más adecuado que otro para la consecución de un determinado resultado y eso, aunque no lo queramos, no nos lleva al orden de las causas mecánicas sino que nos pone ante una provincia muy particular del orden de las razones. O como lo reconoce Brandon (1990, p. 166), explicar por qué un organismo está más adaptado que otro a un determinado ambiente exige entender las “razones ecológicas” para que eso ocurra.

Así, y como Dennett (1995, p. 129) lo apunta, en lugar de ingresar en el orden de la necesidad galileana entramos en el dominio de una “variedad de necesidad inevitablemente teleológica” que es muy próxima de aquella que estando en la base del silogismo práctico se expresa en el imperativo hipotético. “Si quieres alcanzar la meta M, entonces esto es lo que debes hacer dadas las circunstancias.” Se trata, en efecto, de la necesidad teleológica de la razón instrumental (cfr. Dennett, 1995, p. 129); y es esa necesidad, que resulta de la escasez y no del determinismo físico, la que en la explicación darvinista se complementa con el ciego azar de la variación. Azar que por su parte no es tampoco el azar de lo indeterminado que carece de legalidad, sino el azar de lo fortuito que, como ya dijimos, carece de toda intención o finalidad (Monod, 1971, p. 127). Si la evolución puede ser pensada como efecto del azar y la necesidad, no lo es por ser la resultante de un proceso donde la determinación física se conjugaría con una supuesta indeterminación también de carácter físico; sino por ser una trama donde los avatares de la fortuna se entrelazan con los rigores de la escasez.

No deben sorprendernos, en este sentido, los aires de familia que guardan entre sí las explicaciones de la biología evolutiva y las explicaciones de las ciencias humanas que apelan al modelo de la opción racional. De hecho, y tal como Herbert Simon (1996, p. 8) alguna vez señaló, “el papel jugado por la selección natural en la biología evolutiva es análogo al papel jugado por la racionalidad en las

ciencias del comportamiento humano". El uso en ambos dominios de la teoría de los juegos no sólo refuerza sino que hasta legitima esa semejanza (Maynard Smith, 1982, p. 1; Leinfellner, 1986, p. 11; Cronin, 1993, p. 70; Elster, 1992, p. 51; Sober, 1993b, p. 136; Mérö 2000, p. 148).

Por eso, aun con independencia de esos desarrollos formales, lo cierto es que se puede apuntar un significativo isomorfismo entre eso que hemos propuesto llamar explicación seleccional y explicación intencional. Esta última puede, en efecto, ser pensada como obedeciendo al siguiente modelo:

Explanans:

- Un agente P procura alcanzar la meta S.
- Conforme los criterios e informaciones que guían la acción de P, existen dos modos alternativos (X e Y) de alcanzar S; y, también según estos criterios e informaciones, X constituye el mejor de ellos.

Explanandum:

- P opta por X.

Este esquema, que difiere ligeramente del propuesto por Von Wright (1980), contempla la generalmente ignorada insistencia de Von Mises (1980, p. 37, 1975, p. 17 y p. 26) en el hecho de que la explicación intencional debe ser entendida más como la explicación de una opción que como la explicación de una acción. O si preferimos hablar de comprensión más que de explicación, podemos decir que este modelo nos indica que comprender es siempre comprender una opción antes que comprender una acción. Esta, en todo caso, puede ser pensada como un comportamiento en tanto que expresión o indicación de una opción que le da sentido y no como efecto de un mecanismo neurofisiológico que opera como su causa.

Pero en el contexto de la discusión en la cual estamos aquí involucrados, el mejor rendimiento de ese modo de representar la explicación intencional reside en que el mismo pone en evidencia que esta última, al igual que la explicación seleccional darviniana, es también la explicación de la retención o preferencia de una alternativa que entre otras posibles se presenta en un contexto dado como la solución más satisfactoria para un determinado problema.

Es que, como decíamos poco más arriba, la explicación darviniana es siempre la explicación de una diferencia de frecuencia entre dos alternativas que indicándonos una opción o una preferencia nos dice por qué algo pudo ser mejor que otra cosa en un determinado contexto; y esto puede ser representado en este modelo general de la explicación seleccional:

Explanans:

- La población P está sometida a la presión selectiva S.
- La estructura X (presente en P) constituye una mejor respuesta a S que su alternativa Y (también disponible en P).

Explanandum:

- La incidencia de *X* en *P* es mayor que la de *Y*.

Como vemos en este modelo, las presiones selectivas a las que está sometida una población no son consideradas como causas mecánicas de la retención en esa población de ciertas estructuras adaptativas. Los hechos descritos en el *explanans* de la explicación seleccional no son presentados como la *causa humeana* del hecho descrito por el *explanandum*. La descripción de las presiones selectivas a las que está sometida la población explica la retención de una estructura no por describir la causa eficiente que la produce sino por mostrar las razones de esa retención; y es en ese sentido que podemos decir que este tipo de explicación, al igual que la explicación intencional, exhibe un nexo teleológico y no una conexión causal de tipo mecánico.

Problemas y soluciones

No asociemos, sin embargo, ese carácter no-causal del razonamiento darvinista con el hecho de que las mutaciones sean aleatorias en relación a las presiones selectivas. Lo que aquí está en juego, lejos de ser un hecho biológico, es la constatación epistemológica de que el objetivo explanatorio de la explicación darviniana no es la emergencia o constitución de una determinada estructura, sino su mayor difusión o persistencia en una población con respecto a una alternativa. Debe quedar claro que cuando decimos que la conexión exhibida por la explicación darviniana es de carácter teleológico y no de carácter causal o mecánico, no aludimos a la vinculación entre variaciones y presiones selectivas: hacerlo significaría romper con el darvinismo al postular, como Asa Gray lo habría hecho (cfr. Ghiselin, 1983, p. 156; Mayr, 1992, p. 72), algún tipo de intencionalidad que guiaría la oferta de variaciones. Lejos de eso, cuando nos referimos a un nexo teleológico es sólo para aludir a la relación que la explicación selectiva establece entre ciertas presiones selectivas y la mayor frecuencia de determinadas estructuras orgánicas en el seno de una población.

Cuando decimos que en una determinada población de mariposas un tipo de pigmentación operó como recurso mimético frente a la presión ejercida por ciertos depredadores mejor que otra pigmentación también presente en la población, no apelamos, ni podemos — pero tampoco precisamos — apelar, a ningún enunciado nomológico que conecte presión selectiva y respuesta como si se tratase de una relación causal; sino que apuntamos la *raison de être* de esa pigmentación (Dennett, 1995, pp. 24-5, p. 212 y ss., 1991, p. 238). Es decir, la explicación darvinista no nos muestra una relación *humeana* — mediada por leyes físicas — de causa-efecto (Von Wright, 1980, p. 118) como podría hacernos pensar la interpretación haeckeliana del darvinismo, sino que nos propone un vínculo del tipo solución-problema.

Cabe por eso concordar con Hull (1984, p. 30), Mayr (1998c, p. 91) y Ghiselin (1997, p. 231 y ss.) en el hecho de que la explicación darwiniana difiere de la explicación física por el hecho de que se trata de una explicación histórica. Pero, en nuestra opinión, ese carácter histórico deriva, antes que nada, del hecho de que estas explicaciones no sólo no aluden a leyes cuya elucidación sería el objetivo explicatorio típico de las explicaciones físicas, sino que tampoco las suponen como recurso o medio para explicar fenómenos específicos. Es decir, las explicaciones darwinistas son históricas, no por aplicar múltiples leyes no cuestionadas y a menudo no formuladas al estudio de procesos singulares como puede ocurrir con la geología, sino por una razón más fundamental: por no estructurarse, en absoluto, en base a tales leyes.

Lo que sí cabría considerar como una explicación de estructura análoga a la de la geología es aquella que la fisiología o la biología molecular podrían darnos de cualquier fenómeno orgánico; pero, en esos casos, respondemos a preguntas que son diferentes de aquellas que orientan a la biología evolutiva. Así, si consideramos otra vez el caso de esas plantas que desarrollan cierta tolerancia a los metales pesados, deberemos convenir en que una explicación fisiológica o bioquímica del mecanismo que permite tal tolerancia podría ser pensada como una forma particular de explicación mecánica e incluso física. Pero como el propio Brandon (1990, p. 167) apunta, “por interesante que ese trabajo sea”, su resultado no sólo no constituye una explicación evolucionista de la adaptación sino que tampoco es parte siempre necesaria de la misma. Es que, “mientras la explicación ecológica nos dice *por qué* (why) un tipo está mejor adaptado que otro en un ambiente dado, el enfoque fisiológico/biomecánico nos dice cómo (*how*) un tipo actúa para estar mejor adaptado que otro”.

Podemos, es cierto, imaginar “casos donde el enfoque fisiológico o biomecánico sería relevante para una explicación completa de la adaptación” (Brandon, 1990, nota 9). Así, si en el caso de las plantas tolerantes a los metales pesados, ese enfoque pone en evidencia una cierta limitación en esa capacidad o una relación inversamente proporcional entre esa capacidad y la fecundidad; entonces, esa información tendrá un papel en una explicación seleccional completa. Pero, como apunta Brandon (1990, nota 9), eso puede no acontecer. Es fácil imaginar ejemplos en donde la explicación seleccional podría pasar por alto esos factores fisiológicos o bioquímicos y por eso podemos no considerarlos como un elemento esencial de la misma. Así, si explicamos una diferencia en la producción de una secreción olorosa en dos poblaciones *a* y *b* de cierto tipo de roedor, diciendo que en *a* esa producción se incrementó debido a que esta población pasó a estar sometida a la acción de un predador que siendo diferente de aquel que continuó actuando sobre *b* es ahuyentado por ese hedor mientras el otro se vale del mismo para ubicar sus presas, entonces, en este caso,

es muy posible que nuestra explicación pueda prescindir de cualquier referencia al mecanismo fisiológico que produce esa secreción.

Sin embargo, cabría tal vez intentar argumentar a favor del carácter físico o mecánico de la explicación darviniana por otro camino. Se podría, en efecto, decir que esa explicación seleccional a la cual hemos estado aludiendo no es más que una suerte de descripción resumida, simplificada o condensada, de un vasto conjunto de fenómenos individuales, todos ellos de carácter puramente mecánico cuyo efecto final es esa supervivencia diferencial que constituye el objetivo explanatorio de la explicación darvinista. Efecto que a su vez sería también un fenómeno describable en términos puramente físicos. Todos esos fenómenos, en última instancia, son registrables por aparatos físicos de medición y nadie podría sostener que, en tanto tales, los mismos sean causados por alguna fuerza que no sea una fuerza física.

Sin duda alguna cuando decimos que una población de mariposas está siendo depredada por una población de pájaros y que esa depredación hace que algunas de esas mariposas se reproduzcan menos que otras, estamos, de cierto modo, aludiendo a fenómenos que pueden ser descritos desde una perspectiva puramente física: las mariposas y los pájaros son estructuras moleculares. Todos sus mecanismos fisiológicos, incluidos aquellos que están involucrados en la reproducción y el desarrollo pueden, en última instancia, ser descritos y explicados en términos moleculares; y no cabe duda que el vuelo de esos animales sobre una pradera es también un fenómeno físico como incluso lo es el impacto del pico de los pájaros sobre los cuerpos de las mariposas. E incluso hasta la resultante de todo ese torbellino de eventos físicos, el cambio en la frecuencia de las diferentes variantes de mariposas puede considerarse como un hecho pasible de descripción física. En la medida en que las variaciones de estructura obedecen a una cierta base molecular, podemos describir ese cambio en la frecuencia de las diferentes variantes como siendo un cambio en la frecuencia de ciertas estructuras moleculares dentro del sistema físico constituido por todos esos agregados de átomos que son las mariposas de esa población.

Pero, aunque toda esa engorrosa y casi demencial descripción fuese factible, la misma no podría sustituir una explicación selectiva de por qué ciertas formas se tornaron más frecuentes que otras. Es que la reconstrucción de toda esa filigrana de eventos físicos, aun explicándonos cómo algo ocurrió, todavía estaría dejando sin responder la pregunta que según vimos define el objetivo explanatorio de las explicaciones darvinistas: ¿por qué P pudo resultar mejor que R en el contexto T?. Es decir, la explicación darvinista debe indicar qué ventajas pudo representar una variante en relación a otras; y eso es lo mismo que formular un balance y una comparación de los costos y beneficios implicados por las diferentes formas alternativas (cfr. Martínez, 1997, p. 224).

La explicación física puede mostrarnos como se comportaron o actuaron ciertas estructuras pero nunca podrá decirnos bajo qué

consideraciones una pudo resultar más ventajosa que otra. No hay traducción física para este tipo de preguntas y mal puede haber respuestas físicas para las mismas. Así, aunque una super-inteligencia laplaciana pudiese describir, predecir y explicar físicamente la evolución de una población como si fuese una nube de moléculas, no por eso las preguntas que un biólogo darvinista se plantea cuando considera las estructuras orgánicas en términos adaptativos estarían siendo respondidas. Es que, en última instancia y más allá de cualquier otra consideración, la razón más clara que se puede alegar en contra de la idea de que la explicación darvinista sea un resumen o una simplificación de alguna compleja explicación física de los fenómenos evolutivos radica en el hecho de que los conceptos claves de la teoría darviniana (pensemos en cosas tales como presión selectiva o adaptación) no pueden ser traducidos en términos físicos.

Desde un punto de vista epistemológico, ya nos decía Ernst Cassirer (1948a, p. 204), conceptos tales como los de adaptación, selección natural, lucha por la existencia o supervivencia de los más aptos presentan “una fisonomía completamente distinta” de aquella que presentan “los conceptos manejados por la ciencia natural matemática”. Así, aun combatiendo “una determinada forma de la teleología metafísica”, el darwinismo “no prescinde, ni mucho menos, de la teleología crítica”. Sobre todo si por esta última entendemos, como el propio Cassirer (1948b, p. 390), algo que “ha dejado de ser un poder natural que actúa objetivamente en las cosas y detrás de ellas para convertirse en un principio espiritual de asociación con (el) que nuestro enjuiciamiento aborda la totalidad de los fenómenos”.

Siendo que, en nuestra opinión, esa diferencia de fisonomía y esa imposibilidad de traducción obedece a que todos esos conceptos son tributarios de un par categorial que, como Popper (1977, p. 240) alguna vez apuntó, no podrá encontrar jamás su correspondiente físico. Nos referimos a las nociones de problema y solución (cfr. Caponi, 1999, p. 105). Aunque sólo sea de un modo tácito, cuando decimos que una estructura biológica presenta alguna ventaja en relación a otra o responde mejor que otra a una presión selectiva estamos diciendo que esas estructuras son más adecuadas que otras para la solución de un problema; y así introducimos una perspectiva de análisis que excede los límites de la física.⁴ Por eso, podríamos decir siguiendo a Alain (1990 [1940], p. 140), “al indagar en qué un determinado carácter, como el ser ciego para un cangrejo en una caverna oscura, puede significarle alguna ventaja frente a los otros, Darwin conserva de la causa final lo que corresponde conservar; porque de lo que allí se trata es de mostrar cómo, en ese caso, resultaría perjudicial tener ojos inútiles”.

⁴ Nuestra argumentación sobre la imposibilidad de pensar la explicación darviniana como un resumen o una condensación de una explicación física, podría complementarse con el argumento de Sober (1993a-b) sobre el carácter sobreviniente de los predicados de la biología evolutiva en relación a los predicados físicos. Nosotros mismos lo hemos hecho en algunos trabajos precedentes (Caponi, 2001a; 2000, 1999).

Cuestiones terminológicas

Claro que, llegados a este punto, podría plantearse la objeción de que hasta aquí nuestra argumentación pareció suponer que siempre que se habla de una explicación mecánica o mecanicista y, en ese sentido, no teleológica de la adaptación se está queriendo indicar una explicación física. Siendo que, tal vez, con la expresión mecánico se esté queriendo indicar otra cosa; como según ya lo vimos, Brandon (1990, pp. 188-9) lo hace cuando nos dice que las explicaciones darvinistas, al mismo tiempo que son teleológicas por responder a preguntas ¿para qué? también son explicaciones causales-mecánicas por el hecho de que:

- No apelan a ninguna causación reversa (*backwards causation*) como lo sería el efecto de la adaptación haciendo que esta venga a existir.
- Ni tampoco apelan a cualquier clase de “diseño o plan supra-empírico para el mundo biológico”.

Pero, si lo que se está queriendo indicar con mecánico es simplemente el hecho de que la explicación darvinista no recurre ni a una impensable y por nadie sostenida *backwards causation* o causación futura (Ruse, 1979, p. 211), ni a la idea teológica de un diseño o plan preconcebido para el mundo orgánico, es obvio que nosotros también convendríamos que estamos ante una explicación mecánica. Es que con ello sólo parece estar indicándose que estamos ante una explicación no intencional (en sentido estricto, no-dennettiano) y no teológica de las estructuras adaptativas; y fue eso lo que aquí intentamos presentar. Sin embargo, el modo en que Brandon usa la expresión ‘mecánica’ nos parece presentar dos problemas de relativa importancia.

El primero de ellos tiene que ver con el hecho de que se le da al término un significado excesivamente amplio y que, para colmo, no coincide con el significado que, aunque sea de un modo vago, le otorgan aquellos autores que se aproximan a la imagen haeckeliana del darvinismo. Es que, conforme lo vimos, la mayoría de estos autores (por ejemplo, Garrido, 1973, p. 119; Jacob, 1974, p. 22; Popper, 1974, p. 245) parecen presuponer cierta identificación, en nuestra opinión muy poco problemática, entre causalidad física y causalidad mecánica; y aunque esto no sea algo explícito en todos los otros autores, como por ejemplo Julian Huxley (1965 [1943], p. 393), esa identificación parece presupuesta. ¿Qué puede quererse indicar con mecánico sino es regido por leyes mecánicas o, por lo menos, físicas? (cfr. Lecourt, 1999, p. 987). ¿Y si se habla de explicación mecánica no se está queriendo indicar, por lo general, una explicación física? Eso es por lo menos lo que nuestro viejo *Webster’s* nos permite inferir cuando consigna como posible acepción de *mechanism*: “la teoría o doctrina de que todos los fenómenos del universo, particularmente la vida, pueden, en última instancia, ser explicados en los términos de la física y la química”.

Existe, sin embargo, una segunda razón para no aceptar la calificación de la explicación darvinista como siendo mecánica conforme la acepción que Brandon le otorga al término, y la misma tiene que ver con el hecho de que las mismas notas que este autor considera como siendo definitorias del concepto de explicación mecánica (a saber, no apelar a la causación futura o al diseño o plan intencional) han sido citadas, muchas veces, como argumento suficiente para sustentar la idea de que el darwinismo no implica ningún tipo de teleología. Tal es el caso, sobre todo, de Ernst Mayr (1998b, p. 436 y, p. 455, 1988, p. 60, 1976, p. 387 y 403) y de Michael Ghiselin (1983, p. 157); y es así que este último, en lugar de aludir a la ‘respuesta’ o ‘superación’ darviniana del argumento del diseño, se refiere, directamente y sin el mínimo reparo o explicación, a la ‘refutación’ del argumento de la finalidad.

Lo curioso es que como evidencia a favor de su interpretación no-teleológica del darwinismo, Ghiselin cita justamente este magnífico pasaje de *The various contrivances by which orchids are fertilised by insects* en donde Darwin (1886, p. 283 *apud* Ghiselin, 1983, p. 175) nos dice que “en toda la naturaleza casi todas las partes de cada ser vivo probablemente han servido, de una forma levemente modificada, para diferentes *finalidades* y han funcionado en el mecanismo viviente de muchas formas específicas, antiguas y distintas”. Pero claro, lo que Ghiselin (1983, p. 158) está preocupado en mostrarnos es que, como ya todos sabemos, en la naturaleza darviniana “nadie planea nada” y en lugar de eso “se utilizan las oportunidades cuando en cierto sentido aparecen aleatoriamente”; y así, obcecado por mostrarnos que la explicación darvinista no involucra ninguna intencionalidad, este autor deja de lado cualquier discusión sobre la peculiaridad de ese supuesto tipo de explicación mecánica que alegre, pero inevitablemente, se vale de nociones tan ajenas a la física como pueden serlo la de ‘utilización de oportunidades’ o la de ‘cambios de finalidad’.

Así, aun cuando con ‘mecánico’ se quiera indicar simplemente un proceso no intencional o, como suele decirse, ciego o ajeno a cualquier previsión, la expresión nos sigue pareciendo inconveniente por sugerir que en última instancia la explicación darvinista es una explicación física, o bien que en definitiva se trata de una mera explicación galileana cuya estructura no presenta ninguna peculiaridad en lo que atañe a la cuestión de la teleología si la comparamos con cualquier otra explicación de la ciencia natural. O para decirlo de una forma más precisa: insistir en la idea de que la explicación darviniana es una simple explicación causal nos parece un modo seguro de no reconocer que la misma, como dijimos más arriba, no se estructura en base a la categoría humeana (Von Wright, 1980, p. 118) de causalidad como relación nomológicamente mediada entre dos eventos; sino en base al par solución-problema. Y es la necesidad de no perder de vista esa peculiaridad epistemológicamente crucial lo que en nuestra opinión justifica el hecho de caracterizar a la explicación selectiva como siendo una explicación teleológica.

Pero claro, cuando entramos en el difícil y hasta inconducente juego de evaluar las diferentes connotaciones de un término, puede parecer que nosotros estamos llamados a ser los primeros a perder; después de todo, si la palabra ‘mecánica’ tiene connotaciones que pueden resultar inconvenientes a la hora de calificar a la explicación darvinista, la palabra ‘teleológica’ no parece salir mejor parada. No parecería por eso nada rebuscado proponer que, en vez de hablar de una teleología naturalizada diferente a la teleología teologizante, se utilicen dos términos distintos para denotar dos ideas tan diferentes como esas.

Se podría por eso insistir, tal como lo han hecho, entre otros, Monod (1971, p. 24), Limoges (1976, p. 157), George Williams (1996, p. 258) y hasta el propio Ghiselin (1997, p. 294, 1994, p. 489) en la posibilidad de usar la expresión ‘teleonomía’ para aludir a ese modo de pensar la finalidad que emergería del darvinismo. Así, y tal como lo reconocía el autor de *El azar y la necesidad, teleonomía* “es la palabra que puede utilizarse si, por cierto recato, se quiere evitar hablar de *finalidad*” (Monod, 1967, p. 15). Sin embargo, y como a este preciso respecto apunta Ayala (1970, p. 14), “la sustitución de un término por otro no necesariamente clarifica un tema en discusión”. Sobre todo cuando esa sustitución introduce ella misma una confusión.

Es que, como lo sabemos, la expresión ‘teleonomía’ fue originalmente propuesta por Colin Pittendrigh (1958, p. 384) para vagamente aludir a una finalidad científicamente aceptable. Pero, no es absolutamente irrelevante el hecho que al usar la expresión ‘teleonomía’, como siendo vagamente sinónima de ‘adaptación’ o ‘valor selectivo’ (cfr. Mayr, 1998b, p. 442; 1974, p. 393), se está pasando por alto que con ese término Pittendrigh quería “aludir — sin ofender — a esa direccionalidad finalista de un sistema mecanicista perfectamente respetable”. Es decir, se estaría pasando por alto que con ese término y tal como él mismo lo reconoce, Pittendrigh quería aludir a la finalidad de los mecanismos autorregulados que Rosenblueth, Wiener y Biegelow vindicaron en su célebre artículo de 1943 (Pittendrigh, 1970 *apud* Mayr, 1998b, p. 441n).

En ese texto, en efecto, la expresión comportamiento teleológico es usada como sinónimo de “comportamiento controlado por realimentación negativa” (Rosenblueth et al., 1943, p. 24); y tal como Ayala (1970, p. 14) tempranamente apuntó, “en biología hay fenómenos orientados a fines (*are end-directed*) sin ser mecanismos autorregulados en el sentido usual de la expresión. La mano del hombre, por ejemplo.” Pero, sin ninguna duda, la coloración mimética de gateados patagónicos hubiese sido un ejemplo más claro aun de algo cuya existencia entendemos en términos de su utilidad sin que eso implica en nada la analogía con un sistema auto-regulado (cfr. Solanet, 1940, p. 35).

Con claridad digna de mejor causa, el barón Jakob Von Uexküll (1945[1922], p. 175) alguna vez supo señalar que “en los seres vivos adultos distinguimos una doble conformidad a fin: de un lado, cada organismo está construido conforme un fin en sí mismo y del otro, el

organismo está adaptado conforme a su entorno”. La primera, consagrada por Kant (1992[1790] §66) en su definición de producto organizado de la naturaleza como “aquel en que todo es fin y, recíprocamente, medio”, es esa forma de finalidad intra-orgánica que Claude Bernard (1984[1865], p. 137) consideraba cuando definía un cuerpo organizado como un sistema donde “todas las acciones parciales son solidarias y generadoras las unas de las otras”. La segunda, en cambio, es esa mera utilidad exterior que, maravillando a los espíritus ingenuos, sirvió siempre a la teología natural hasta que, como decíamos poco antes, Darwin la transformó en clave y en asunto privilegiado de su nueva concepción del viviente.

Existe la conformidad a fin de Kant, y existe la de Paley; o, si se prefiere, la de Claude Bernard y la de Darwin (Caponi, 2001b); y, en sentido estricto, la noción de teleonomía sólo alude a la primera. Para entenderla, por eso, no debemos “confundir los mecanismos del cambio evolutivo y los mecanismos fisiológicos de los organismos abstraídos de la escala del tiempo evolutiva” (Pittendrigh, 1970); siendo sólo estos últimos los que, vistos desde esa perspectiva especial que es la del fisiólogo, deben ser considerados teleonómicos en el sentido que Pittendrigh dio al término (Mayr, 1998b, p. 442, 1976, p. 393).

O dicho de otro modo: debemos evitar “confundir la causación en los orígenes históricos de un sistema y la causación en el desempeño actual del sistema” (Pittendrigh, 1970); y aunque Pittendrigh consideraba que la “perpetuación por reproducción” y “todas sus finalidades subsidiarias de alimentación, defensa y supervivencia en general” constituían “la más general de todas las finalidades biológicas”, no por eso aceptaría denominar a ésta última como proyecto teleonómico esencial. En todo caso, si le damos a esa expresión que Monod (1971, p. 25) propuso para referirse al imperativo de la multiplicación el significado que Pittendrigh le daría, la misma no aludiría a la reproducción sino al sostenimiento del propio organismo individual; es decir, aludiría a aquello que Maturana y Varela (1994) han llamado de *autopoiesis*.

Conclusión

Las diferencias existentes entre la explicación causal propia de la física y la explicación darwiniana son lo suficientemente considerables como para que nos permitamos hablar de un tipo diferente de explicación. Además, la forma que esta explicación presenta nos permite también caracterizarla como una explicación teleológica. No parece haber un término disponible mejor que ese. Sustituirlo puede redundar en más confusiones que las que su uso puede generar; e inventar algún neologismo puede no ser más que un recurso para minimizar la importancia de esas diferencias a las que hemos aludido. Podemos entonces concluir conviniendo con Sober (1993b, p. 83) en que, aunque sea definitivamente correcto considerar a Darwin como “un innovador

que hizo progresar la causa del materialismo científico”, “su efecto sobre las ideas teleológicas fue claramente diferente del de Newton”. Es que, más que expurgar a la biología de tales ideas, Darwin nos mostró cómo era que las mismas podían “tornarse inteligibles dentro de un marco naturalista”.

“El hombre”, decía pertinentemente Von Mises (1980[1966], p. 54), “sólo puede acudir a dos órdenes de principios para la aprehensión mental de la realidad: los de la *teleología* y los de la *causalidad*. Un hecho que no se preste a ser interpretado por uno de esos dos caminos resulta para el hombre inconcebible y misterioso.” Pero lo que el análisis epistemológico del darwinismo nos obliga a revisar, es la simple superposición de esa polaridad con la distinción entre el orden de la acción humana y el orden de los fenómenos naturales. En contra de lo que Von Mises suponía, constatamos que no es tan obvio que el cambio sólo pueda “concebirse como consecuencia, o bien de la operación de la causalidad mecánica, o bien de una conducta deliberada humana”. La teoría de la selección natural ha puesto en acto una tercera alternativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alain
1999 [1940] *Éléments de philosophie*.
Paris, Folio.
- Allen, C.; Bekoff, M. y
Lauder, G. (eds.)
1998 *Nature's purposes: analyses of function and design in biology*.
Cambridge, MIT Press.
- Ayala, F.
1999 'Adaptation and novelty: teleological explanations in evolutionary biology'.
History & Philosophy of life Sciences, XXI (1), pp. 3-33.
- Ayala, F.
1998a 'Teleological explanations vs. teleology'.
History & Philosophy of life Sciences XX (1), pp. 41-50.
- Ayala, F.
1998b 'Teleología y adaptación en la evolución biológica'.
En S. Martínez y A. Barahon, op. cit., pp. 495-510.
- Ayala, F.
1995 'The distinctness of biology'.
En F. Weiner, op. cit., pp. 268-88.
- Ayala, F. y Dobzhansky,
T. (eds.)
1983 *Estudios sobre la filosofía de la biología*.
Barcelona, Ariel.
- Ayala, F.
1970 'Teleological explanations in evolutionary biology'.
Philosophy of Sciences, 37, pp. 1-15.
- Baer, K.
1873 'Zum Streit uber der Darwinismus'.
Augsburger Allgemeine Zeitung, 130, pp. 1986-8.
- Barrett, p. (eds.)
1977 *The collected papers of C. Darwin*.
Chicago, The Chicago University Press, vol. II.
- Bernard, C.
1984[1865] *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*.
Paris, Flammarion.

- Boesinger, E.
1998 'Evolutionary biology in France at the time of evolutionary synthesis'.
En E. Mayr y W. Provine, op. cit., pp. 309-20.
- Bowler, P.
1985 *El eclipse del darwinismo*.
Barcelona, Labor.
- Bowler, P.
1989 *Evolution*.
Berkeley, University of California Press.
- Brandon, R.
1999 'La téléologie dans les systemes à organisation naturelle'.
En B. Feltz, M. Crommelink y Ph. Goujon, op. cit., pp. 383-404.
- Brandon, R.
1996 *Concepts and methods in evolutionary biology*.
Cambridge, Cambridge University Press.
- Brandon, R.
1990 *Adaptation and environment*.
Princeton, Princeton University Press.
- Buican, D.
1984 *Histoire de la génétique et de l'évolutionisme en France*.
Paris, P.U.F.
- Campbell, D.
1983 'Variación injustificada y retención selectiva en los descubrimientos científicos'.
En F. Ayala y T. Dobzhansky (eds.), *Estudios sobre la filosofía de la biología*.
Barcelona, Ariel, pp. 188-217.
- Caponi, G.
2001a 'Biología funcional vs. biología evolutiva'.
Episteme, 12, pp. 23-46.
- Caponi, G.
2001b 'Función y adaptación: dos modos de la teleología'.
En R. Caracciolo y D. Letzen (eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia*,
vol. VII, num. 7, pp. 66-71.
- Caponi, G.
2000a 'La regla de Darwin'.
Principia, IV (1), pp. 27-77.
- Caponi, G.
2000b 'Cómo y por qué de lo viviente'.
Ludus Vitalis, vol. VIII, (14), pp. 67-102.
- Caponi, G.
1999 'Hay más cosas todavía'.
Cadernos de Historia e Filosofia da Ciência, Serie 3, vol. IX (1-2), pp. 101-22.
- Cassirer, E.
1948a *El problema del conocimiento IV*.
México, Fondo de Cultura Económica.
- Cassirer, E.
1948bB *Kant, vida y doctrina*.
México, Fondo de Cultura Económica.
- Coleman, W.
1985 *La biología en el siglo XIX*.
México, Fondo de Cultura Económica.
- Cronin, H.
1993 *The ant and the peacock*.
Cambridge, Cambridge University Press.
- Crusafont Pairó, M.
1967 *El fenómeno vital*.
Barcelona, Labor.
- Cuenot, L.
1941 *Invention et finalité en biologie*.
Paris, Flammarion.
- Darwin, C.
1996[1877] *The various contrivances by which orchids are fertilised by insect*.
En T. Glick y D. Kohn, op. cit., pp. 283-90.
- Darwin, C.
1977(1861) 'On the two forms, or dimorphic condition, in the species of *Primula*, and on their remarkable sexual relations'. En P. Barrett, op. cit., pp. 45-63
- Darwin, C.
(apud Ghiselin, 1983)
1886 *The various contrivances by which orchids are fertilised by insects*.
New York, Appleton.

- Darwin, C.
1859 *On the origin of species.*
London, Murray.
- Darwin, F.
1892 *Charles Darwin, his life told in an autobiographical chapter and in a selected series of his published letters.* New York, D. Appleton and Company.
- Dastre, A.
1906 *La vida y la muerte.*
Madrid, Librería Gutemberg.
- Dawkins, R.
1996 *The blind watchmaker.*
London, Norton & Co.
- Dawkins, R.
1995 *God's utility function.*
London, Phoenix Paperback.
- Dennett, D.
2000 'With a little help from my friends'. En D. Ross, A. Brook y D. Thompson (eds.), *Dennett's philosophy.* Cambridge, MIT Press, pp. 327-88.
- Dennett, D.
1995 *Darwin's dangerous idea.*
London, Penguin.
- Dennett, D.
1991 *La actitud intencional.*
Barcelona, Gedisa.
- Denton, M.
1988 *Évolution: une théorie en crise.*
Paris, Flammarion.
- Dobzhansky, T.;
Ayala, F.; Stebbins,
L. y Valentine, J.
1980 *Evolución.*
Barcelona, Omega.
- Dobzhansky, T.
1973 'Nothing in biology makes sense except in the light of evolution'.
American Biology Teacher, 35, pp.125-9.
- Eldredge, N.
1995 *Reinventing Darwin.*
London, Phoenix.
- Elster, J.
1992 *El cambio tecnológico.*
Barcelona, Gedisa.
- Elster, J.
1989 *Ulises y las sirenas.*
México, Fondo de Cultura Económica.
- Feltz, B.; Crommelink,
M. y Goujon, Ph. (eds.)
1999 *Auto-organisation et émergence dans les sciences de la vie.*
Bruxelles, Ousia.
- Garrido, M.
1973 'Biología y mecanicismo'. En *Filosofía y ciencia en el pensamiento español contemporáneo (1960-1970).* Madrid, Tecnos, pp.153-67.
- Ghiselin, M.
1997 *Metaphysics and the origin of species.*
New York, SUNY.
- Ghiselin, M.
1994 'Darwin's language may seem teleological but his thinking is another matter'.
Biology & Philosophy, IX, pp. 489-92.
- Ghiselin, M.
1983 *El triunfo de Darwin.*
Madrid, Cátedra.
- Gilson, E.
1976 *De Aristóteles a Darwin (y vuelta).*
Pamplona, EUNSA.
- Glick, T. y Kohn,
D. (eds.)
1996 *Darwin on evolution.*
Indianapolis, Hackett.

- Gould, S. y Vrba, E. 1998 (1982) 'Exaptation: a missing term in the science of form'.
En C. Allen *et al.*, op. cit., pp. 519-40.
- Gould, S. 1991 *La vida maravillosa*.
Barcelona, Crítica.
- Gould, S. 1983 *Desde Darwin*.
Madrid, Blume.
- Grassé, P. 1979 'Le projet de la évolution' (interrogé par É. Noel).
En *Le darwinisme aujourd'hui*. Paris, Seuil.
- Grassé, P. 1977 *La evolución de lo viviente*.
Barcelona, Blume.
- Grene, M. 1999 'La philosophie de la biologie dans les pays anglophones'.
Annales d'histoire et de philosophie du vivant, 2, pp. 9-14.
- Haeckel, E. 1919 *El origen de la vida*.
Buenos Aires, Tor.
- Haeckel, E. 1898 *Natürliche Schöpfungsgeschichte*.
Berlin, Reimer.
- Herschel, J. 1861 *Physical geography*.
Edimburgh, Black.
- Hookway, C. (ed.) 1986 *Minds, machines and evolution*.
Cambridge, Cambridge University Press.
- Hull, D. 1984 'Historical entities and historical narratives'.
En C. Hookway, op. cit., pp. 25-37.
- Hull, D. 1973 *Darwin and his critics*.
Chicago, The Chicago University Press.
- Huxley, J. 1965 (1943) *La evolución: la síntesis moderna*.
Buenos Aires, Losada.
- Huxley, T. 1894 'Criticisms on *The origin of species*'.
En *Collected papers*. London, MacMillan, pp. 80-116.
- Jacob, F. 1979 'L'évolution sans projet' (interrogé par É. Noel).
En *Le darwinisme aujourd'hui*. Paris, Seuil.
- Jacob, F. 1974 *Évolution et réalisme*.
Paris, Payot.
- Jacob, F. 1973 *La lógica de lo viviente*.
Barcelona, Laia.
- Janet, P. 1882 *Les causes finales*.
Paris, Baillière.
- Kant, I. 1992 (1790) *Crítica de la facultad de juzgar*.
Caracas, Monte Ávila.
- Koestler, A. 1969 *Beyond reductionism*.
London, Hutchinson & Co.
- Kölliker, R. 1864 *Über die darwinische schöpfungstheorie*.
Leipzig, Vortrag.
- Krieger, G. 1998 'Transmogrfaying teleological talk?'.
History & Philosophy of life Sciences XX, (1), pp. 3-34.
- Lecourt, D. 1999 *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*.
Paris, P.U.F.

- Leinfellner, W.
1986 'Foundations of the theory of evolution or the merging of different models to a new theory of evolution: social methods in the biological sciences'.
En P. Weingarter y G. Dorn, op. cit., pp. 3-32.
- Lennox, J.,
1994 'Teleology by another name'.
Biology & Philosophy, IX, pp. 493-5.
- Lennox, J.
1993 'Darwin was a teleologist?'.
Biology & Philosophy, VIII, pp. 409-21.
- Lenoir, T.
1989 *The strategy of life*.
Chicago, the Chicago University Press.
- Lewontin, R.
2000 *The triple helix*.
Cambridge, Harvard University Press.
- Limoges, C.
1980 'The arrival of neo-darwinism in France'.
En E. Mayr y W. Provine, op. cit., pp. 322-8.
- Limoges, C.
1976 *La selección natural*.
México, Siglo XXI.
- Linné, C.
1972 (1760) *L'équilibre de la nature*. Traduit par B. Jazmín; introduction et notes par C. Limoges. Paris, Vrin.
- Lorenz, K.
1981 *Os fundamentos da etologia*.
São Paulo, UNESP.
- Martínez, S.
1998 'Sobre la relación entre teoría y causalidad en la biología'.
En S. Martínez y A. Barahona, op. cit., pp. 23-41.
- Martínez, S. y Barahona,
A. (eds.)
1998 *Historia y explicación en biología*.
México, Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, S.
1997 'Una respuesta al desafío de Campbell: la evolución y el atrincheramiento de las técnicas'. En S. Martínez y L. Olivé, op. cit., pp. 221-42.
- Martínez, S. y Olivé,
L. (eds.)
1997 *Epistemología evolucionista*.
México, Paidós/UNAM.
- Maturana, H. y Varela, F.
1994 *De máquinas y organismos*.
Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Maynard Smith, J.
1997 'Optimization theory in evolution'.
En E. Sober, op. cit., pp. 91-118.
- Maynard Smith, J.
1976 *Evolution and the theory of games*.
Cambridge, Cambridge University Press.
- Mayr, E.
1998a 'The multiple meanings of teleological'.
History & Philosophy of Life Sciences, XX (1), pp. 35-40.
- Mayr, E.
1998b 'Los múltiples significados de *teleológico*'.
En S. Martínez y A. Barahona, op. cit., pp. 431-60.
- Mayr E.
1998c *O desenvolvimento do pensamento biológico*.
Brasília, Editora UnB.
- Mayr E.
1998d *Así es la biología*.
Madrid, Debate.
- Mayr, E. y Provine, W.
(eds.)
1998 *The evolutionary synthesis*.
Cambridge, Harvard University Press.

- Mayr, E.
1992 *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo.*
Barcelona, Crítica.
- Mayr, E.
1988 *Toward a new philosophy of biology.*
Cambridge, Harvard.
- Mayr, E.
1983 'The concept of finality in Darwin and after Darwin'.
Scientia, vol. 118, pp. 97-117.
- Mayr, E.
1979 La evolución'. En *Scientific American: evolución.*
Barcelona, Los Libros de Investigación y Ciencia.
- Mayr, E.
1976 *Evolution and the diversity of life.*
Cambridge, Harvard University Press.
- Mc Neill, A.
1996 *Optima for animals.*
Princeton, Princeton University Press.
- Mérö, L.
2000 *Les aléas de la raison: de la théorie des jeux à la psychologie.*
Paris, Seuil.
- Montalenti, G.
1983 'Desde Aristóteles hasta Demócrito vía Darwin: breve perspectiva de un largo recorrido histórico y lógico'. En F. Ayala y T. Dobzhansky, op. cit., pp. 25-44.
- Monod, J.
1971 *El azar y la necesidad.*
Barcelona, Barral.
- Monod, J.
1967 'Lección inaugural de la cátedra de biología del Collège de France'.
En J. Senent-Josa (ed.), *Del idealismo físico al idealismo biológico.* Barcelona, Cuadernos Anagrama, pp. 10-43.
- Müeller, U.
1996 'Evolutionary explanations from a philosophy of science point of view'. En R. Hegselmann, U. Müller y K. Troitzsch (eds.), *Modelling and simulation in the social sciences from the philosophy of science point of view.* Dordrecht, Kluwer.
- Müller, F.
1990 (1863) *Fatos y argumentos a favor de Darwin (Für Darwin).*
Rio de Janeiro, FCC.
- Nordenskiöld, E.
1949 (1929) *Evolución histórica de las ciencias biológicas.* Trad. de *The history of biology: a survey* de 1929. Buenos Aires, Espasa Calpe.
- Paley, W.
1996 (1805) 'Natural theology' (extract).
En M. Ruse, op. cit., pp. 46-9.
- Pittendrigh, C.
1970 Carta a Ersnt Mayr del 26 de febrero, *apud* Mayr, 1998b, pp. 440n-441n y Mayr, 1976, pp. 391n-392n.
- Pittendrigh, C.
1958 'Adaptation, natural selection and behavior'.
En A. Roe y G. Simpson, op. cit., pp. 390-416.
- Popper, K.
1977 *Búsqueda sin término.*
Madrid, Tecnos.
- Popper, K.
1974 *Conocimiento objetivo.*
Madrid, Tecnos.
- Revé, H. y Sherman, W.
1993 'An operational, non-historical definition of adaptation'.
Quarterly Review of Biology, 68 (1), pp. 1-32.
- Roe, A y Simpson,
G. (eds.)
1958 *Behavior and evolution.*
New Haven, Yale University Press.
- Rosemberg, A.
1985 *The structure of biological science.*
Cambridge, Cambridge University Press.

- Rosenblueth, A.; Wiener, N. y Bigelow, J. 1943 'Behavior, purpose and teleology'. *Philosophy of science*, X, pp. 18-24.
- Rostand, J. 1951 *Les grands courants de la biologie*. Paris, Gallimard.
- Ruse, M. (ed.) 1996 *But is it science?* New York, Prometheus Books.
- Ruse, M. 1983 *La revolución darwinista*. Madrid, Alianza.
- Ruse, M. 1979 *La filosofía de la biología*. Madrid, Alianza.
- Russell, E. 1916 *Form and function*. London, Murray.
- Rutkiewicz, B. 1933 *L'individualisation, l'évolution et le finalisme biologique*. Paris, Vrin.
- Sedgwick, A. 1860 'Objections to Mr. Darwin's theory of the origin of species'. *The spectator*. London, April 7.
- Simon, H. 1996 *The sciences of the artificial*. Boston, The MIT Press.
- Simpson, G. 1974 *La biología y el hombre*. Buenos Aires, Pleamar.
- Smith, C. 1977 *El problema de la vida*. Madrid, Alianza.
- Sober, E. (ed.) 1997 *Conceptual issues in evolutionary biology*. Cambridge, MIT Press.
- Sober, E. 1993a *The nature of selection*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Sober, E. 1993b *Philosophy of biology*. Oxford, Oxford University Press.
- Sober E. 1984 'Force and disposition in evolutionary biology'. En C. Hookway, op. cit., pp. 43-62.
- Solanet, E. 1940 *Pelajes criollos*. Buenos Aires, Editorial Agropecuario.
- Sterelny, K. y Griffiths, P. 1999 *Sex and death: an introduction to the philosophy of biology*. Chicago, University of Chicago Press.
- Taylor, G. R. 1983 *El gran misterio de la evolución*. Buenos Aires, Sudamericana.
- Theilard de Chardin, P. 1955 *Le phénomène humain*. Paris, Seuil.
- Uexküll, J. 1945 (1922) *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Buenos Aires, Espasa Calpe.
- Von Mises 1980 (1966) *La acción humana*. Madrid, Unión.
- Von Mises 1975 *Teoría e historia*. Madrid, Unión.

- Von Wright, H.
1980 *Explicación y comprensión.*
Madrid, Alianza.
- Wagensberg, J. y Agustí,
J. (eds.) *El progreso.*
1998 Barcelona, Tusquets.
- Wainwright, S.; Biggs, W.;
Curie, J. y Gosline, J. *Diseño mecánico de organismos.*
1980 Madrid, Blume.
- Webster's New World
Dictionary of the American
Language.* College Edition, Cleveland, The World Publishing Company.
1960
- Weibel, E. *The optimization and symmorphosis debate.*
1995 Cambridge, Cambridge University Press.
- Weiner, F. (ed.) *Laws of nature.*
1995 Berlin, Springer.
- Weingerter, P. Y Dorn,
G. (eds.) *Foundations of biology.*
1986 Vienna, Holder-Pichler-Tempsky.
- Werner, D. *Sexo, símbolo e solidariedade.*
1999 Florianópolis, UFSC.
- Williams, G. *Plan and purpose in nature.*
1997 London, Phoenix Paperback.
- Williams, G. *Adaptation and natural selection.*
1996 Princeton, Princeton University Press.
- Williams, G. y Nesse, R. *Evolution and bealing.*
1996 London, Phoenix Paperback.
- Wright, L. 'Functions'.
1998 (1973) En Allen *et al.*, pp. 51-78.

Recebido para publicação em setembro de 2002.

Aprovado para publicação em dezembro de 2002.