

# BIOLOGÍA FUNCIONAL VS. BIOLOGÍA EVOLUTIVA\*

Gustavo Caponi\*\*

## RESUMEN

La distinción propuesta por Ernst Mayr y François Jacob entre *biología funcional* y *biología evolutiva* es una clave fundamental para un tratamiento claro y concluyente de dos problemas que, recurrentemente, se colocan en el ámbito de la Filosofía de la Biología: aquel que atañe al posible carácter teleológico de las explicaciones biológicas y aquel relativo a la autonomía de la Biología en relación a la Física y a la Química. Sin sostener una alternativa de solución para ninguno de estos problemas, presentamos esa oposición mostrando su relevancia para el tratamiento de tales cuestiones. Nuestra idea es que las mismas no deberían plantearse sin especificar a cual de los dos dominios de la ciencias de la vida nos estamos refiriendo.

**Palabras clave:** F. Jacob – E. Mayr; biología funcional; biología evolutiva; filosofía de la biología.

## FUNCTIONAL BIOLOGY VS. EVOLUTIONARY BIOLOGY

Mayr's and Jacob's distinction between *functional biology* and *evolutionary biology* is a fundamental key for a clearer and more conclusive treatment of two problems that, currently, are discussed in Philosophy of Biology: that which matter to the teleological character of biological explanations and that which matter to the autonomy of Biology from Physic and Chemistry. Without hold any alternative solution for none of these problems, we present that opposition showing its relevance for the treatment of both questions. Our idea is that these problems shouldn't be posed without a specification of the domain of Biology that is being considered.

**Key words:** F. Jacob – E. Mayr; functional biology; evolutionary biology; philosophy of biology.

## PRESENTACIÓN

El objetivo de este trabajo es modesto. Se trata simplemente de mostrar que la distinción propuesta por Ernst Mayr (1976; 1985; 1988, 1998a; 1998b) entre *biología*

\*Este artículo es producto del trabajo de investigación realizado en el equipo REHSEIS [CNRS-PARIS VII] de septiembre de 1999 a agosto de 2000 y financiado con una beca de post doctorado de la CAPES.

\*\*Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina; pesquisador do CNPq. *E-mail:* caponi@cfh.ufsc.br

*funcional y biología evolutiva* constituye una clave fundamental para un tratamiento más claro y concluyente de dos problemas que, recurrentemente, se colocan en el ámbito de la Filosofía de la Biología: aquel que atañe al posible carácter teleológico de las explicaciones biológicas y aquel relativo a la autonomía de la Biología en relación a la Física y a la Química. Así, sin pretender sostener una alternativa de solución para ninguno de estos problemas, nos limitaremos aquí a presentar la oposición apuntada por Mayr, pero también por François Jacob (1973), mostrando su (no siempre reconocida) relevancia para el tratamiento de tales cuestiones. Brevemente expuesta, nuestra idea es que las mismas no pueden ser siquiera planteadas sin especificar a cual de los dos dominios de la ciencias de la vida nos estamos refiriendo.

### CAUSAS PRÓXIMAS Y CAUSAS REMOTAS

Comencemos, entonces, recordando que, desde la publicación de *Cause and Effect in Biology* en 1961 (reeditado en Mayr, 1976), hasta la de *This is Biology* en 1995, Ernst Mayr siempre ha insistido en esa idea según la cual todo fenómeno viviente, a diferencia de lo que ocurre con los fenómenos inanimados, puede, o incluso debe, ser pensado en virtud de dos tipos diferentes de causas: las *causas próximas* que, siendo comunes al orden de lo viviente y al orden físico, nos dicen cómo es que algo ocurre; y las *causas últimas* o *remotas* que, siendo específicas de los fenómenos biológicos, nos dicen por qué es que ocurre (Mayr, 1976, p. 1502; 1980, p. 9; 1985, p. 52; 1988, p. 27; 1998a, p. 96; 1998b, p. 86).

Es decir: a la consideración de las causas próximas que nos explican cómo el organismo individual funciona y se constituye, debemos añadir el estudio de por qué el organismo funciona como la hace y tiene la forma que efectivamente tiene (Mayr, 1998a, p. 89; 1998b, p. 135). Así, mientras el cumplimiento y el desarrollo en cada organismo individual de los procesos pautados por su programa genético pueden ser explicados en virtud de causas próximas que, por lo menos en lo que atañe a la Biología, también pueden ser llamadas “funcionales”; el origen y las modificaciones de tales programas son fenómenos que deben ser explicados apelando a causas remotas que, darwinismo de por medio, pueden ser llamadas “evolutivas” (Mayr, 1998b, p.86).

Un ejemplo concreto de fenómeno biológico a explicar como puede serlo el dimorfismo sexual será útil para ilustrar esta distinción (Mayr, 1998a, p. 88; Mayr, 1998b, p. 86): su causa próxima podría identificarse con factores hormonales que nos permitirían saber cómo es que esas diferencias sexuales se producen; siendo que esos factores hormonales pueden ser, a su vez, analizados y explicados en términos de mecanismos moleculares. Con todo, si con relativa independencia de esas oportunidades que nos da la biología molecular, nos preguntamos por qué es que ese dimorfismo está presente o está más acentuado en algunas especies y ausente o menos acentuado en otras, es posible que la explicación por causas próximas ya no nos satisfaga.

Podemos, es cierto, insistir en ella y afirmar que esa diferencia se debe a que en el caso del dimorfismo se producen o se acentúan ciertos procesos fisiológicos (siempre explicables y analizables, claro, a nivel molecular) que están ausentes o atenuados en los otros casos. Pero, de proceder así, estaríamos, simplemente, postergando el problema de determinar por qué esos procesos fisiológicos ocurren o se acentúan en un caso y no en otro; y, en lugar de ello, estaríamos insistiendo en una descripción cada vez más pormenorizada de cómo se produce ese dimorfismo.

Debe existir, por lo tanto, otro conjunto de factores causales, completamente distinto del anterior, que nos permita explicar esas diferencias; y, según Mayr (1998a, p. 88), ese segundo conjunto de causas, el de las causas evolutivas o remotas, podría estar constituido, en este caso concreto, por una trama de presiones selectivas que, a lo largo de millares o millones de años de evolución, habrían fomentado un aprovechamiento diferenciado de los recursos alimenticios disponibles. Pero el ejemplo también sería válido si las causas últimas invocadas estuviesen vinculadas con el desarrollo de diferentes estrategias de protección frente a los predadores, con rituales de apareamiento, o con cualquier otro tipo de factor que pueda operar como presión selectiva (Mayr, 1998b, p. 86).

El estudio del comportamiento es un campo en el que también se presenta esa dualidad: que las aves insectívoras de zonas templadas migren en otoño a regiones tropicales o subtropicales es consecuencia de un proceso evolutivo de millares o millones de años vinculado con la disponibilidad de alimentos (Mayr, 1961, p. 1503; 1998a, p. 88) y la reconstrucción de esos factores históricos nos revelará las causas remotas del ciclo migratorio de una determinada especie: su por qué. Pero si queremos saber cómo, por la mediación de que dispositivo, cada ejemplar de una especie de ave migratoria, sabe cuando comenzar su jornada, debo realizar un estudio neurofisiológico de las causas próximas de esa conducta (Mayr 1998b p. 136). Consideraciones semejantes podrían hacerse en relación al inicio de una temporada de procreación (Mayr, 1998a, p. 88); y algo ciertamente análogo podría formularse en relación al inicio de un ciclo reproductivo de un vegetal.

Por otra parte, la distinción entre causas próximas y remotas no sólo es pertinente en relación a fenómenos complejos como los referidos: aún a nivel de estructuras moleculares podemos interrogarnos por uno u otro de estos tipos de causación. “Una cierta molécula tiene un papel funcional en un organismo. ¿Cómo desempeña esa función, cómo interactúa con otras moléculas, cual es su papel en el equilibrio energético de la célula?”, he ahí, nos dice Mayr (1998b, p. 136), preguntas por causas próximas. En este sentido, el anatomista que estudia como funciona una articulación, comparte su pauta de análisis con el “biólogo molecular que estudia la función de las moléculas de DNA en la transmisión de informaciones genéticas” (Mayr, 1998a, p. 89). En cambio, si nos preguntamos: ¿por qué la célula contiene esa molécula?, ¿qué papel desempeñó la misma en la historia de la vida?, ¿qué cambios sufrió durante la evolución?, ¿en qué y por qué difiere de moléculas homólogas en otros organismos?; es porque estamos interesados en las causas remotas o evolutivas de los fenómenos

en cuestión. O dicho de otro modo: “En el estudio de cualquier fenómeno biológico, cualquiera sea su nivel de complejidad, podemos plantear dos tipos de preguntas: ¿cual es su funcionamiento? y ¿cual es su origen?” (Jacob, 1981, p. 60).

Así, el reconocimiento de esa diferencia entre dos modos posibles de interrogar lo viviente debe llevarnos, nos dice Mayr (1998a, p. 87; 1998b, p. 137), a presentarnos las ciencias de la vida como divididas en dos dominios generales de indagación: la biología funcional ocupada en estudiar experimentalmente las causas próximas que, actuando a nivel del organismo individual, nos explican el cómo de los fenómenos vitales; y la biología evolutiva, ocupada en reconstruir, por métodos comparativos e inferencias históricas, las causas últimas o remotas que, actuando a nivel poblacional, nos explicarían el por qué de tales fenómenos. Siendo que, al decir del propio Mayr (1998a, p. 87), esta distinción rescataría, en última instancia, aquella clásica separación entre Medicina e *Historia Natural* que, al fin de cuentas, se habría mostrado mucho más penetrante que la que surge de la aplicación de “esas recientes etiquetas de conveniencia” como zoología, botánica, micología, citología o genética.

No pensemos, sin embargo, que Mayr haya pretendido proponer una clasificación que nos permita caracterizar todas y cada una de las diferentes disciplinas y especialidades en que se organiza y se institucionaliza la investigación biológica, como siendo, ora parte de la biología funcional, ora parte de la biología evolutiva. La demarcación entre estos dos dominios obedece a una distinción epistemológica entre dos modos diferentes de interrogación; y la separación entre diferentes disciplinas no está nunca exclusivamente pautada por cuestiones epistemológicas. Así, tal como Mayr (1998b, p. 137) reconoce, dentro de un mismo dominio disciplinar y en relación, incluso, a un mismo tema a investigar, las cuestiones relativas a causas próximas pueden entrecruzarse y articularse con cuestiones relativas a causas remotas o evolutivas; y nadie podría cuestionar, ni la legitimidad, ni la necesidad, de ese entrelazamiento (cf. Hagen, 1999). La marcada autosuficiencia de estos dos dominios de la Biología que Mayr (1998a, p. 88) apunta, no es, ni podría ser, absoluta (Mayr, 1998b, p. 136).

Con todo, si clasificamos las diferentes disciplinas biológicas conforme la mayor o menor preponderancia que, en cada una de ellas, cobra el estudio de causas próximas o de causas evolutivas; podemos pensar a toda la fisiología (fisiología de órganos, fisiología celular, fisiología de los sentidos, neurofisiología, endocrinología, etc.), casi toda la biología molecular, la morfología funcional, la biología del desarrollo y la genética fisiológica como dominios de la biología funcional. Mientras tanto, la paleontología, la ecología comportamental y la genética de poblaciones podrían ser mejor catalogadas como dominios de la biología evolutiva donde el interés por las causas remotas es preeminente sobre el interés por las causas próximas. En otros casos, la discriminación sería más difícil y forzada (cf. Mayr, 1998b, p.135-137).

## DOS TRADICIONES

Notemos, por otra parte, que esta diferencia en el tipo de preguntas que podemos formular en relación a lo viviente está también asociada a una diferencia en las estrategias metodológicas que podemos seguir en el estudio de uno u otro tipo de causación. En efecto: “las causas próximas ocurren aquí y ahora, en un momento concreto, en una fase concreta del ciclo celular de un individuo, durante la vida de un individuo” (Mayr, 1998b, p. 137); siendo que, tanto por ese carácter actual como por el hecho de que sus efectos se registren en el plano del organismo individual, el tipo de factor que se apunta como causa del fenómeno a explicar se presta a un tipo de manipulación experimental semejante a la que se opera en el campo de la Física y la Química (Mayr, 1998b, p. 86). Por eso, la principal técnica de la que se vale el biólogo que estudia causas próximas es el experimento (Mayr, 1998a, p. 47; Roger, 1983, p. 141) y, en este sentido, su estrategia de investigación es la misma que la del físico y el químico (Mayr, 1985, p. 52; 1998a, p. 89).

No ocurre lo mismo, sin embargo, con el estudio de las causas remotas. Estas no sólo “han actuado durante largos períodos, y más concretamente en el pasado evolutivo de la especie” (Mayr, 1998b, p. 137); sino que también presentan la peculiaridad de que sus efectos se registran a nivel poblacional y no individual (Mayr, 1998a, p. 88; Jacob, 1973, p. 186). De ese modo, preguntas como “¿por qué los animales del desierto suelen tener la misma coloración que el substrato?” o “¿por qué las aves insectívoras de zonas templadas migran en otoño a regiones subtropicales o tropicales?” (Mayr, 1998b, p. 133), cuando no demandan una descripción de las causas próximas de esos fenómenos, deben ser respondidas en función de factores y procesos evolutivos que, por sus dimensiones poblacionales y por estar a menudo ausentes en el presente, no pueden, por lo general, ser investigados con métodos experimentales (Mayr, 1998b, p. 86). En estos casos, el estudio de los seres vivos difícilmente puede prescindir esos procedimientos comparativos que pueden ser caracterizados como formas de observación controlada (Mayr, 1998a, p. 48).

Así, mientras “la experimentación suele facilitar la determinación de las causas próximas” (Mayr, 1998b, p. 137); las causas últimas se prestan más, aunque no exclusivamente, a un estudio pautado por procedimientos metodológicos semejantes a los que ya Cuvier (cf. 1992 [1812], p. 97) aplicaba a la *Historia Natural* (Mayr, 1998a, p. 48; 1998a, p. 90). En este caso no es el investigador, sino la propia naturaleza, la que, fatigando los límites de lo biológicamente posible, va cambiando y combinando las condiciones en las que ocurren los fenómenos vivientes. De forma tal que, analizando esa trama de combinaciones, el naturalista puede establecer el modo, la magnitud y la intensidad con la cual un factor incide sobre otro; y son esos “experimentos de la naturaleza” los que, aún hoy, como Mayr (1998a, p.48) apunta, constituyen el principal recurso metodológico con el que se cuenta en el estudio de las causas remotas de los fenómenos biológicos.

En efecto, hasta mediados del siglo XIX, y antes de los desarrollos experimentales de Claude Bernard y de la escuela alemana (Holmes, 1999, p. 74 y ss.), el organismo era, en general, objeto de observación pero no, estrictamente hablando, de experimentación; es decir: no se buscaba la alteración de su orden para analizarlo (Jacob, 1973, p. 201). Hasta allí, “se consideraba a los organismos en su conjunto con el fin de determinar sus propiedades y sus estructuras” y “se los comparaba entre sí para determinar sus analogías y sus diferencias” (Jacob, 1973, p. 201). Siendo esa misma combinación de procedimientos descriptivos y comparativos la que suministra la base empírica de ese largo argumento que Darwin presenta en *El origen de las especies*. “Para Darwin como para Cuvier, la naturaleza experimentaba para el naturalista” (Jacob, 1973, p. 201).

Es así que, a partir de 1870 (Mayr, 1998b, p. 128) y como efecto del propio surgimiento de la fisiología experimental y de la teoría de la evolución, se genera una escisión y un conflicto profundo entre lo que, siguiendo a Laudan (1977, p. 78), Mayr (1980, p. 40) caracteriza como dos tradiciones de investigación: la de los biólogos experimentales y la de los naturalistas. Los primeros son aquellos investigadores que, a la manera de Claude Bernard (1984[1865], p. 123), sostienen que los límites del conocimiento biológico coinciden con los límites del método experimental; y los segundos son aquellos que, defendiendo los derechos de la *Historia Natural*, abogan por la legitimidad de esos métodos tradicionales que los biólogos experimentales tachan de puramente especulativos (Allen, 1979, p. 181 y ss.).

Los primeros, ocupados en desarrollar la fisiología y la embriología experimental, pretendían que la única indagación legítima es la que nos conduce a la determinación de las causas próximas de los fenómenos biológicos (Mayr, 1998b, p. 128). Los segundos, en cambio, “con su interés casi exclusivo en la filogenia” (Mayr, 1998b, p. 128), sólo daban relevancia al estudio de las causas evolutivas de los fenómenos vitales. Así, mientras Haeckel había pretendido que ese dominio de la *Historia Natural* que es la embriología comparada agotase o, por lo menos, fundamentase a la embriología en general (Canguilhem *et al.*, 1985, p. 42; Mayr, 1998b, p. 135 y 1998c, p. 10; Hamburger, 1998, p. 99; Churchill, 1998, p. 115; Gayon, 1993, p. 90); aún en la década del treinta, Morgan podía fustigar a los biólogos evolucionistas por no percibir que el dimorfismo sexual podía ser explicado por causas fisiológicas que operan ontogenéticamente sin que tengamos que recurrir a especulaciones evolutivas (léase: darwinistas) (Mayr, 1980, p. 11; 1998a, p. 93).

Es sólo con el advenimiento y la consolidación de lo que se ha dado en llamar la nueva síntesis que este cisma entre ambas tradiciones de investigación ha podido ser superado (Mayr, 1980, p. 40); y quizá sólo en parte: es posible, que el mismo esté aún sobredeterminando los actuales conflictos entre biología evolutiva y biología del desarrollo (cf. Admudson, 1998; Mayr, 1998b, p. 135; Maynard-Smith, 1998, p. 21; Goodwin, 1994, p. 145; Brandon, 1999, p. 385; Sterelny & Griffiths, 1999, p. 228): ¿hasta que punto pensar a los organismos como el producto de una trama de accidentes históricos y hasta que punto pensarlos como cristales de alta complejidad cuya forma

obedece a regularidades físico-matemáticas que rigen su constitución?; ¿hasta que punto considerar a los organismos como estructuras resolutoras de problemas cinceladas por la selección natural y hasta que punto pensarlos como obedeciendo a una dinámica propia de autoorganización?; he ahí un doble problema que parece constituir una genuina aporía para las ciencias de lo viviente.

Con todo, y más allá de estas últimas cuestiones, lo cierto es que, sin abarcar todos los dominios de la investigación biológica, la síntesis neo-darwinista supuso y estimuló una aproximación y una comprensión entre experimentalistas y naturalistas que, lejos de abolir la distinción entre indagación por causas próximas e indagación por causas remotas, acabó legitimándola (Mayr, 1980, p. 40). Hoy, nos dice Mayr (1998b, p. 128), sabemos que “hay que buscar respuestas a ambos tipos de preguntas” y para eso tenemos que valernos de diferentes estrategias metodológicas. La dualidad, por otra parte, no nos releva de la exigencia de coherencia y de sistematicidad: las respuestas a ambos tipos de preguntas deben ser compatibles y, en principio, articulables las unas con las otras (cf. Mayr, 1998b, p. 136). No existe nada parecido a una inconmensurabilidad entre biología funcional y biología evolutiva.

### **EL IDEAL REDUCCIONISTA**

No ha sido, sin embargo, Ernst Mayr el único autor a llamar claramente la atención sobre esta dualidad inherente a las ciencias de la vida a la que aquí estamos aludiendo. De forma más o menos independiente, y utilizando un lenguaje a veces distinto, diferentes autores lo han hecho (Sober, 1993b; Pichot, 1993; Burian, 2000; Lewontin, 1998; Williams & Nesse, 1996; Magnus, 2000). Así, François Jacob (1973, p.14 y p. 200) también nos ha hablado de dos biología o, más precisamente, de dos actitudes que darían lugar a las dos ramas de la Biología contemporánea y cuya confusión habría generado numerosas controversias y malentendidos (Jacob, 1973, p. 16).

La primera sería una actitud integrista o evolucionista que, viendo al organismo como miembro de una población, da lugar a una Biología interesada en describir y explicar, por el recurso a causas remotas (Jacob, 1973, p. 15), las relaciones que los seres vivos mantienen entre sí y con su medio. La segunda, en cambio, sería esa actitud tomista o reduccionista que, aún considerando al organismo como un todo individualizado, da lugar a una Biología de causas inmediatas (Jacob, 1973, p. 16) cuya meta es explicar los fenómenos vitales en términos de la interacción causal de elementos tales como órganos, tejidos, reacciones químicas y estructuras moleculares. En el lenguaje de Mayr, la primera sería la biología evolutiva y la segunda la biología funcional.

Cada una de estas biología, apunta Jacob (1973, p. 16), “aspira a instaurar un orden en el mundo viviente”. En el caso de la primera, “se trata del orden por el que se ligan los seres, se establecen las filiaciones, se diseñan las especies”; se trata, en

suma, de un orden inter-orgánico. En el caso de la segunda, en cambio, se trata de un orden intra-orgánico que atañe a las estructuras, funciones y actividades por medio de las cuales se integra y se constituye el viviente individual. Puede decirse, entonces, que si una “considera a los seres vivos como elementos de un vasto sistema que engloba toda la tierra”; la otra “se interesa por el sistema que forma cada ser vivo” (Jacob, 1973, p. 16). Por eso, mientras en este último caso, el biólogo analiza, normalmente, “un único individuo, un único órgano, una única célula, una única parte de la célula” (Mayr, 1998a, p. 89); en el caso de la biología evolutiva, el organismo debe ser siempre considerado en función de sus relaciones con el medio y con los otros organismos (Jacob, 1973, p. 14).

Así, mientras en el primer dominio de investigaciones el biólogo puede continuar, en cierto modo, operando aún con los conceptos y los métodos de la *Historia Natural* y con relativa prescindencia del saber físico y químico (Jacob, 1973, p. 200); en el segundo caso nos encontramos con un conjunto de investigaciones que, en virtud de sus propias pautas metodológicas y en función de los problemas estudiados, da lugar a un discurso sobre lo viviente que, por su contenido conceptual, tiende a aproximarse indefinidamente al de Química y la Física. Como podemos ver, la clásica oposición entre provincialismo y autonomía (Rosemberg, 1985, p. 18) en lo que atañe a la relación entre Biología y Física no puede plantearse sino consideramos esta dualidad de las ciencias de la vida. Los problemas a discutir son distintos según consideremos la perspectiva evolutiva o la perspectiva reduccionista del biólogo funcional.

En efecto, el ideal metodológico del biólogo reduccionista es, en palabras de Jacob (1973, p. 15), el de “aislar los constituyentes de un ser vivo” encontrando las condiciones que permitan su estudio “en el tubo de ensayo”. De ese modo, “variando estas condiciones, repitiendo los experimentos, precisando cada parámetro, este biólogo busca dominar el sistema y eliminar sus variables” (Jacob, 1973, p. 15). Su punto de partida es, sin ninguna duda, la complejidad del viviente individual, pero su meta es precisamente la de descomponer esa complejidad y analizar sus elementos “con el ideal de pureza y certeza que representan las experiencias de la Física y la Química” (Jacob, 1973, p. 15). Siguiendo ese procedimiento analítico, concuerda Mayr (1998a, p. 89), es posible realizar en Biología “el ideal de un experimento puramente físico, o químico”.

Puede decirse incluso que, en virtud de esa estrategia de investigación, “no existe ningún carácter del organismo que no pueda, a fin de cuentas, ser descrito en términos de moléculas y de sus interacciones” (Jacob, 1973, p. 15). Tal es, por lo menos, la promesa cada día más próxima de ser plenamente cumplida de la biología molecular (cf. Rosemberg, 1997b; Collins & Jegalian, 2000): dado cualquier fenómeno, estructura o característica orgánica, siempre podemos pensar que para el mismo existe una descripción y una explicación de carácter fisiológico reducibles ambas a descripciones y explicaciones físico-químicas. Los éxitos de la investigación bioquímica y biofísica justifican esa aproximación aún cuando, desde cierto punto de

vista, podamos considerarla como el producto de una simplificación (Mayr, 1998a, p. 89; Roger, 1983, p. 141). Después de todo, y como Borges concluye en *Funes, el memorioso*, pensar es olvidar diferencias.

Pero, aún cuando el reduccionismo metodológico pueda parecer legitimado por el *modus operandi* de la biología funcional, no parece ocurrir lo mismo con la biología evolutiva. El lenguaje de la Física no parece adecuado ni para describir los fenómenos que esta última estudia ni para plantear los problemas que allí se plantean. No se trata, sin embargo, de incurrir en la postulación vitalista de fuerzas o fenómenos ajenos o contrarios a las leyes físicas que actuarían en la historia de lo viviente; sino de no pasar por alto el carácter sobreviniente (con relación a las propiedades físicas) de los predicados atribuidos a los organismos por la biología evolutiva tanto en la formulación como en la solución de sus problemas. En general, puede decirse que un predicado *P* sobreviene a un conjunto de predicados físicos si se cumplen estas dos condiciones (cf. Sober, 1993a, p. 48):

- *P* esta necesariamente presente o ausente en todos los sistemas que son físicamente idénticos entre sí.
- *P* puede estar presente en dos sistemas aún cuando estos no sean físicamente idénticos.

Así, y como ejemplo fundamental de propiedad sobreviniente, podemos citar la aptitud o eficacia adaptativa que le atribuimos a ciertas formas orgánicas. Sober (1993a, p. 48) ilustra esto con una comparación entre cebras que difieren en sus chances de ser capturadas por un león, porque algunas son más rápidas que otras, y cucarachas que tienen diferentes chances de ser eliminadas en virtud de su desigual resistencia al DDT. En el primer caso, las bases físicas de la diferencia de aptitud pueden ser encontradas, simplificando un poco, en la arquitectura de las piernas: algunas cebras están mejor construidas para correr que otras. Ya en el segundo caso, las bases físicas de la diferencia de aptitud podrá ser encontrada, simplificando otra vez un poco, en la constitución de los aparatos digestivos.

Hay, una base física para el hecho de que una cebra sea más apta que otra; y hay también una base física para el hecho de que una cucaracha sea más apta que otra. Sin embargo, “sería extraño que, en ambos casos, la base física fuese la misma” (Sober 1993a p.48). No parece existir una magnitud física particular que, en todos los casos, varíe según lo haga la aptitud. Por eso, aún cuando pueda ser medida con un método uniforme, la aptitud o eficacia biológica de una forma orgánica, “es cualitativamente diferente para cada organismo” (Fisher, 1930 *apud* Sober, 1993a, p. 49). Mientras tanto, predicados físicos tales como “entropía” o “temperatura” son consideradas como poseyendo “el mismo significado para todo sistema físico” (Fisher, 1930 *apud* Sober, 1993a, p. 49). Por eso, aún cuando puedan existir sendas explicaciones donde se muestre como ciertas propiedades físicas inciden en las diferencias de aptitud existentes entre las cucarachas, y como otras lo hacen en relación a las existentes entre las cebras; nadie podría dar nunca una definición física de lo que

la aptitud es. Siendo que la razón de ello, como afirma Sober (1993a, p. 50), “es simplemente que la aptitud no es una propiedad física”.

Notemos además que, de hecho, el universo de las posibles bases físicas de la aptitud es tan indefinido y heterogéneo como indefinido y heterogéneo es el universo de las bases físicas de los posibles problemas adaptativos (o presiones selectivas) que las diferentes poblaciones de organismos deben resolver o enfrentar. La estructura del aparato digestivo de una cucaracha puede tomarse en una base física de la aptitud, solo porque existe un problema adaptativo como lo es el planteado por la presencia de DDT en el ambiente; y, del mismo modo, el color de esa cucaracha podría tomarse en base física de la aptitud si existiese un predador que ubica visualmente a sus presas.

Pero nada obsta para que también la arquitectura de las extremidades de esa cucaracha se torne en una base física de su aptitud si la misma le permite un mejor comportamiento de fuga con relación a ese predador. Es decir: distintas bases físicas de la aptitud se corresponden con diferentes bases físicas de las presiones selectivas; y, tal como ocurre con la aptitud, no hay tampoco ninguna propiedad física particular que, en todos los casos, varíe según lo hagan las presiones selectivas. No hay, por tanto, ninguno predicado físico que nos permita dar una definición física de lo que es una presión selectiva o un problema adaptativo; y este hecho puede explicarse diciendo que, pese a sus bases físicas, las presiones selectivas (o si se prefiere: los problemas adaptativos) son entidades específicamente biológicas.

Así, y ante la eventual postulación de posibles explicaciones moleculares de los fenómenos evolutivos, debemos apuntar que, para que esto último sea posible, tendría que existir alguna correlación sistemática entre fenómenos identificados en términos darwinistas y fenómenos identificados en términos moleculares. Aún cuando esto fuese tan complejo como el modo en que la fisiología de los organismos individuales está conectada con los fenómenos de la Física; esa correlación tendría que existir; es decir: tendrían que existir principios puente entre las leyes de nivel superior y las descripciones de los fenómenos de nivel inferior.

Sin embargo, y dado que, según vimos, los fenómenos cuyo estudio es específico de la biología evolutiva están definidos en gran parte en términos de predicados sobrevinientes a los predicados estrictamente físicos, categorías tales como problema adaptativo o adaptación resultan *físicamente abiertas*; es decir: no hay, estrictamente hablando, ningún límite físico para lo que pueda considerarse como “mimetismo”, “relación predador-presa”, “comportamiento gregario”, “ritual de cortejo”, o “parasitismo” (cf. Dobzhansky *et al.*, 1980, p. 491). No puede haber, así, ningún principio puente entre los predicados darwinistas y los predicados físicos; y, por esa razón, tampoco hay traducción sistemática de un discurso al otro ni siquiera en base al tipo de principios puente disyuntivos laxos que cabe esperar en el caso de la traducción del lenguaje de la fisiología y la Física. Siendo que lo que es válido en el caso de la relación entre biología evolutiva y Física, se traslada también a la relación

entre biología evolutiva (de las poblaciones, claro) y fisiología (del organismo individual, por supuesto).

Se puede concordar, entonces, con Sergio Martínez (1997, p. 172) y afirmar que, a diferencia de las teorías fundamentales de la Física, la teoría de la evolución “es, desde un punto de vista conceptual, ontológicamente plástica”. Es decir: “se trata de una teoría que no se refiere en principio a ningún tipo de ente particular caracterizado por una cierta estructura material”; y, esa plasticidad ontológica “está ligada íntimamente con el hecho de que la causalidad involucrada en una explicación evolucionista por selección natural es diferente de la causalidad involucrada en las teorías de la Física” (Martínez, 1997, p. 172). Mientras en estas últimas toda acción es local; la selección natural es presentada por la teoría de la evolución como un proceso que “no se da por medio del contacto” (Martínez, 1997, p. 172): “la selección no se da en un lugar particular, es algo que tiene lugar en el sistema como un todo” (Martínez, 1997, p. 173); y es por eso que cabe hablar aquí de causas remotas cuya naturaleza se distingue, sin oponerse, a la acción local de las causas próximas que actúan en los planos fisiológico, químico y físico (cf. Martínez, 1997, p. 173).

Es de notar, por otra parte, que “la sobrevivencia de la aptitud y de otras propiedades evolutivas explica por que la biología evolucionista es opuesta al vitalismo sin por eso ser reducible a cualquier teoría física” (Sober, 1993a, p. 49). El vitalismo sostiene, en efecto, que, además de todas las propiedades físicas (incluidas las relacionales) que un organismo puede poseer, existe algo más: eso que algunos llaman “élan vital”. Este elemento, se supone, impregna la materia orgánica y la transforma en una entidad biológica. Así, si ese elemento existiese, sería posible que dos sistemas físicos idénticos difieran en sus propiedades biológicas. Un sistema podría tener ese élan vital mientras el otro podría no tenerlo. Pero, como la idea de sobrevivencia es coherente con la doctrina fisicalista, fundamental para la biología funcional, de que no hay diferencia sin diferencia física, el reconocimiento, en el contexto de la biología evolutiva, de propiedades sobrevivientes no implica una rehabilitación del vitalismo (Sober, 1993a, p. 49) que, a su vez, nos llevaría a imaginar un conflicto de hecho inexistente entre ambos dominios de la Biología.

Podría objetarse, sin embargo, que esa plasticidad ontológica que aquí estamos apuntando como una peculiaridad de la biología evolutiva es, en realidad, una nota común a toda la Biología. Es que, siguiendo a Alexander Rosenberg (1985, p. 42; 1997a, p. 26; 1999, p. 27; 2000, p. 61), podríamos decir que la caracterización funcional de las estructuras orgánicas con relativa autonomía del substrato físico de las mismas es algo que se da tanto en el plano de la biología evolutiva como en el plano de la biología funcional. Así, cuando caracterizamos una determinada estructura anatómica como siendo un estómago, no lo hacemos en virtud de su estructura física, sino en virtud de su función dentro de ese sistema que es el organismo; y eso es también lo que ocurre cuando analizamos la función de una hormona o de una base del ADN.

Se podría pensar, incluso, que cualquier recurso a análisis funcionales hace entrar en consideración predicados que pueden definirse como sobrevivientes en el

lenguaje de Sober. Creemos que existen, con todo, algunas diferencias importantes entre la sobrevivencia *a la Sober* y la identificación funcional *a la Rosemberg*. Esta, en todo caso, es una noción más amplia que aquella; y, por esa razón, no nos permite introducir una clara diferencia entre aquellos casos en que caracterizamos una estructura orgánica como siendo una respuesta a un determinado problema adaptativo y aquellos otros casos en donde caracterizamos esa estructura en virtud de su papel causal dentro de determinado proceso orgánico.

Es cierto, en este sentido, que cuando describimos la pigmentación de determinada especie de mamífero como siendo una protección mimética frente a ciertos predadores lo hacemos con cierta prescindencia de cualquier referencia al substrato molecular de la misma; y es así, incluso, que podemos aproximar ese recurso mimético con el de una especie de aves que frente a la acción del mismo predador, pero en virtud de bases moleculares diferentes, a desarrollado una coloración semejante. Pero, si aquí el predicado “protección mimética” es utilizado de una forma en que parece justificado hablar de una identificación funcional independiente del substrato molecular, es necesario no pasar por alto la diferencia que existe entre este caso y aquel que se presenta cuando, caracterizando dos estructuras anatómicas tan diferentes como pueden serlo la cresta de un Stegosaurus o las plumas de un Archocopteryx, decimos que ambas tienen un papel causal en la regulación térmica de cada tipo de organismo.

Es que, aún cuando en este caso aludimos a una función de regulación térmica que es cumplida, de manera diferente y en organismos diferentes por estructuras que tal vez también presenten estructuras físicas claramente diferenciables; lo cierto es que la noción de “regulación térmica” es, por decirlo de algún modo, físicamente más acotada que la noción de “protección mimética”. Dada una magnitud físicamente definible como lo es la de “temperatura corporal” se puede caracterizar una estructura anatómica como siendo un “regulador térmico” en la medida en que se pueda mostrar como es que esa estructura contribuye a que esa magnitud se mantenga dentro de cierto margen de variación. Es decir: un regulador térmico puede presentar estructuras físicas muy diversas pero el abanico de efectos físicos que, por definición, debe producir es mucho más limitado y unívoco.

Mientras tanto, aun cuando al caracterizar una determinada pigmentación como siendo una protección mimética frente a ciertos predadores estemos aludiendo a una gama de efectos también limitados, lo cierto es que esa limitación no se refiere a ninguna magnitud física particular; y esto se explica porque, recordando a Sober, podemos decir que ni predador, ni protección mimética son propiedades físicas. Por lo tanto, tampoco podemos caracterizar a las expresiones “eludir” o “engañar al predador” como referidas a una clase de fenómenos físicamente delimitables como, sin embargo, si ocurre con la expresión “regulación térmica”. Esta noción, retomando la expresión de Sergio Martínez, presenta una “plasticidad ontológica” mucho menor que la noción de “protección mimética”; y ese diferente grado de plasticidad tal vez

sirva para visualizar la diferencia existente entre la relación que guardan la biología funcional y la Física y aquella que guardan esta última y la biología evolutiva.

No pretendemos haber resuelto aquí el ya secular conflicto entre *autonomistas* y *provincialistas*; pero creemos no estar diciendo algo irrelevante si insistimos en la idea de que esa relación diferente que ambos dominios de la Biología guardan con la Física puede llevarnos a pensar que los argumentos autonomistas usados en el caso de la biología evolutiva no pueden ser utilizados para el caso de la biología funcional. Si esta puede ser caracterizada como una disciplina autónoma en relación a la Física habrá de serlo en un sentido diferente a aquel en el cual podemos decir que la biología evolutiva lo es. Pero, del mismo modo, los argumentos *provincialistas* no pueden tampoco aplicarse por igual en ambos dominios: la biología funcional puede seguir siendo pensada como la física del ser viviente (Merleau-Ponty, 1976 [1953], p. 215) aún cuando esa caracterización en nada convenga a la biología evolutiva.

## DOS MODOS DE INTERROGACIÓN

Pero claro, llegados a este punto del contraste entre una biología que parece compartir, por lo menos parcialmente, sus fundamentos metodológicos y conceptuales con la Física y otra que se permite todavía utilizar los métodos, y hasta el lenguaje, de la vieja *Historia Natural*, se podría llegar a objetar que lo que aquí estamos presentando como dos dominios relativamente autónomos de la Biología no son otra cosa que dos disciplinas con diferente grado de desarrollo o discursos con diferente estatuto de cientificidad; y esta objeción no solo se apoyaría en lo que acabamos de decir sobre la “plasticidad ontológica” del lenguaje utilizado por la biología evolutiva, sino que también podría fundarse en nuestro reconocimiento de que, en este último dominio de investigación, los procedimientos puramente observacionales predominan por sobre los estrictamente experimentales. Pudiendo incluso pensarse que esa es la razón del contraste existente entre, por un lado, la escasa discusión que suscitan los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos, desde Harvey hasta Watson y Crick, pasando por Claude Bernard, en el estudio de las causas próximas de los fenómenos vivientes (Mayr, 1998a, p. 89); y, por otro lado, los permanentes cuestionamientos en torno de lo que ocurre en el estudio de los procesos evolutivos (Mayr, 1998a, p. 94).

No debemos subestimar, sin embargo, el rigor al que puede accederse en el dominio de la observación controlada. En lo que atañe a este punto, como nos dice Mayr (1998a, p. 48), “la diferencia entre los métodos experimental y comparativo no es tan grande como podría parecer a primera vista”. Este último puede ser tan científico como el primero; y lo mismo puede decirse en relación de los resultados que con el se evalúen y validen. Es cierto que la observación controlada, a diferencia de la experimentación, no requiere la reproducción a voluntad de los fenómenos en estudio o la manipulación concreta de variables; pero se asemeja a ella en otros aspectos mas

relevantes a la hora de evaluar el rigor o la cientificidad de las investigaciones o de las teorías que en ella se basen.

La observación controlada supone, en efecto, dos momentos fundamentales: el primero de ellos consiste en la búsqueda deliberada de situaciones diferentes en las cuales un fenómeno se manifiesta uniformemente (en modos idénticos o diferentes) o se manifiesta en algunos casos pero no en otros; y el segundo de tales momentos es “el ulterior examen de ciertos factores destacados en estas ocasiones con el fin de discernir si las variaciones de esos factores se relacionan con diferencias en los fenómenos” (Nagel, 1978, p. 409). Obviamente, que ciertos factores, y no otros, sean apuntados como relevantes para explicar las diferentes variaciones de un fenómeno, es algo que depende de un marco teórico que, por lo menos en parte, es siempre rectificable.

Con todo, esta es una dificultad, si se quiere usar la palabra, que también se presenta en la investigación experimental: un experimento se monta siempre en virtud de un marco teórico, más o menos explícito, que determina, tanto la índole de las variables que se hará intervenir, controlar y observar, cuanto el tipo de interacción a las cuales se las habrá de someter. Será siempre el propio transcurso de la investigación que dirá si nuestras opciones fueron acertadas o suficientes. Pero, en la medida en que esas opciones hallan sido adecuadas y nuestros registros de las variaciones, y de sus putativos efectos, lo suficientemente cuidadosos, “desde el punto de vista del papel lógico que tienen los datos empíricos en la investigación” (Nagel, 1978, p. 409), carece de importancia si las variaciones registradas en los supuestos factores determinantes de los cambios observados en el fenómeno en estudio, fueron introducidas por el propio investigador o fueron producidas por la naturaleza.

Insistamos, además, que estamos ante una simple distinción de grado: la biología evolutiva también puede recurrir, en cierta medida (cf. Brandon, 1997), a procedimientos experimentales (cf. Rice & Hosters, 1993) o cuasi-experimentales (cf. Kettlewell, 1956); y, en nuestra opinión, un análisis comparativo del tipo de variables y del modo de manipulación y control de las mismas que se da en los experimentos realizados en cada dominio de la Biología puede ser de gran utilidad para clarificar las diferentes nociones de causalidad a las que aquí hemos aludido. La pregunta clave sería esta: ¿que diferencia existe entre las preguntas que planteamos ante una población experimental de moscas o ante un cultivo de bacterias y aquellas que guían los experimentos de un fisiólogo o un biólogo molecular?

Por lo pronto, y reiterando lo que ya dijimos, podemos recordar que lo aquí llamamos causas próximas constituye el mismo tipo de causación al que también se someten los fenómenos inanimados (Mayr, 1998a, p. 89). Esto permite que, en relación a ellas, el biólogo se formule el mismo tipo de pregunta que condujo al descubrimiento de las leyes físicas (Mayr, 1998b, p. 133); y, ese isomorfismo en el modo de interrogar da lugar a un isomorfismo en el modo de responder que no se verifica en el caso de la indagación por causas remotas. Esta plantea preguntas que, además de involucrar una categoría ausente en el dominio de la Física como lo es la de adaptación (Mayr,

1998a, p. 93;1998b, p. 133), nos conducen al estudio de procesos históricos singulares cuya reconstrucción, por no cobrar la forma de una explicación nomológicamente pautada, puede caracterizarse como constituyendo una narrativa histórica (Lopez-Beltrán, 1998, p. 208; Richards, 1998, p. 243; Hull, 1998, p. 247; Roger, 1983, p. 149 y ss.).

Pero es justamente en ese punto donde un anti-darwinista militante como André Pichot (1987, p. 23; 1993, p. 935) puede asentar su crítica a la legitimidad de esa dualidad de las ciencias de la vida. Para este autor, la Biología moderna es una ciencia incompleta en donde la explicación histórica darwinista opera como un simple complemento, menos riguroso e, incluso, menos científico, de la explicación física ofrecida por la biología molecular. Esta, por su parte, sería una disciplina rigurosa pero limitada que, consiguiendo explicar el funcionamiento y la constitución del organismo individual (Pichot, 1987, p. 24), deja la explicación del origen y la historia del programa de funcionamiento y de constitución allí implicado librada a una serie indefinida de contingencias cuya elucidación sería tarea de la frágil explicación darwinista (Pichot, 1987, p. 9; 1993, p. 936).

La Biología moderna, podríamos decir, estando en la senda que le permitirá explicar en términos físicos el funcionamiento y la constitución de esa máquina autopoietica (Maturana&Varela, 1995, p. 69) que es el organismo individual, habría renunciado al ideal lamarkiano (Pichot, 1993, p. 941;1999, p. 259) de encontrar una explicación física para la constitución del plano o del diseño de la maquina; y, así, habría encontrado en el darwinismo un recurso precario para paliar o, incluso, ocultar esa falta (Pichot, 1987, p. 23). La nueva síntesis sería el producto más claro de ese vergonzoso contubernio. Pichot, en efecto, parece compartir la descripción del universo de las ciencias de la vida que Mayr y Jacob proponen; pero, lo que estos últimos consideran cómo una pauta legítima de funcionamiento, Pichot lo presenta cómo síntoma de una carencia fundamental. Pero atención: la articulación entre biología molecular y darwinismo que Pichot supone operando en el seno de la nueva síntesis puede no ser la que Jacob y, sobre todo, Mayr suponen que existe entre biología funcional y biología evolutiva.

Para Pichot, se trata de una relación más suplementar que complementar: la explicación darwinista, como dijimos, estaría llamada a subsanar una carencia de la explicación molecular. En el mejor de los casos, parece pensar Pichot, el darwinismo constituiría una hipótesis auxiliar que la actual teoría de la evolución utilizaría para suplir sus limitaciones y cuya (supuestamente notoria) debilidad afectaría a todo el edificio teórico que ella vendría a completar (Pichot, 1987, p. 24). Pero, lo que este autor acaba diciendo es que la teoría de la selección natural opera como una estrategia de dudosa legitimidad llamada a ocultar la carencia de una genuina explicación física de la evolución como la que Lamarck habría sabido entrever (Pichot, 1993, p. 845; 1999, p. 288).

Para Mayr y Jacob, en cambio, biología funcional y biología evolutiva no son dos conjuntos de hipótesis que se suman o entran en conjunción para explicar un

mismo dominio de fenómenos; sino dos ámbitos relativamente autónomos de indagación cada uno de los cuales responde a formas de interrogación que, como el propio Pichot (1993, p. 844) reconoce, son de diferente orden. Por eso, en la medida en que el darwinismo constituye el fundamento de la biología evolutiva, podemos decir que el mismo no está llamado a resolver los problemas de la biología funcional que la biología molecular nos promete resolver. Si la teoría de la selección natural no sirve para completar la explicación física de cómo, en un determinado ambiente físico, surge un determinado tipo de estructura viviente, es simplemente porque ese cómo no es el tipo de pregunta que el darwinismo nos enseña a plantear y responder. Los por qué de la biología evolutiva no son un complemento de los cómo de la biología funcional; estos, en todo caso, son un límite para aquellos.

Con todo, para que este atisbo de réplica a Pichot pueda quedar claro, es menester que calemos un poco más hondo en la contraposición entre biología funcional y biología evolutiva. Es necesario que miremos dentro de esa distinción entre cómo y por qué para elucidar no sólo los principios que rigen uno y otro modo de interrogar lo viviente; sino también para explicitar la estructura y la naturaleza conceptual de las respuestas que, en uno y otro caso, debemos dar.

## FUNCIONES Y ADAPTACIONES

Por eso, en esta última sección de nuestro trabajo, nos proponemos mostrar que cada uno de esos dominios de indagación obedece a una máxima metodológica distinta; y cada una de estas, al definir un modo específico de interrogar lo viviente, establece también el modelo de explicación que operará como respuesta adecuada al tipo de pregunta que, en uno y otro campo, se formulen. Siendo precisamente ese contraste entre modelos explicativos lo que nos permitirá plantear la discusión sobre su posible carácter teleológico; centrándonos, finalmente, sobre la cuestión de si esa teleología juega un papel puramente heurístico o si, en cierto modo, va más allá.

Así, si siguiendo a Maturana y Varela (1995, p. 72), llamamos “autopoiesis” al conjunto de los procesos por medio de los cuales un organismo individual se constituye y preserva en su propia organización; podemos decir que la biología funcional se rige por una regla metodológica regional específica (a la cual cabría denominar “principio de función”) según la cual:

Para todo fenómeno o estructura asociado a un proceso de autopoiesis, debe formularse una descripción tal que le podamos atribuir un papel causal (función) en dicho proceso o, en su defecto, lo podamos considerar como efecto secundario de la presencia de otro fenómeno o estructura a la que sí podamos atribuirle ese papel.

Pero, cuando en la esfera de las causas próximas se habla de papel causal, se está suponiendo una relación causal mediada por leyes físicas (Griffiths, 1998, p. 437); y, en tal sentido, puede decirse que ese principio de función constituye una regla subordinada a un Principio General de Causación al cual, entendiéndolo también como regla metodológica (Popper, 1980, p. 61; Nagel, 1978, p. 298; Cohen, 1959, p. 142) podríamos formular así:

Dado el registro  $C$  de un cambio  $M'$  en una magnitud  $Y$ , se debe formular y testar un conjunto de hipótesis (coherente con el cuerpo del conocimiento aceptado) tal que contenga: (1) la descripción  $B$  de otro cambio  $M''$  en otra magnitud  $X$ ; y (2) la formulación de un enunciado estrictamente universal  $L$  que establezca una relación asimétrica constante entre  $X$  e  $Y$  tal que cada valor de la segunda magnitud sea considerado como resultante del valor de la primera.

De este modo, al decir que un fenómeno “tiene una función” en determinado proceso estamos comprometiéndonos con la tesis de que existe una descripción para el mismo que permite considerarlo como condición inicial de una explicación nomológica cuyo explanandum es otra secuencia de ese proceso (Ponce, 1987, p. 110); y, por eso, en el dominio de la biología funcional, “la reducción de todos los acaecimientos a ecuaciones de magnitudes, la transformación del organismo en mecanismo debe retenerse [...], al menos, como postulado incondicional frente a todas las barreras de nuestro saber actual” (Cassirer, 1967 [1918], p. 399).

Para entender en que sentido se atribuye una función a un fenómeno  $x$ , alcanza con saber cual es el proceso en el cual  $x$  tendría una función. La pregunta no es “¿cual es el efecto benéfico que  $x$  produce para  $E$ ?” (donde  $E$  será siempre una estructura social, biológica o artificial); sino “¿cual es el papel causal que  $x$  tiene en  $P$ ?” (donde  $P$  es cualquier proceso pasible de descripción física) (Ponce, 1987, p. 107; Griffiths, 1998, p. 437). Claro que una cosa es hablar del análisis funcional en general, haciendo abstracción de si nos estamos refiriendo a máquinas, organismos o procesos físicos sin ninguna calificación especial; y otra cosa es examinar cual es la forma que ese tipo de análisis cobra en un dominio determinado de investigación como puede serlo la biología funcional.

En este caso lo que esta en juego es el análisis de ciertos procesos en particular: aquellos que se integran en la autopoiesis orgánica. La fisiología y la biología del desarrollo, en el sentido más amplio que le podamos dar a estos términos (Waddington 1956), aún cuando operen a nivel molecular, tienen un interés privilegiado en el o los proceso(s) por los cuales se constituye, se integra, se desarrolla y mantiene el organismo individual (Goldstein, 1983 [1951], p. 340; Merleau-Ponty, 1976 [1953], p. 216). En ese contexto, preguntarse por la función de algún elemento es siempre preguntarse por el papel causal (nomológicamente mediado) que ese elemento tiene en ese proceso de autopoiesis (Maturana & Varela, 1972, p. 381; 1995, p. 135): ese es el objetivo explicatorio (Thagard, 1999, p. 5) fundamental de la biología funcional.

Pero, he ahí también la diferencia fundamental e insalvable que existe entre la noción de función que opera en el dominio de la biología funcional y la noción de adaptación que opera en el dominio de la biología evolutiva. La explicación darwinista no puede jamás prescindir, es cierto, de un análisis del proceso por medio del cual una característica orgánica fue seleccionada (Williams, 1996, p. 263; Dawkins, 1999, p. 51), y es en ese sentido que cabe hablar de una explicación etiológica (Wright, 1998, 1972; Millikan, 1998, 1989; Neander, 1998). Pero, decir que una adaptación tiene un rol causal en el incremento del éxito reproductivo diferencial de sus portadores (cf. Sterelny & Griffiths, 1999, p. 223), puede llevarnos a pasar por alto que, en nuestro análisis, no ofrecemos, ni podemos (pero tampoco precisamos) ofrecer, ninguna ley natural que conecte presión selectiva y respuesta como si se tratase de una relación de causa-efecto del tipo que rigen el dominio de las causas próximas. Siendo esa, en nuestra opinión, la mayor dificultad que presentan ciertas propuestas de unificación de ambos conceptos como aquellas esbozadas por Bigelow & Pargetter (1998), Proust (1995), Buller (1998) y Krieger (1998).

Pero además de eso, y en contra de lo que Buller (1998, p. 512) y Krieger (1998, p. 16) piensan, el análisis darwiniano de las estructuras adaptativas no puede confundirse 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. Es que, “una adaptación es una variante fenotípica que produce la mayor aptitud (*fitness*) entre un conjunto especificado de variantes en un ambiente dado” (Reeve&Sherman, 1993, p. 1); y, por eso, la explicación darwinista 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. La explicación darwinista es siempre, en este sentido, la explicación de algo así como una opción entre dos alternativas (Cronin, 1991, p. 67); y esto significa que no se trata, entonces, de explicar como algo ocurrió sino de mostrar por qué eso pudo ser mejor que otra cosa que se presentaba como alternativa (Lewontin, 1998, p. 97; 2000, p. 9). Sin eso, no hay *explicación selectiva* completa.

Un vertebrado sin corazón perece; pero ese hecho no sirve para explicar el origen del corazón en términos darwinistas: 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 (cf. Rosemberg, 1997b, p. 468). Para tener una explicación darwinista 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 (o una opción) 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 que condiciones la alternativa que conducía en dirección 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 darwinista para cualquier estructura que, en un determinado momento de la historia evolutiva 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 diluya. El análisis adaptativo, en suma, solo 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 (Dennett, 1995, p. 247; Williams, 1996, p. 261).

La pregunta darwinista siempre tiene esta forma: “¿por que (es decir: bajo la acción de que presiones selectivas) *P* pudo resultar mejor que *R* en el contexto *T*?” Ese es el objetivo explanatorio de las explicaciones darwinistas; y, en este sentido, puede decirse que las mismas obedecen a la siguiente regla metodológica:

Dada la constatación *C* del predominio de una estructura orgánica *Z'* sobre otra estructura orgánica *Z''* en una población *X*, se debe formular y testar un conjunto de hipótesis tal que contenga: (a) la descripción de un conjunto de presiones selectivas *Y* que operan u operaron sobre *X*; y (b) observaciones y argumentos que muestren a *Z'* como una respuesta mas adecuada que *Z''* para *Y*, o que, en su defecto, la muestren como efecto no seleccionado de tal respuesta.

Y si la primera regla enunciada pudo ser llamada “principio de función”; esta última, que no es otra cosa que una formulación metodológica del principio de selección natural, puede ser llamada “principio de adaptación”. Siendo que, en las diferencias existentes entre ambas reglas están también cifradas las diferencias que existen entre las nociones de “función” y “adaptación”. Nociones cuya comparación, por otra parte, puede conducirnos a una mejor comprensión de la, en nuestra opinión, radical heterogeneidad que existe entre esa “teleología natural determinada”, cuyo análisis en términos de causas próximas es propio de la biología funcional, y esa “teleología natural indeterminada” cuyo análisis en términos de causas remotas es propio de la biología evolutiva (cf. Dobzhansky et al., 1980, p. 499).

Es que, las diferencias existentes entre ambos principios metodológicos nos muestran que, además de estar indisolublemente unida con la idea de causación como relación nomológicamente mediada entre dos eventos, la noción de función propia de la biología funcional está, al mismo tiempo, comprometida con la idea de autoipoiesis. Es decir: la idea según la cual cada estructura o proceso que ocurre en el organismo individual debe ser considerado en virtud de su papel dentro del proceso causal cuyo efecto es la organización y la constitución del propio organismo. La biología funcional supone siempre en sus análisis una idea de estado privilegiado y limita su análisis a mostrar como un determinado fenómeno orgánico interviene causalmente en la producción de ese estado que no es otro que la producción y la

sustentación de la propia estructura orgánica. Siendo esa, precisamente, la noción de teleología a la cual Kant (1992 [1790], §16) alude en la tercera crítica (Cassirer, 1967 [1918], p. 337).

Pero no es ese el caso de la teleología darwinista. El biólogo funcional siempre sabe cual es ese estado privilegiado al cual debe llegarse y, por lo tanto, puede considerar siempre los fenómenos orgánicos como medios para la consecución de un fin determinado; y es en ese sentido que cabe hablar de una teleología determinada. El biólogo evolucionista, en cambio, no cuenta con esa determinación: aún cuando puede suponer que toda estructura orgánica está comprometida, directa o indirectamente, con la consecución del éxito reproductivo diferencial, el también sabe que esa meta se presenta en la naturaleza de formas muy diversas. Es decir: ese éxito reproductivo diferencial depende de la resolución de una gama de problemas sumamente basta e indefinida que, aún en el caso de una sola especie, pueden ser tan variados y heterogéneos como lo son los problemas de la alimentación, la fuga de los depredadores, el cuidado de la prole o la consecución de aparceros sexuales.

Es cierto de todos modos que esa diversidad puede reducirse, en todas las formas vivientes, a un único problema fundamental: el de la supervivencia entendida no como preservación individual sino como preservación de las propias características a través de la reproducción. Todos los demás problemas son, en última instancia, desdoblamientos de este último. Pero, el verdadero problema de la explicación darwinista es individualizar, para cada estructura orgánica, cual es el desdoblamiento específico de ese problema fundamental en cuya resolución, directa o indirectamente, esa estructura está involucrada.

Así, mientras el biólogo funcional debe siempre preguntarse cual es la función (papel causal) de un determinado fenómeno en la producción de un determinado efecto o resultado como puede serlo la constitución o la preservación de la forma orgánica individual; el biólogo evolutivo se ve obligado a preguntarse por cual es el problema que una estructura o fenómeno orgánico debe resolver. Su pregunta es, en este sentido, una pregunta por el para qué de las estructuras orgánicas (Brandon, 1998, p. 91; Ayala, 1995, p. 282); y es por eso que puede decirse que su pregunta alude a una finalidad en un sentido más fuerte que aquel que nos encontramos en el caso del biólogo funcional.

En este último caso existe siempre, es cierto, la referencia al resultado de un proceso determinado; pero lo que está en cuestión es como cierto fenómeno está causalmente vinculado a ese proceso. Aunque, en algún sentido, pueda decirse que la pregunta es, en cierto modo, teleológica; la respuesta ciertamente no lo es: la misma se limita a apuntar el rol causal de un fenómeno en la producción de cierto efecto. Mientras tanto, en el caso de la biología evolutiva nos preguntamos por la *raison d'être* (Dennett, 1995, p. 212) de las estructuras orgánicas y la respuesta que buscamos es, como acabamos de decir, una indicación del problema en cuya resolución esas estructuras están involucradas. Así, mientras la explicación funcional continúa

apelando a una relación de causa-efecto nomológicamente mediada, la explicación darwinista alude a una relación del tipo solución-problema (Caponi, 2000).

Debemos, por lo tanto, saber distinguir entre esa teleología intra orgánica a la cual el propio Claude Bernard (1966 [1878], p. 340) le reconocía un papel fundamental en la fisiología y esa otra teleología de la adaptación entre medio y organismo que sólo el darwinismo nos ha permitido erigir en objeto de investigación científica (Sober, 1993b, p. 83). La primera es aquella que Kant (1992 [1790], §16) considera cuando definía un producto organizado de la naturaleza como “aquél en que todo es fin, y, recíprocamente, también medio”; es decir: un cuerpo organizado es un sistema donde “todas las acciones parciales son solidarias y generadoras las unas de las otras” (Bernard, 1984 [1865], p. 137). La segunda, en cambio, es aquella en donde, en lugar de pensar cada estructura en virtud de su rol causal en la preservación de la armonía intra orgánica, la pensamos como una respuesta a los desafíos que plantea la lucha por la existencia.

La idea de que “en el organismo nada es en balde” que Kant (1992 [1790], §16) legitima como máxima no es, en este sentido, la idea darwinista de que cada estructura orgánica responde directa o indirectamente a las exigencias de la selección natural; y si de la primera puede decirse que, en última instancia, no es más que un principio heurístico que conduce a la explicación del funcionamiento y la constitución del organismo individual en términos de causas próximas, en relación a la segunda tenemos que admitir que se trata de una regla metodológica que conduce nuestra interrogación en una dirección completamente diferente.

La idea de teleología intra orgánica que encontramos en la biología funcional prepara el terreno para la explicación causal “señalándole los fenómenos y los problemas sobre los que ha de proyectarse” (Cassirer, 1967 [1918], p. 400); la teleología darwinista, en cambio, sin contraponerse a la explicación causal nos lleva en dirección de un tipo de explicación totalmente diferente. Cabe concluir, por lo tanto, que, análogamente a lo que ocurre en relación a la cuestión del reduccionismo, en relación a la discusión de si en la Biología contemporánea la teleología tiene un lugar que sea algo más que puramente regulativo o heurístico, debemos decidir si nos estamos refiriendo a la biología funcional o a la biología evolutiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADMUDSON, R. Two concepts of constraint: adaptationism and the challenge from developmental biology. In: HULL, D.; RUSE, M. (eds.). *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 93-116.
- ALLEN, G. Naturalists and experimentalists: the genotype and the phenotype. *Studies in History of Biology*, n. 3, p. 179-209, 1979.

- AYALA, F. The distinctness of biology. In: WEINER, F. (ed). *Laws of Nature*. Berlin: Verlag, 1995. p.268-288.
- BERNARD, C. *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion, 1984. (reedición de la 1ª edición de 1865)
- . *Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris: Vrin, 1966. (reedición de la 1ª edición de 1878)
- BIGELOW J.; PARGETTER R. Functions. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 241-260.
- BRANDON, R. Biological teleology: questions and explanation. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 79-98.
- BRANDON, R. Does Biology Have Laws?. *Philosophy of Science*, 64 (Proceedings) p. S444-S457. 1997.
- BRANDON, R. La téléologie dans les systèmes à organisation naturelle. In: FELTZ, B.; CROMMELINCK, M.; GOUJON, P. (eds.). *Auto-organisation et émergence dans les sciences de la vie*. Bruxelles: Ousia, 1999. p. 383-404.
- BULLER, D. Etiological theories of function: a geographical survey. *Biology&Philosophy*, n. 13, p. 505-527, 1998.
- BURIAN, R. The impact of genetics on biological theory. Résumés du Colloque: 1900, *Redécouverte des lois de Mendel*- Académie des Sciences (Paris 23-25 mars 2000), p. 31, 2000.
- CANGUILHEM, G.; LAPASSADE G.; PIQUEMAL J.; ULMANN J. *Du développement à l'évolution au XIX*. Paris: PUF, 1985.
- CAPONI, G. La regla de Darwin. *Principia*, v.4, n. 1, p. 27-77, 2000.
- CASSIRER, E. *Kant: vida y doctrina*. México: Fondo de Cultura Económica, 1967. (traducción de W. Roces de la 1ª edición de 1918).
- CHURCHILL, F. The evolutionary synthesis and the biogenetic Law. In: MAYR, E.; PROVINCE; W. (eds.). *The Evolutionary Synthesis: perspectives on the unification of biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1998. p. 112-122.
- COLLINS, F & JEGALIAN, K. Le code de la vie déchiffré. *Pour la Science*, 267, p. 46-51, 2000.
- COHEN, M. *Reason and Nature*. New York: Dover Publication, 1959.
- CRONIN, H. *The ant and the peacock*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- CUVIER, G. *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes (Discours Préliminaire)* (reedición de la 1ª edición de 1812); (présentation, notes et chronologie par P. Pellegrin). Paris: Flammarion, 1992.
- DAWKINS, R. *The Extended Phenotype* [with an afterword of D. Dennett]. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- DENNETT, D. *Darwin's Dangerous Idea*. London: Penguin, 1995.
- DOBZHANSKY, T.; AYALA, F.; STEBBINS, L.; VALENTINE, J. *Evolución*. Barcelona: Omega, 1980.
- FISHER, R. *The genetical theory of natural selection*. New York: Dover Publication, 1930.
- GAYON, J. Le Concept de recapitulation à l'épreuve de la théorie darwinienne de l'évolution. In: MENGAL, P. (ed.). *Histoire du concept de recapitulation: ontogenèse et phylogenèse en biologie et sciences humaines*. Paris: Masson, 1993. p.79-92.
- GOLDSTEIN, K. *La structure de l'organisme*. Paris: Gallimard, 1983. (reimpresión de la 1ª edición de 1951).
- GOODWIN, B. *Las Manchas del Leopardo*. Barcelona: Tusquets, 1994.

- GRIFFITHS, P. Functional analysis and proper functions. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 435-452.
- HAGEN, J. Naturalists, Molecular Biologists, and the Challenges of Molecular Biology. *Journal of the History of Biology*, v. 32, n. 2, p. 321-341, 1999.
- HAMBURGUER, V. Embryology and the Modern Synthesis in Evolutionary Theory. In: MAYR, E.; PROVINI, W. (eds.). *The Evolutionary Synthesis: perspectives on the unification of biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1998. p. 97-111.
- HOLMES, F. La signification du concept de milieu intérieur. In: MICHEL, J. 1991. p p. 53-64.
- . La physiologie et la médecine expérimentale. In: GRMEK, M. (ed.). *Histoire de la pensée médicale en Occident III (de le romantisme à á science moderne)*. Paris: Seuil, 1999. p. 59-98.
- HULL, D. Sujetos centrales y narraciones históricas. In: MARTINEZ, S.; BARAHONA, A. (eds.). *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 247-274.
- JACOB, F. *La Lógica de lo Viviente*. Barcelona: Laia, 1973.
- . *Le Jeu des Possibles*. Paris: Fayard, 1981.
- KANT, E. *Crítica de la Facultad de Juzgar*. Caracas: Monte Avila, 1992. (traducción de C. Oyarsun de la edición de 1790).
- KETTLEWELL, H. A résumé of investigations on the evolution of melanism in the Lepidoptera. *Proc. of the Royal Society of London*, B-145, p. 297-303, 1956.
- KRIEGER, G. Transmogrifying teleological talk?. *History and Philosophy of Life Sciences*, v. 20, n. 1, p. 3-34, 1998.
- LAUDAN, L. *Progress and its Problems*. Berkeley: University of California Press, 1997.
- LEWONTIN, R. Las bases del conflicto en biología. In: MARTINEZ, S.; BARAHONA, A. (eds.). *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 96-106.
- LEWONTIN, R. *La triple helix*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- LOPEZ-BELTRAN, C. Narrativa y explicación en las ciencias naturales. In: MARTINEZ, S.; BARAHONA, A. (eds.). *Historia y explicación en biología*. México : Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 197-211.
- MAGNUS, D. Down the primrose path: competing epistemologies in early XX century biology. In: CREATH, R.; MAINCHISTEIN, J. (eds.). *Biology and Epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 91-121.
- MARTINEZ, S. *De las causas a los efectos*. México: Paidós/UNAM, 1997.
- MATURANA, H.; VARELA F. Mechanism and biological explanation. *Philosophy of Science*, n. 39, p. 378-382, 1972.
- MATURANA, H.; VARELA F. *De Máquinas y seres vivos*. Santiago de Chile: edición Universitaria, 1995.
- MAYNARD-SMITH, J. *Shaping Life: genes, embryos and evolution*. London: Weidenfeld & Nicolson, 1998.
- MAYR, E. *Evolution and the diversity of life*. Cambridge: Harvard University Press, 1976.
- . How biology differs from the physical Sciences. In: DEPEW, D. J.; WEBER, B. (eds.). *Evolution at a Crossroads*. Cambridge: MIT Press, 1985. p. 43-63.
- . *Toward a new philosophy of biology*. Cambridge: Harvard, 1988.
- . *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Universidade de Brasília, 1998a.
- . *Así es la Biología*. Madrid: Debate, 1998b.
- . Some thoughts on the history of the Evolutionary Synthesis. In: MAYR, E.; PROVINI, W. (eds.). *The Evolutionary Synthesis: perspectives on the unification of biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1998c. p. 1-50.
- MERLEAU-PONTY, M. *La estructura del comportamiento*. Buenos Aires: Hachette, 1976. (traducción de R. Alcalde de la 1ª edición de 1953).

- MILLIKAN, R. In defense of proper functions. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 295-312.
- MILLIKAN, R. An ambiguity in the notion *function*. *Biology & Philosophy*, n. 4, p. 172-176, 1989.
- NAGEL, E. *La Estructura de la Ciencia*. Buenos Aires: Paidós, 1978.
- NEANDER, K. Functions as selected effects. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 313-334.
- PICHOT, A. The strange object of biology. *Fundamenta Scientiae*, n. 8, p. 9-30, 1987.
- . *Histoire de la Notion de Vie*. Paris: Gallimard, 1993.
- . *Histoire de la Notion de Gène*. Paris: Flammarion, 1999.
- PONCE, M. *La Explicación Teleológica*. México: UNAM, 1987.
- POPPER K. *The Logic of Scientific Discovery*. Cambridge: Unwin, 1980.
- PROUST, J. Fonction et Causalité. *Intellectica*, n. 21, p. 81-113, 1995.
- REEVE, H. & SHERMAN, P. Adaptation and the goals of evolutionary success. *Quarterly Review of Biology*, n. 68, p. 1-32, 1993.
- RICE, W. & HOSTERT, E. Laboratory experiments on speciation: what have we learned in 40 years?. *Evolution*, n. 47, p. 1637-1653, 1993.
- RICHARDS, R. La estructura de la explicación narrativa en historia y biología. In: MARTINEZ, S.; BARAHONA, A. (eds.). *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 212-246.
- ROGER, J. Biologie du fonctionnement et biologie de l'évolution. In: BARREAU, H. (ed.). *L'Explication dans les sciences de la vie*. Paris: CNRS, 1983. p. 135-160.
- ROSEMBERG, A. *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- . *Instrumental Biology*. Chicago: The Univ. of Chicago Press, 1997a.
- . Reductionism redux: computing the embryo. *Biology & Philosophy*, n. 12, p. 445-470, 1997b.
- . Les limites de la connaissance biologique. *Annales d'Histoire et Philosophie du Vivant*, n. 2, p. 15-34, 1999.
- . *Darwinism in philosophy, Social Science and Policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- SOBER, E. *The Nature of Selection*. Chicago: The Univ. of Chicago Press, 1993a.
- . *Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993b.
- STERELNY, K. & GRIFFITHS, P. *Sex and Death*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- THAGARD, P. *How Scientists explain disease*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1999.
- WADDINGTON, C. *Principles of embryology*. London: Allen & Unwin, 1956.
- WILLIAMS, G. *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press, 1996.
- WILLIAMS, G. & NESSE, R. *Evolution & Healing: the new Science of darwinian Medicine*. New York: Phoenix, 1996.
- WRIGHT, L. Explanation and teleology. *Philosophy of Science*, n. 39, p. 204-218, 1972.
- . Functions. In: ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER G. (eds). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 51-78.