

EXPLICACIÓN SELECCIONAL Y EXPLICACIÓN FUNCIONAL: LA TELEOLOGÍA EN LA BIOLOGÍA CONTEMPORÁNEA*

Gustavo Caponi**

RESUMEN

Admitiendo la distinción propuesta por Mayr entre *biología funcional* y *biología evolutiva*, sugerimos que estos dos dominios de investigación siguen dos distintos modos de considerar lo viviente que pueden ser entendidos, pero en dos sentidos diferentes, como *teleológicos*. Para distinguir esas *dos formas de teleología* hacemos una comparación entre la *explicación funcional* típica de la *biología funcional* y la *explicación seleccional* propia de la *biología evolutiva*. Cada uno de estos tipos de explicación obedece a una regla metodológica especial: la *explicación funcional* sigue al *principio de adecuación autopoietica*; y la *explicación seleccional* sigue al *principio de adecuación adaptativa*. Pero, mientras el primero será presentado como estando subordinado a un *principio general da causación*; el segundo será presentado como siendo independiente de él. Finalmente, en el contexto de una breve discusión relativa al concepto de *symmorphosis*, sostenemos que, en la biología contemporánea, la noción de *adecuación adaptativa* es preeminente sobre la noción de *adecuación funcional*: esta encuentra su fundamento en aquella.

Palabras Clave: teleología; explicación funcional; explicación seleccional; función; adaptación.

SELECTIVE EXPLANATION AND FUNCTIONAL EXPLANATION: TELEOLOGY IN CONTEMPORARY BIOLOGY

Admitting Mayr's distinction between *functional* and *evolutionary biology* we suggest that these two dominions of inquiry follow two different modes of consider the living that can be considered, but in two different senses, as being *teleological*. To distinguish these *two forms of teleology* we make a comparison between the *functional explanation*, typical of *functional biology*, and the *selective explanation*, proper of *evolutionary biology*. Each one of this kind of explanation obeys an

*Neste trabalho, que é resultado do projeto de pesquisa *Biologia Funcional vs. Biologia Evolutiva: uma distinção chave para a filosofia da biologia*, financiado com uma bolsa do CNPq, ampliamos e aprofundamos os temas tratados em Caponi 2001a e na última seção de Caponi 2001b.

**Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil), CNPq. E-mail: gustavocaponi@newsite.com.br

special methodological rule: the *functional explanation* follows the *principle of autopoietic adequacy*; and the *selective explanation* follows the *principle of adaptive adequacy*. But, while the former principle will be presented as being subordinated to a general *principle of causation*; the later will be presented as being independent of it. Finally, in the context of a brief discussion concerning the concept of symmorphosis, we argue that, in contemporary biology, the notion of *adaptive adequacy* is preeminent over the notion of *functional adequacy*: the later find its fundament in the former.

Key Words: teleology; functional explanation; selective explanation; function; adaptation.

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX, el célebre fisiólogo alemán Ernst Brücke comparó a la teleología con una mujer de la cual el biólogo no podía prescindir, pero con la cual tampoco quería ser visto en público (Dupouey, 1990, p.91; Descamps, 2000, p.16); y, desde entonces, hasta bien entrado el último siglo, muchos autores han considerado la imagen sumamente feliz. Tal es el caso, por lo menos, de François Jacob (1973, p.17) y también de Pittendrigh (1998) [1970], quien, erróneamente, se refiere a esa imagen como siendo la “famosa broma de Haldane”.

Pero, si hoy ese recurrente lugar común puede resultar anacrónico, no lo será sólo por su sexismo, sino también por el hecho de que, sobre todo por mediación de la reflexión epistemológica de las últimas décadas, esa relación ha sido, de algún modo, reconocida o legitimada. Así, aunque algunos autores como Mayr (1998a) o Ghiselin (1997) continúen negando esa relación; otros, entre los que se encuentran filósofos de la biología como Brandon (1998) o Sober (1993) y prestigiosos biólogos como Ayala (1998) y Dobzhansky (1980), han pasado a reconocerla sin mayores pudores.

No es ese doble anacronismo, sin embargo, el único defecto que esa imagen puede presentar: el otro es su doble inexactitud. Nos referimos, en primer lugar, al hecho de que no es tan evidente que los biólogos, en general, se hayan sentido siempre incómodos con ese elemento teleológico que no podían erradicar de sus discursos. Así, si pensamos en el siglo XIX, veremos que tanto Darwin (1977 [1861], p.59-60) como Claude Bernard (1878, p.340) se permitían aludir, en ciertos contextos, a *causas finales* que, de algún modo, regirían los fenómenos que uno y otro estudiaban. Con todo, y más allá de estos datos históricos, la que sí nos parece significativa es la segunda inexactitud que esa imagen puede comportar.

Es que, aludiendo a *la finalidad* o a *la teleología*, y consecuentemente, a *una mujer*, la cita de Brücke puede servir para reforzar un error que trajo mucha confusión a las discusiones sobre el lugar que las nociones y explicaciones teleológicas pueden tener en la biología. Nos referimos, concretamente, al hecho de no prestar la debida

atención a las diferencias que existen entre la *explicación funcional* propia de la *biología funcional* y la *explicación seleccional*¹ propia de la *biología evolutiva*. Cada uno de estos tipos de explicación, esperamos poder mostrar en este trabajo, supone una perspectiva sobre los fenómenos vivientes que puede ser y ha sido caracterizada como teleológica. Pero, el sentido en el cual cabe decir que esas perspectivas son teleológicas varía de un caso al otro; y eso es algo en lo cual no siempre se ha reparado o algo sobre lo cual no siempre se ha enfatizado debidamente.

Si de insistir en la imagen de Brücke se trata, tal vez debamos concluir que la historia de la biología esta marcada por dos mujeres y no sólo por una. Como Von Uexküll (1945, p.175) alguna vez supo señalar, “en los seres vivos adultos distinguimos una doble conformidad a fin: de un lado, cada organismo esta construido conforme un fin en sí mismo, y del otro, el organismo está adaptado conforme a fin a su entorno”. Debemos, por lo tanto, saber distinguir entre esa teleología intra-orgánica, causalmente dirigida a la consecución de un objetivo (pre)determinado y esa otra teleología de la adaptación entre medio y organismo 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 primera, como veremos, es esa teleología interna a la cual el propio Claude Bernard (1878, p.340) le reconocía un papel fundamental en la fisiología; la segunda es aquella a la que sólo el darwinismo nos ha permitido erigir en objeto de investigación científica (Sober, 1993, p.83). Pero, más importante que marcar esa distinción de un modo u otro reconocida, será mostrar que la comprensión de cada una de estas teleologías exige, ya por el simple hecho de tratarse de objetivos explanatorios diferentes (Thagard, 1999), de diferentes estrategias explicativas que obedecen, a su vez, a diferentes principios metodológicos.

Aludiremos así a un *principio de adecuación autopoietica* que regiría a la biología funcional y a un *principio de adecuación adaptativa* que haría lo suyo con la biología evolutiva. La idea es que estas máximas, al definir, cada una de ellas, un *tipo de interrogación* o un *objetivo explanatorio* para cada ámbito de indagación, establecen también el *modelo o padrón* de explicación que operará como respuesta adecuada al tipo de pregunta que, en uno y otro campo, se formulen: el principio de adecuación autopoietica da lugar a la forma particular de *explicación o análisis funcional* que caracteriza a la biología funcional y, por su parte, el principio de adecuación adaptativa da lugar a eso que, en ocasiones, ha sido denominado *explicación selectiva*.

¹Nos hemos permitido introducir una ligera modificación en la terminología habitual: así como se habla de *explicación causal*, de *explicación intencional* 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.

DOS BILOGÍAS, DOS TELEOLOGÍAS

Cabe resaltar, entonces, que siguiendo a Mayr (1976;1988;1998c), pero también a otros autores como Simpson (1974 [1964], p.11), Jacob (1973, p.14) y Ricqlès (1996, p.8), nunca dejaremos de considerar a 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 *cómo* los fenómenos vitales se encadenan e integran en la constitución de esas estructuras; y la *biología evolutiva*, ocupada en reconstruir, básicamente por métodos comparativos e inferencias históricas, las causas remotas que, actuando a nivel de las poblaciones, nos explicarían *por qué* cada una de estas evolucionan o evolucionaron en el modo en que efectivamente lo hacen y lo hicieron. No se trata, claro, de una oposición entre paradigmas o programas en pugna; sino de la no siempre fácil pero indudablemente legítima e inevitable convergencia y articulación entre dos perspectivas cuya clara distinción es, creemos, central para entender los más diversos problemas de la filosofía de la biología (Caponi, 2001b).

Para ilustrar esta distinción en base a un ejemplo que ya nos pone en tema, podemos analizar cómo es que esa diferencia entre biología funcional y biología evolutiva se verifica aún comparando dos diferentes tipos de preguntas que los biólogos pueden plantearse en relación a una secuencia de ADN, llamémosla *gen*, cuya ocurrencia se verifique en el *genoma* de alguna especie de bacteria. Una pregunta, que en este caso será con toda seguridad la primera, es la pregunta por el *papel causal* que la proteína codificada por ese gen tienen en la constitución de tales organismos; y se trata, por cierto, de una pregunta cuya respuesta no es en absoluto sencilla: en el caso del genoma humano, por ejemplo, la misma todavía no tiene respuesta para el 40% de nuestros genes. Siendo en este sentido que Craig Venter pudo decir que los mismos tienen aún una “función desconocida” (cfr. Gerhardt, 2001).

Pero volviendo al caso de la bacteria, supongamos que, pese a las dificultades, la investigación progresa y llegamos, no sólo a determinar la función o papel causal de ese gen, sino que también conseguimos determinar cómo es que la proteína codificada desempeña esa función, cómo interactúa con otras moléculas, y cual es su papel en el equilibrio energético de la bacteria en cuestión (cfr. Mayr, 1998b, p.136): ¿será que esas preguntas por la trama de causas próximas desencadenada por ese gen en la constitución del organismo individual agotan todos los interrogantes que ese gen puede suscitar en un biólogo?

Muy posiblemente así sea. Pero supongamos por un momento que una vez establecida la función de un gen, verificamos, no sólo que el mismo presenta una alta tasa de mutación y que esas mutaciones pueden abortar la división celular impidiendo la reproducción de nuestras bacterias; sino que también verificamos que esa función es cumplida en un linaje de bacterias del cual nuestro linaje deriva, pero que se desarrollan en otro hábitat, por un gen muy semejante pero ligeramente distinto que no presenta ese riesgo de mutación: ¿No querríamos saber, en ese caso, el *por qué* de

esa diferencia? ¿No querríamos saber *por qué* lo que se puede hacer sin correr cierto riesgo es hecho corriéndolo?

No se trata, desde luego, de preguntas para las que se carezca de posibles respuestas: la teoría de la selección natural lleva a los biólogos a pensar que, bajo el despiadado imperio de la lucha por la existencia, no hay riesgo que se contraiga si el hecho de contraerlo no comporta alguna ventaja o no es el costo residual de haber contraído tal ventaja (Cronin 1991, p.67); y, a partir de ahí, pueden surgir diferentes hipótesis testables. Algunas podrían apuntar, si fuese el caso, que ese gen realiza esa función a un costo energético menor que su variante más segura y que ese es todo el costo que, por su metabolismo o por los recursos disponibles en su ambiente, nuestra bacteria puede sostener.

Esa misma hipótesis, a su vez, puede tener una variante que no apunte a los recursos actualmente disponibles sino a los recursos disponibles en un hábitat primitivo que moldeó el metabolismo de nuestra bacteria. Ya otras hipótesis, sin embargo, pueden apuntar a distintas estrategias reproductivas: nuestras bacterias pueden presentar más fácilmente mutaciones letales pero ese mismo gen posibilita también una tasa de reproducción mayor que, en ese ambiente pero no en otro, puede significar una ventaja. Podemos, por fin, imaginar otras hipótesis que apunten a las ventajas selectivas que una alta tasa de variabilidad puede comportar para bacterias *condenadas* a proliferar en ambientes cambiantes. Aún cuando esa variabilidad suponga también la posibilidad de mutaciones letales. Y, para irritación de los detractores de la fértil e inagotable *imaginación* darwinista, podríamos seguir elucubrando hipótesis que luego, claro, deberían a ser testadas.

Lo que importa aquí, sin embargo, no es discutir las dificultades y las consecuencias de esos posibles tests de las narraciones adaptacionistas, sino percibir las diferencias que existen entre las preguntas a que tales narraciones responden y las preguntas a las que responderían los análisis funcionales del gen como los referidos en primer lugar. Así, apelando al lenguaje de Ernst Mayr (1988, p.27) y en lo que sólo es una primera aproximación al tema que habrá de ocuparnos, podemos decir que, mientras la pregunta por la función del gen apunta a las cadenas de *causas próximas* que, actuando a nivel molecular, nos explican cómo se realiza o decodifica el programa contenido en el DNA o en el cigoto, la pregunta por su utilidad apunta a las tramas de causas remotas que, actuando en un plano que podemos llamar ecológico, nos explican por qué el programa genético que habrá de realizarse en cada organismo individual acabó siendo del modo en que efectivamente es.

Actualización de ‘programas genéticos’ y Constitución de ‘programas genéticos’: dos procesos diferentes, de diferente orden, que estudiamos por métodos diferentes en la tentativa de responder preguntas que, pese a ser también diferentes, parecen, en ambos casos, envolver o suponer una perspectiva teleológica. Nos preguntamos por la función del gen en la constitución del organismo individual y nos preguntamos por su utilidad en el plano evolutivo: he ahí los dos modos de la teleología que a menudo han sido confundidos y que aquí nos proponemos distinguir.

No queremos desconocer, sin embargo, que esa confusión ya ha sido, en algún sentido, diagnosticada y parcialmente aclarada por otros autores. Tal es el caso, por ejemplo, de lo que ha ocurrido en el contexto de las últimas discusiones sobre el concepto de función. Es que, aunque el consenso dualista apuntado por Godfrey-Smith (1998a; 1998b), por Brandon (1999) y por Rosemberg (1997), y al cual, en cierto modo, adscribimos, está lejos de ser hegemónico (cfr: Buller, 1998; Davies, 2001; Krieger, 1998; Proust, 1995; Sterelny & Griffiths, 1999); lo cierto es que, aún aquellos que insisten en un análisis unificador del concepto de función basado en la idea de papel causal, lo hacen aceptando que esa noción se aplica con algunas peculiaridades cuando lo que está en juego son los efectos funcionales en tanto que fijados por selección natural. La idea de que existen dos nociones fundamentales de función, o, por lo menos, el reconocimiento de alguna peculiaridad de la noción de función como *efecto seleccionado* frente a la noción de función como *rol causal tout court* puede considerarse, entonces, como una aproximación a la distinción entre las nociones de *adaptación* y *función* que aquí habremos de presentar.

Con todo, lo que ha nosotros realmente nos interesa no es discriminar los diferentes usos posibles y legítimos de las nociones de función y adaptación. Lo que pretendemos es analizar la estructura de dos modelos de explicación, la funcional y la seleccional, para establecer en que sentido puede decirse que estamos ante explicaciones de carácter teleológico. En este sentido, la meta de nuestro trabajo tiene menos que ver con esa reciente polémica sobre el concepto de función que con la menos comentada, pero en nuestra opinión muy significativa, oposición entre *teleología natural determinada* y *teleología natural indeterminada* sostenida por Dobzhansky (et al. 1980, p.499) y Ayala (1970, p.11).

La teleología natural, nos explica Ayala, es aquella que está presente en sistemas cuyas características “no se deben a la acción intencionada de un agente, sino que resultan de algún proceso natural” (1998, pp.498-499). Tal el caso, por ejemplo, de las alas de las aves: las mismas “tienen teleología natural”; es decir: “sirven para un fin, volar, pero su configuración no se debe al designio consciente de alguien”. Pero, como agrega el propio Ayala, dentro del dominio de la teleología natural se pueden distinguir dos tipos: “la determinada o necesaria y la indeterminada o inespecífica” (1998 p.498-499).

La primera, que es objeto de la biología funcional y se trama en cadenas de causas próximas, es la que se da “cuando se alcanza un estado final específico a pesar de las fluctuaciones ambientales” (Ayala 1998, p.499). La segunda, que es objeto de la biología evolutiva y se trama en redes de causas remotas, es la que ocurre “cuando el estado final al que se tiende no está predeterminado específicamente, sino que más bien es el resultado de la selección de una de las diversas opciones existentes” (Ayala 1998, p.499). “El desarrollo de un huevo hasta formar una gallina o el de un cigoto humano hasta formar una persona, son ejemplos de procesos de teleología natural determinada”; y “la regulación de la temperatura corporal de un mamífero constituye otro ejemplo” (Ayala 1998, p.499). Mientras tanto: “las

adaptaciones de los organismos son teleológicas en sentido indeterminado” (Ayala 1998, p.499). Estas últimas dependen “de circunstancias ambientales o históricas y por eso el estado final no resulta generalmente predecible” (Ayala 1998, p. 499); cosa que si ocurre, sin embargo, con los procesos de homeostasis que, regulando la fisiología y el desarrollo de un organismo, se integran en la autopoiesis.

Es de notar, incluso, como una defectuosa comprensión de esa diferencia entre esas dos formas de teleología que aquí estamos queriendo establecer con claridad ha llevado a cierto malentendido en lo atinente al posible significado de la expresión ‘teleonomía’. Este término, como se lo recordará, fue originalmente propuesto por Pittendrigh (1998) [1970] para aludir, “sin ofender”, a la finalidad de los mecanismos autorregulados. La teleonomía, en definitiva, no es otra cosa que la teleología que Von Bertalanffy (1976, p.80) integra en su *teoría general de sistemas*; y que, por su parte, Rosenblueth, Wiener y Biegelow vindicaron en su célebre artículo de 1943 (Pittendrigh, 1998[1970]). En ese trabajo, en efecto, la expresión ‘comportamiento teleológico’ es usada cómo sinónimo de ‘comportamiento controlado por realimentación negativa’ (Rosenblueth et al. 1943 p.24); y, si en biología existen procesos que pueden ser así considerados, ellos son, sin ninguna duda, aquellos a los que Ayala alude con la expresión ‘teleología determinada’: procesos direccionados a un fin específico pero en virtud de un mecanismo causal de carácter físico o químico.

En este sentido, y en contra de lo algunos autores como Jacques Monod (1971, p.24), Camille Limoges (1976, p.157), George Williams (1996a, p.258) y hasta el propio Michael Ghiselin (1994 p.489; 1997 p.294) han propuesto, la teleología indeterminada que se insinúa en los procesos evolutivos y en las estructuras adaptativas que de ellos resultan no puede, como el propio Ayala apuntó (1970 p.14), ser llamada de teleonómica. Creemos, sin embargo, que para entender claramente cual es esa diferencia entre los dos tipos de teleología, debemos ir un poco más allá de la distinción propuesta por Ayala y analizar detenidamente la estructura de los tipos de explicación que en biología funcional y en biología evolutiva tienen como objetivo explanatorio cada una de esas formas de *adecuaciones a fin*.

LA NOCIÓN DE *FUNCIÓN*

La biología funcional constituye, sin ninguna duda, un campo privilegiado para el ejercicio de aquello que Cummins (1975) entendía por ‘análisis funcional’. Sin embargo, para entender la noción de función como *papel causal (causal role)* que allí se supone (cfr. Neander, 1998, p.327), es necesario que entendamos primero que la misma está lejos de agotar todos los casos en que hablamos sobre la función que un determinado elemento tendría dentro de un proceso o sistema. Y no nos referimos aquí a la idea de *función propia* (Neander, 1998); sino a la amplitud que presenta la propia noción de *función* entendida como *papel cumplido* o *desempeñado* por un

elemento dentro de un sistema o proceso que lo incluye (cfr. Richardson, 1999, p.329).

Así, cuando nos referimos a un determinado sistema institucional, podemos preguntarnos por la función o papel que un elemento del mismo puede llegar a tener: nos preguntamos, por ejemplo, por las funciones, en el sentido de ‘atribuciones’ y ‘responsabilidades’, que una cámara senatorial puede tener dentro del ordenamiento constitucional de una provincia argentina, sin que eso implique ninguna idea de papel causal; y algo semejante ocurre cuando pensamos en las *funciones* de un cargo o de una dependencia dentro de un sistema u organismo administrativo: nos podemos preguntar así por la función, ahora en el sentido de ‘responsabilidades’ o ‘tareas a cumplir’, del oficial sumariante dentro de una comisaría sin que eso conlleve, otra vez, la idea de una *relación causal*. Y lo que ocurre en estos casos no es muy diferente de aquello que ocurre cuando nos preguntamos por la función, en el sentido general de ‘lugar’ o ‘papel previsto’, que una persona puede tener dentro de los planes de otra.

Pero, aún si pensamos en procesos efectivamente ocurridos en el plano de la acción humana (es decir: si pasamos a la historia), veremos que podemos considerar legítimo el uso de la noción de función aún cuando, a la manera de Von Wright (1980), no pensemos que ese dominio de fenómenos pueda ser abordado desde una perspectiva estrictamente causal. Nos podemos preguntar, en este sentido, por el *papel*, o la *función* que tuvo, por ejemplo, la CIA en el golpe de estado contra Allende en Chile; o, para hablar de individuos, por la función de Bin Laden en los atentados contra el *World Trade Center*. Aquí, ‘función’ significa ‘intervención’ o, incluso, ‘responsabilidad’.

Más aún: la propia estructura de la explicación intencional nos habla de usos de la noción de función que pueden ser considerados como absolutamente independientes de la idea de causación que ponemos en juego cuando decimos que ‘la densidad de un líquido tiene alguna función en la determinación del empuje que padece un cuerpo que se encuentra sumergido dentro de él’. Tal es el caso del uso de esa idea que hacemos cuando nos preguntamos si una cierta creencia, preferencia o prejuicio tuvo, o no, alguna función en el hecho de que un agente halla actuado de un modo o de otro. En el primer caso hablamos de una relación causal nomologicamente mediada; en el segundo, si queremos seguir hablando de relación causal tendremos que hacerlo sin poder especificar cual sería el vínculo nomológico que existiría entre decisiones y creencias (cfr. Von Wright, 1980, p.118).

Pero, ni siquiera las nociones de consecuencia, intervención, tarea o responsabilidad específica agotan el significado de ‘función’. Hay otras posibilidades como lo son aquellas que se ponen en acto cuando nos preguntamos, sin ir más lejos, por como funciona el término ‘causa’ en el vocabulario de los físicos o por cual es la *función* de los experimentos imaginarios en física (cfr. Kuhn, 1977 p.22 y p.240, respectivamente para cada ejemplo). Si hacemos abstracción de la acepción matemática del término, y buscamos otro equivalente lingüístico para el mismo, podremos quizá

encontrarlo en la expresión ‘papel’ cuando la usamos en el sentido de ‘rol’ sin que eso nos lleve, otra vez, a la noción de papel causal: se habla, de hecho, de ‘papel social’, ‘histórico’, ‘institucional’ o ‘lingüístico’, sin que eso implique la idea de sistemas o procesos nomológico-causalmente ordenados.

Por eso, si queremos avanzar algo en nuestro examen de la noción de función que opera en el seno de la biología funcional debemos trascender ese plano de generalidad y remitirnos al modo específico en que esa noción es usada cuando decimos, por ejemplo, que ‘la función del corazón es bombear la sangre’. En este caso, sí, sin ninguna duda, se atribuye una función al corazón considerando que su movimiento es la causa, física, de otro fenómeno, también físico, que es la circulación de la sangre. Y si hablamos de una ‘causa física’ no es sólo porque consideramos que el movimiento del corazón es, de hecho, un fenómeno físico, sino también porque consideramos que esa relación causal esta establecida por una legalidad física. Queda claro así que, en este contexto, hablar de ‘función’ es hablar de ‘papel causal’ conforme una idea de causalidad que supone una relación entre eventos físicos conforme la mediación de una legalidad también ella de carácter físico.

Con todo, aún así estamos refiriéndonos a una noción cuyo dominio de aplicación excede en mucho a la biología funcional. Es que, la atribución de una función, en el sentido recién especificado de papel causal, a un determinado fenómeno dentro de un proceso, es algo que puede hacerse en cualquier dominio de la experiencia en el cual tenga sentido decir que algo es parte integrante de un complejo de condiciones antecedentes que constituya lo que, siguiendo a Von Wright, llamamos la causa humeana de otro fenómeno o series de fenómenos; es decir, una causa que sólo se constituye como tal a partir de la mediación de un enunciado nomológico que la conecte con su efecto. Puede decirse, por eso, que, aceptando esa idea *humeana* de causalidad, podemos formular esta regla de uso para el concepto de función como papel causal:

Dados dos fenómenos o conjuntos de fenómenos x e y , puede decirse que x tiene una función en la producción, generación o desencadenamiento de y ; si y sólo si, x tiene algún papel causal, directo o indirecto, en el proceso de producción, generación o desencadenamiento de y .

De esta regla se desprenden, entonces, dos hechos importantes: el primero, y más obvio, es que al decir que ‘un fenómeno tiene una función en determinado proceso’, según este concepto específico de función que ahora estamos considerando, nos comprometemos con la tesis de que existe una descripción para ese fenómeno tal que nos permite considerarlo como condición inicial de una explicación nomológica cuyo *explanandum* es otra secuencia de ese proceso (Ponce, 1987, p.110); y, en este sentido, puede decirse que todo y cualquier uso de esta noción de función supone un *principio general de causación*, que, entendido como regla metodológica (Popper, 1980, p.61; Ángel, 1978, p.298; Cohen, 1959, p.142) puede ser formulado 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.

Pero, lo que también se desprende de la regla de uso de la noción de función antes enunciada, es que, al contrario de lo que muchas veces parece suponerse, dicha noción es, en sí misma, independiente de cualquier idea de utilidad o de estado privilegiado de un sistema. En efecto, 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]. La noción de causalidad puede ser presentada como una relación diádica: una cosa es causa o efecto de otra; pero no ocurre lo mismo con la noción de función: aquí estamos ante una relación inevitablemente triádica: algo es la función de otra cosa siempre en determinado proceso o sistema.

Por eso, y contrariamente a lo que suele afirmarse (cfr. Bedau, 1998), “el concepto de función no debe elucidarse, necesariamente, en términos de algún valor como utilidad o el bien respecto del sistema en el cual opera la entidad funcional” (Ponce, 1987, p.105). Así, cuando en julio del 2000, ocurrió aquel accidente del Concord, en el aeropuerto Charles de Gaulle, los peritos que trabajaban en la reconstrucción del hecho se preguntaban por la posible *función* que podría haber tenido en el mismo cierta chapa, ajena al avión, que había sido encontrada entre los destrozos. Pero, nadie suponía, por ejemplo, que alguien hubiese usado aquella chapa para sabotear el vuelo: lo que importaba era saber si la chapa había tenido *algo que ver* en el accidente para, si así era, descartar la hipótesis de una falla de los pilotos o de una falla técnica.

Cabe, además, y en contra de las objeciones que Kitcher (1998, p.272) plantea frente a Cummins, indagar por la función que un fenómeno físico tiene en el desencadenamiento de otro: por ejemplo, sobre la función de la luna en el movimiento de las mareas. Y tiene también sentido preguntarse la función que ciertas secuencias mutantes de ADN tienen en la formación de ciertos tumores (Griffiths, 1998, p.437), o aún por la función que ciertas sustancias tóxicas pueden tener en el desencadenamiento de cualquier proceso patológico. Por otro lado, y también en contra de lo que a menudo parece presuponerse (por ejemplo: Hempel, 1978, p.302), “la entidad funcional no tiene que ser un fenómeno recurrente, ni la función un efecto que se muestre con persistencia” (Ponce, 1987, p.106).

La objeción de *permissividad* o *promiscuidad* (cfr. Davies, 2001, p.75) que recurrentemente se ha planteado frente a la idea de función como mero papel causal

queda así simplemente respondida por el hecho de que, teniendo en claro cual es el proceso específico dentro del cual pensamos que puede atribuírsele una función a un determinado fenómeno o estructura, no puede nunca confundirse entre mero efecto y función: si lo que está en análisis es el ritmo de las mareas no tiene mayor sentido decir que iluminar el mar sea una función de la luna.

Es de notar, por otra parte, como estas consideraciones sobre la neutralidad y la generalidad de la noción de función también se aplican en aquellos casos donde la misma no supone la idea de papel causal que ahora estamos considerando. Así, cuando nos preguntamos si aquellos rumores infundados sobre la posible caída de la tasa de interés tuvieron alguna función en la elevación del precio de ciertas acciones, no estamos suponiendo que estemos ante fenómenos necesariamente recurrentes o cíclicos, ni ante fenómenos deseables o útiles para el mercado accionario. Decir que un elemento tenga una función dentro de una estructura o proceso social no significa, *ipso facto*, que ese elemento tenga una función favorable o útil para lo que se espera sea el buen funcionamiento de esa estructura.

Así, y volviendo ahora al caso restringido de la noción de función como papel causal, podemos muy bien decir que cuando discurrimos sobre la función que un fenómeno o estructura X tiene en la ocurrencia de un cierto proceso Z, nuestro análisis responde a la siguiente pregunta: ‘¿que efecto tiene la presencia o la acción de X en la ocurrencia de Z?’; y la respuesta que damos para esa pregunta tiene esta estructura:

(A) Y es un efecto de X

(B) Y tiene un papel causal en la realización del proceso Z

(C) Y es la función (efecto) de X en Z

LA EXPLICACIÓN FUNCIONAL EN BIOLOGÍA

Claro, una cosa es hablar del ‘análisis funcional’ en general, haciendo abstracción de sí 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 específico de investigación como puede serlo la biología funcional. En este caso, lo que está en juego es el análisis de ciertos procesos en particular: aquellos que convergen en la constitución, preservación y reproducción de los seres vivos en tanto que sistemas organizados: dado el registro de una estructura o fenómeno constante, sea en el funcionamiento o sea en la constitución de un organismo individual de cierto tipo, el biólogo funcional siempre habrá de preguntarse cual es la función o el papel causal que el mismo tiene dentro de tales procesos. La presunción básica de esta estrategia de análisis es que toda estructura o fenómeno cuya presencia en ese tipo de procesos reviste cierta constancia o regularidad, o bien debe tener alguna

función o papel efectivo, aunque que no necesariamente imprescindible, en los mismos, o bien debe ser un efecto secundario, más o menos directo, de la presencia de otras estructuras o fenómenos que sí tienen ese papel. Era esa la idea que Comte enunciaba en la máxima: “dado el órgano o la modificación del órgano encontrar la función o el acto, y recíprocamente” (1838, p.237).

En efecto, la biología funcional, aún cuando opera a nivel molecular, tiene un interés básico en esos procesos que ocurren en el seno del viviente individual:

- a) Procesos por los cuales un organismo individual se constituye (Biología del Desarrollo).
- b) Procesos por los cuales un organismo individual se preserva en su propia organización (Fisiología).
- c) Procesos por los cuales un organismo individual se reproduce y genera otros organismos (lo que Mayr (1998c p.183) llama ‘Genética del Desarrollo’ o ‘Fisiológica’).

Estos procesos son característicos de lo que Bichat (1822 [1805],§I) llamaba ‘vida orgánica’ y, según Cuvier (1817, p.36), serían cumplidos por las ‘funciones vitales’, comunes a plantas y animales (cfr.Russell, 1916, p.43). Pero, sin necesidad de remitirnos a *lo arcaico*, podemos apelar a una terminología más actual y englobar esos cuatro tipos de procesos bajo el rótulo de ‘procesos autopoieticos’. En efecto, si siguiendo a Maturana y a Varela (1972, p.381; 1994 p.135), llamamos ‘autopoiesis’, no sólo al proceso por el cual el organismo se constituye y preserva en su forma individual, sino que también consideramos a la reproducción como efecto de la propia dinámica autopoietica (1994, p.94; 1996, p.57), podremos decir que la biología funcional es la ciencia de la autopoiesis orgánica.

Y no se trata de una definición restrictiva: conforme los propios Maturana y Varela (1994, p.125), el sistema nervioso y los movimientos musculares que a él obedecen, deben ser considerados, al igual que el funcionamiento del sistema inmunitario (Varela, 1989), como momentos de la autopoiesis. Así, las reacciones nerviosas y motoras por medio de las cuales un organismo registra y responde a perturbaciones ocurridas en su entorno, lo que Bichat llamaba ‘vida animal’ y Cuvier consideraba cumplido por las funciones animales, puede ser pensado como un conjunto de procesos que se integran en la autopoiesis de, por lo menos, cierto tipo de organismos. Así, y teniendo muy en cuenta estas últimas aclaraciones, podemos decir que la biología funcional se rige por una regla metodológica regional específica, el *principio de adecuación autopoietica*, según la cual:

Para todo X tal que X sea un fenómeno o estructura asociado a un proceso de autopoiesis A, debe formularse una descripción de ambos tal que le podamos atribuir a X un papel causal (función), ora (1) en la realización de A, ora (2) en la realización de alguna respuesta a una perturbación sufrida por A.

Y, con toda seguridad, no es un gran merito apuntar que esta primera máxima puede ser completada con una segunda según la cual: *Si X no satisface las condiciones (1) y (2), debe procurarse otro fenómeno o estructura Y que, cumpliendo con alguna de esas dos condiciones, pueda ser considerado cómo causa de X*. Con todo, aún contemplando la posibilidad prevista para esa regla complementaria, podemos decir que, en la biología funcional, el análisis funcional responde siempre a la pregunta ‘¿cuál es la función (papel causal) de X (o, en su defecto, de Y) en A?’. Y la respuesta a esa pregunta obedece al siguiente esquema general:

(A) Z es un efecto de X [o de Y]

(B) Z es parte de la trama causal que realiza la *autopoiesis*

o

Z es una respuesta a una perturbación que ha afectado a esa *autopoiesis*

(C) Z es la función de X [o de Y]

Deben quedarnos, entonces, en claro dos puntos fundamentales. El primero es que aquí, como en cualquier otra forma de análisis funcional basado en ese Principio General de Causación que antes enunciábamos, la idea de causa que se está suponiendo continúa siendo la de causa próxima (Mayr, 1998a, p.67), o, sí se quiere, la de causa eficiente o *nexus effectivus*. Aquí, como cuando nos preguntamos por la función de la luna en las oscilaciones de la marea también se está suponiendo una relación causal mediada por leyes físicas (Griffiths, 1998, p.437). Por eso, insistamos, la perspectiva funcional que opera en biología no sólo no se contrapone, ni limita, a la explicación causal de corte físico-matemático; sino que, además de suponerla, fomenta la ampliación de su efectiva área de aplicación (Cassirer, 1967, p. 337).

Pero el segundo punto a no pasar por alto es que, como también se desprende del propio Principio de Adecuación Autopoiética, en el dominio de la biología funcional, preguntarse por la función de algún elemento es *siempre* preguntarse por el papel causal que ese fenómeno tiene en el proceso de *autopoiesis*: la noción de función se restringe aquí a la noción de función autopoiética. En este contexto, decir que una estructura posee una función es, antes que nada, decir que tal estructura tiene un papel causal en la *autopoiesis*. Cuando se afirma de que la función específica del corazón es bombear sangre es simplemente porque ese es el único papel que, hasta donde podemos saber, el movimiento de ese órgano tiene en la realización de la *autopoiesis* orgánica.

En contra de lo afirmado por Karen Neander (1998, p. 313), el biólogo funcional no precisa remitirse a la selección natural, ni tampoco a la teología, para atribuirle una función específica o propia (*a proper function*) a los latidos del corazón: le basta con la idea de *autopoiesis*; y es esa misma noción la que aquí permite conjurar el ya referido riesgo de permisividad supuestamente implicado en la noción de función como papel causal: en biología funcional, tener una función significa, insistimos,

tener un papel en la autopoiesis. Si no se descubre que el ruido del corazón al latir sirve para regular algún mecanismo fisiológico particular, nunca podremos decir que el mismo constituya una función de ese órgano.

Podríamos decir, incluso, que con la expresión ‘autopoiesis’, estamos denotando menos un tipo de fenómeno al cual se lo descubra por el análisis fisiológico, que un punto de partida para ese análisis: sin esa noción, o más simplemente, sin la noción de organismo, no hay fisiología ni biología funcional en general. La biología funcional, ella sí, 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 (Goldstein 1951 p.340). Siendo esa, precisamente, la noción de teleología a la cual aludía Kant en la tercera crítica cuando definía un “producto organizado de la naturaleza” como “aquél en que todo es fin, y, recíprocamente, también medio” (1992 [1790], §66). Aunque si preferimos las palabras del propio Bernard, podemos hablar de un “cuerpo organizado” y definirlo como un sistema donde “todas las acciones parciales son solidarias y generadoras las unas de las otras” (1984 [1865], p.137).

Como Kant (1992 [1790] §66) lo entrevió, sin la noción de organismo entendido como entidad auto-constituyente, nunca podría pasarse del puro dominio de la física al dominio de esa *física de lo viviente* que es la biología funcional (cfr: Keller, 2000, p.106; Lebrun, 1993, p.600; Marques, 1987, p.192). Por eso, en la medida en que consideremos la noción de organismo como fundamental para generar los problemas específicos del dominio disciplinar que aquí nos ocupa, no cabe pensar al Principio de Adecuación Autopoietica como un simple recurso heurístico cuya función sería, pura y exclusivamente, guiarnos a descubrir datos o fenómenos. En lugar de eso, y en contra del reduccionismo *a la Schaffner* (1993, p.410), debemos aceptar que ese principio, pese a estar subordinado al Principio de Causación, posee un papel arquitectónico en la construcción de la biología funcional (Duchesneau, 1997, p.147): el principio de adecuación autopoietica, lejos de ser un auxilio para responder las arduas preguntas sobre la determinación causal de los fenómenos orgánicos de la biología funcional; define la forma misma de las preguntas que componen esa agenda.

Y era eso a lo que tan claramente Claude Bernard apuntaba cuando en la *Introduction a L'Étude de la Médecine Expérimentale* nos decía que:

El fisiólogo y el medico no deben olvidar jamás que el ser vivo forma un organismo y una individualidad. El físico y el químico, no pueden colocarse fuera del universo, estudian los cuerpos y los fenómenos aisladamente, en sí mismos, sin estar obligados a remitirlos necesariamente al conjunto de la naturaleza. Pero el fisiólogo, por el contrario, encontrándose ubicado fuera del organismo animal del cual ve el conjunto, debe preocuparse por la armonía de ese conjunto al mismo tiempo en que intenta penetrar en su interior para comprender el mecanismo de cada una de sus partes. De ahí resulta que, mientras el físico o el químico pueden negar toda idea de causas

finales en los hechos que observan; el fisiólogo es llevado a admitir una finalidad armónica y preestablecida en los cuerpos organizados cuyas acciones parciales son todas solidarias y generadoras las unas de las otras. Es necesario reconocer, por eso, que sí se descompone el organismo viviente aislando las diferentes partes, es sólo para facilitar del análisis experimental, y no para concebir esas partes aisladamente. En efecto, cuando se quiere dar a una propiedad fisiológica su valor y su verdadera significación, siempre es necesario remitirse al conjunto y no sacar ninguna conclusión definitiva sí no es en relación a sus efectos en relación a ese conjunto. (1984 [1865], p.137)

Por eso, y como bien lo percibía Merleau-Ponty (1953, p. 215): “no todo lo que adviene a un organismo en el laboratorio es una realidad biológica”. Si “no se trata de hacer física *en* el ser viviente, sino la física *del* ser viviente” (Merleau-Ponty, 1953, p. 215); entonces los fenómenos orgánicos nos interesarán en tanto contribuyan a cierto resultado que, desde su planteo y como ya lo apuntamos, nuestro análisis privilegia: la constitución y la preservación del propio organismo. Así, nos dice Bernard, en tanto que *fisiólogos filósofos*, podemos admitir una suerte de finalidad particular o de teleología intra-orgánica, según la cual “todo acto de un organismo vivo tiene su fin en el seno de ese organismo” (1878, p.340).

“El agrupamiento de los fenómenos vitales en funciones”, nos explica incluso Bernard, “es la expresión de ese pensamiento” (1878, p.340). En efecto, la función, nada menos que el objeto privilegiado de la fisiología (Coleman, 1985 p.241), no es otra cosa que “una serie de actos o de fenómenos agrupados, armonizados, en vistas a un resultado determinado” (Bernard, 1878, p.370); y, si bien, para la ejecución de dicha función concurren “las actividades de una multitud de elementos anatómicos”, ella no puede ser reducida a la “suma brutal de las actividades elementales de células yuxtapuestas” (Bernard, 1878, p.370). Lejos de eso, para individualizar una función, para que quepa describir un conjunto de actividades orgánicas como cumpliendo una función, debemos considerarlas como “armonizadas, concertadas, de manera a concurrir en un resultado común” (Bernard, 1878, p.370).

Así, y como más tarde lo haría notar otra vez Merleau-Ponty (1953, p. 215): “un análisis molecular total disolvería la estructura de las funciones y del organismo en la masa indivisa de las reacciones físicas y químicas triviales”. Por eso, “para hacer reaparecer, a partir de ellas, un organismo viviente”, nos decía este autor, hay que reconsiderar a esas reacciones eligiendo “los puntos de vista desde donde ciertos conjuntos reciben una significación común, y aparecen, por ejemplo, como fenómenos de *asimilación*, como los componentes de una *función de reproducción*”; o, en definitiva, como momentos o pasos de cualquier otra función que nuestro análisis fisiológico este procurando establecer (Merleau-Ponty 1953 p. 215).

No concordamos, sin embargo, por lo menos no plenamente, con Claude Bernard en la idea de que sea el espíritu “el que hace la función” (1878, p.370); o que sea el espíritu el que “atribuye un plan o una meta a las cosas que el ve ejecutándose”

(1878, p.371). Sobre todo si con ese se quiere introducir algún contraste entre “una cierta arbitrariedad” que existiría en el modo en que son establecidos los nexos funcionales y la putativa ausencia de esa arbitrariedad que se daría en el caso del establecimiento de nexos puramente causales (cfr. Bernard, 1878, p.371). Es cierto que, al apuntar las ideas de autopoiesis y de organismo como presupuestos establecidos por una decisión metodológica, estamos, en cierto modo, reconociendo que es el interés o la perspectiva que guía nuestra indagación lo que sobrepone el nexo funcional a los fenómenos físico-químicos que ocurren en el organismo. En este sentido tal vez Maturana y Varela (1994 p.76) hayan tenido razón al considerar que se trataba de una noción cuyo uso *dependía del observador*. Pero, ante ese hecho es menester formular algunos señalamientos fundamentales.

En primer lugar no hay que pasar por alto que, aunque preeminente sobre el Principio de Adecuación Autopoiética, el Principio de Causación también es una regla metodológica. Así, si la noción de función nos parece de algún modo arbitraria por el hecho de fundarse en un presupuesto de la investigación y no en una conclusión de esta, con el mismo derecho también tendremos que decir que la idea de causación humeana lo es: en algún sentido ambas son *invenciones* del espíritu; *invenciones* sin las cuales, es cierto, no sería posible la mayor parte de nuestro conocimiento científico. Pero, más importante que eso, nos parece el hecho de que el nexo funcional establecido por el análisis del fisiólogo sólo existe en tanto que nexo causal efectivo entre ciertos fenómenos y un determinado conjunto de efectos todos ellos físicamente registrables.

La teleología intra-orgánica a la que apunta el análisis funcional esta labrada en el orden de las causas próximas; y ese hecho implica una subordinación del análisis funcional al análisis causal. Siendo esa subordinación la que limita las posibles arbitrariedades de nuestras reconstrucciones de nexos funcionales. Decir que un nexo funcional es, antes que nada, un nexo causal implica un compromiso metodológico: el de no dar por suficientemente establecido ningún nexo del primer tipo hasta que no se elucide su acoplamiento con un nexo del segundo tipo. Es importante reconocer, por eso que, dentro del 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, p.399). Observamos, sin embargo, que la reconstrucción de nexos funcionales es tan complicada y expuesta a errores como lo es la reconstrucción de nexos causales; y estos, *malgré* Claude Bernard (1878, p.371), no pueden ser considerados como más reales u objetivos que los primeros.

Existe, con todo, otro límite fundamental para esa posible arbitrariedad a la que Claude Bernard parecía de algún modo temer; y el mismo está en el hecho de que, como ya apuntamos, el nexo funcional no se establece con cualquier efecto posible de un fenómeno fisiológico, sino sólo y exclusivamente con la autopoiesis. Una vez supuesta esta noción y la propia existencia de máquinas autopoiéticas, no cabe decir que el uso de la noción de función, por lo menos en el sentido estrictamente fisiológico

del término, sea algo arbitrario. En ese contexto, como lo apuntamos poco más arriba, tener o realizar una función no podrá ser otra cosa que poseer o cumplir un papel causal en la realización de esa autopoiesis.

ADAPTACIÓN Y ROL BIOLÓGICO

Pero es justamente ahí, en esa univocidad de la noción de función en donde, según nos parece, reside la primera diferencia significativa entre la explicación funcional y la explicación seleccional. Es que, mientras el biólogo funcional siempre sabe cual es ese estado privilegiado al cual *debe llegar* el viviente y, por eso, puede considerar siempre los fenómenos orgánicos como medios para la consecución de un fin preeminente y predeterminado, el biólogo evolutivo no puede contar con esa determinación. Aún pudiendo suponer que toda estructura orgánica está comprometida, directa o indirectamente, con el éxito en la lucha por la supervivencia, el biólogo evolutivo también sabe que esa lucha cobra formas diversas y heterogéneas. Es decir: ese éxito depende de la resolución de una vasta e indefinida gama de problemas 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 cualquier manera, que esa diversidad puede reducirse, en todos las formas vivientes, a un único problema fundamental: el de la supervivencia entendida no como preservación individual sino como multiplicación. Todos los demás problemas son, en última instancia, desdoblamientos de este último (Jacob, 1973, p.12; Monod, 1971, p.25). Pero, el objetivo de la explicación darwinista es, precisamente, individualizar, para cada estructura orgánica, cual es el desdoblamiento específico de ese problema fundamental en cuya resolución, directa o indirectamente, esa estructura está involucrada. Sin embargo, una correcta comprensión del modo en que la explicación seleccional define y alcanza su *objetivo explanatorio* nos exige ser cuidadosos respecto de dos errores muy comunes sobre el concepto evolutivo de *adaptación*.

El primero de ellos tiene que ver con la posibilidad de pasar por alto la diferencia existente entre esta noción darwiniana y ciertos usos del mismo término que suelen darse en el contexto de la fisiología. Allí, en ciertas ocasiones, esta expresión se utiliza para designar la respuesta de un organismo individual frente a una perturbación generada por el ambiente que le permite a dicho organismo preservar o recuperar su equilibrio dinámico y, con ello, su identidad en relación al medio. Se trata, sin embargo, de un uso del término que puede llevar a confusión y, por eso, aquí nos limitaremos a considerar la noción evolutiva de adaptación. Noción que es, por otra parte, la que le da sentido a la abrumadora mayoría de las ocurrencias del término en el discurso actual de la biología.

Podemos, sin embargo, ilustrar la diferencia apelando a un ejemplo propuesto por Paul Griffiths (1999 p.2): la posibilidad que tenemos los seres humanos de desarrollar

callos cuando nuestra piel está sujeta a fricción es, tal vez, una adaptación en sentido darwiniano. Se trata, en efecto, de una característica que pudo haberse difundido, por acción de la selección natural, en una población de organismos de la cual descendemos; y es posible que también haya sido la selección natural la que fomentó, por mucho tiempo, su persistencia. Sin embargo, aún cuando efectivamente así sea, el callo que nos sale en la mano cómo efecto de una tarea repetida, y que protege nuestra piel, no debería ser denominado ‘adaptación’: no es un efecto de la selección natural, no es un fenómeno poblacional y no se trata de otra cosa que la respuesta de un sistema autopoietico frente a una perturbación del entorno.

Ya el segundo error a evitar en lo atinente a la noción de adaptación tiene que ver con la posibilidad de creer que lo que hace que una estructura sea considerada una adaptación sea aquello que, siguiendo a Walter Bock y a Gerd Wahlert (1998 [1965], p.131) podemos llamar su ‘rol biológico’. En efecto, apuntar el rol biológico de una estructura es lo mismo que indicar el uso o aprovechamiento que de ella hace un organismo en el transcurso de su historia de vida; mientras tanto, en el contexto de la biología evolutiva, decir que una estructura es una adaptación es comprometerse con la hipótesis de que, en un determinado ambiente, la misma contribuye, o ha contribuido, en alguna fase anterior de la historia del *Phylum*, al éxito reproductivo de sus portadores en mayor grado que alguna forma alternativa (Brandon, 1990, p.171).

En clave darwiniana, “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). Por eso, “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). Así, dado un momento de la evolución de una población en un determinado ambiente, entre los miembros de la misma pueden presentarse: [1] estructuras que no produciendo actualmente ningún beneficio o ventaja para sus portadores deban ser considerados como adaptaciones; y [2] estructuras que, aún siendo ventajosas para sus portadores, no puedan ser consideradas adaptaciones.

El apéndice humano es un buen ejemplo de lo primero: es una adaptación aún 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 beneficiosa, continua siendo una adaptación: “ella evolucionó por selección natural porque incrementaba la aptitud de nuestros distantes ancestros” (Sterelny & Griffiths, 1999, p.218). Es decir: en la actualidad, el apéndice humano no tiene ningún rol biológico; y, sin embargo, el darwinismo nos da una explicación, una *razón*, de por qué esta ahí.

Mientras tanto, y como ejemplo de lo segundo, 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 útil para sus portadores sin por eso

devenir una adaptación. Tal podría ser el caso, por ejemplo, del hedor que un insecto puede producir 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 otras variedades de ese mismo insecto que, por no estar sometida a la acción de ese veneno, no producen ese hedor. Este hedor, o la capacidad de producirlo, deviene así una estructura beneficiosa, que posee un rol biológico definido, sin por eso transformarse, estrictamente hablando, en una adaptación.

No se puede negar, claro, que asignarle a una estructura un rol biológico, presente o pasado, es, sin ninguna duda, un primer paso para caracterizar una estructura como siendo una adaptación. Pero una vez que sabemos lo que la misma hace, o hacía en el pasado, debemos después determinar en que sentido lo hizo mejor que alguna variante o forma alternativa efectiva: sólo ahí habremos determinado en que sentido estamos ante una adaptación. Por 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 ni con una simple descripción del modo en que esa estructura actúa en beneficio de sus portadores o de su éxito reproductivo, ni con una explicación de cómo esa estructura está asociada a alguna otra que sí produce tales beneficios.

Si volvemos a la noción amplia de función a la que aludíamos en el inicio de este trabajo, y consideramos que con la misma no se alude a otra cosa que al papel cumplido por todo tipo de factor interviniente en el cumplimiento de un proceso de cualquier índole, físico, biológico, técnico, social o incluso jurídico o administrativo; podremos decir que el rol biológico de una estructura orgánica no es otra cosa que la función que esa estructura tiene en los procesos que posibilitan la preservación y reproducción de ese organismo. Y, en ese sentido, también podemos decir que el análisis del modo por el cual esa estructura cumple con su rol biológico, es decir, contribuye a la preservación y a la reproducción de su portador, constituye una forma de análisis funcional. Por otra parte, también es posible que la atribución de un rol biológico a una estructura nos lleve a querer determinar el mecanismo fisiológico que le permite a esa estructura cumplir con ese rol integrándolo a la dinámica de la autopoiesis. Tal es el caso de la explicación que un fisiólogo puede dar respecto de cómo la extremidades de ciertos cuadrúpedos cumplen con la función de locomoción en el medio que los mismos habitan (cfr. Bock & Wahlert, 1998 [1965], p.130).

Pero ninguno de esos análisis funcionales, ni el del naturalista que determina el rol biológico de la estructura, ni el del fisiólogo que explica cómo es que esa estructura cumple con la función que posibilita ese rol, son aún una explicación seleccional. Tales análisis sólo nos están mostrando y explicando que efectos produce una estructura y como los produce; pero no nos dicen por qué la estructura esta ahí. Y eso es lo que la explicación seleccional quiere hacernos comprender. En definitiva, y como siempre se dice cuando se discute el problema de las equivalencias funcionales, 'hay muchas formas de pelar un gato' y lo que el darwinismo quiere tornar inteligible es por qué, en

una circunstancia particular, de entre las formas posibles de pelarlo que allí eran viables, fue seleccionada esa y no alguna otra.

De esto se deriva, además, que el *análisis adaptativo* 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 (Dennett, 1995, p.247; Williams, 1996, p.261). Una estructura fisiológicamente imprescindible puede ser pensada como trivialmente necesaria y beneficiosa, inclusiva en términos de éxito reproductivo para sus portadores; pero eso no sirve para explicar su persistencia desde una perspectiva darwinista. 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, a un momento de la historia evolutiva de ese tipo de organismo, en donde esa necesidad se disuelva.

Así, para tener una explicación darwinista del surgimiento de la forma más primitiva de corazón, debemos fragmentar la historia evolutiva de este órgano en una serie de pasos tal que cada uno de los cuales constituya una alternativa, o una opción, entre dos o más modos posibles de cumplir con un determinado papel fisiológico, 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). Por eso, y como Julian Huxley lo supo ver, “ciertas funciones básicas como la asimilación, la reproducción y la capacidad de reacción, que son inherentes a la naturaleza de la materia viva [...], difícilmente pueden ser denominadas ‘adaptaciones’” (1965[1943], p.398): su ubicuidad no es consecuencia sino condición de la selección natural.

Sin embargo, todas de esas funciones pueden especializarse, perfeccionarse o incluso limitarse, y hasta en cierto grado inhibirse, para satisfacer las diversas presiones selectivas a las que puedan estar sometidos los diferentes tipos de organismos (Huxley, 1965 [1943], pp.398-399); y así, cada una de esas peculiaridades que pueden darse en el modo de cumplir con las diferentes funciones fisiológicas podrá ser considerada una adaptación pasible de una explicación seleccional. El propio Huxley ilustra esta idea con un caso histórico:

Weismann consideró que la propiedad de la regeneración era una adaptación especial adquirida durante el curso de la evolución por aquellos animales que estaban especialmente expuestos a perder los miembros o a sufrir otros daños. Los experimentos, sin embargo, no confirmaron esa conclusión. Por ejemplo Morgan observó que los apéndices abdominales del cangrejo ermitaño, aunque normalmente protegidos por la dura cáscara del molusco habitado por el animal, se regeneraban con tanta facilidad como las pinzas o los miembros que sirven para el transporte que están más expuestos. Además, teniendo en cuenta fundamentos generales, puede observarse, de un modo evidente, que la regeneración es considerada como

un aspecto de una cualidad propia de la vida, y el problema principal que se plantea en biología no es explicar su presencia en las formas inferiores, sino explicar su limitación y ausencia en los tipos inferiores. (1965 [1943], p.398)

La *explicación darwinista* habrá, por ello, de ser siempre 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, 1991, p.67). Lo que está en juego no es 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 que es lo que algo hace, sino de saber en que sentido lo hace mejor que alguna alternativa efectiva (cfr. Dawkins, 1996, 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 que sentido lo hace mejor?’. Sin responder a esas dos preguntas no hay explicación seleccional completa. Podemos, sin embargo, intentar condensar esa dupla en una única formula interrogativa: ‘¿por que (es decir: bajo la acción de que presiones selectivas) P pudo resultar mejor que R en el contexto T?’.

LA ESTRUCTURA DE LA EXPLICACIÓN SELECCIONAL

He ahí el *objetivo explanatorio* de las *explicaciones seleccionales darwinistas*. Las mismas, podemos entonces decir, obedecen a esa otra regla metodológica que propusimos llamar ‘principio de adecuación adaptativa’:

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

Según esta regla, que puede también ser considerada como una versión metodológica del principio de selección natural (Caponi 2000), la explicación seleccional obedecería al siguiente esquema general:

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

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 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 & Nesse, 1996, p.23). Más que a causas, la explicación seleccional parece aludir a razones.

En efecto, las presiones selectivas a las que esta sometida una población no son consideradas como causas próximas de la retención en esa población de ciertas estructuras adaptativas; es decir: los hechos descriptos 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 exhibe un nexo teleológico y no una conexión causal de tipo mecánico.

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. La explicación darwinista, en suma, no nos muestra una relación humeana de causa-efecto (Von Wright, 1980, p.118), sino que nos propone un vínculo del tipo solución-problema o, incluso, costo-beneficio (cfr: Dawkins, 1996, p.14 y ss.). Y he ahí, en definitiva, la diferencia fundamental entre la explicación funcional y la explicación seleccional: la primera es la respuesta a una indagación por los medios con que se realiza una meta fija y determinada; la segunda, en cambio, es una respuesta a una indagación por los fines que, suponemos, dan sentido a estructuras que consideramos como medios o como costos.

Es digno de notar, por otra parte, como, al tener siempre que aludir a las condiciones bajo las cuales la característica positivamente seleccionada pudo resultar mejor o más ventajosa que una o más alternativas viables y efectivamente presentes en una población, la explicación darwinista no puede tampoco eludir, jamás, el análisis del proceso por medio del cual una característica orgánica fue seleccionada (Brandon, 1990, p.171; Williams, 1996, p.263; Dawkins, 1999, p.51). Más aún, en cierto sentido cabe decir que la misma se agota y se realiza en ese análisis histórico. Siendo en ese sentido específico que cabe hablar de una concepción *etiológica* o, como nosotros

preferimos, *histórica* de la adaptación (cfr.: Wright, 1998[1973]; Millikan, 1998; Neander, 1998). Con todo, si encandilados por una etimología, somos llevados a pensar que estamos ante una explicación causal de la adaptación, podemos pasar por alto, aquello que acabamos de apuntar en relación al carácter no-nomológico de la explicación seleccional.

Podemos, es cierto, predecir que, en una población de mariposas (que habita cierta región particular y que está sometida a la depredación de una determinada especie de pájaro cuyo comportamiento de caza conocemos), una variante podrá verse beneficiada por sobre las otras debido, tal vez, a las ventajas miméticas que su color le otorga. Siendo que, si el pronóstico resulta acertado, cabe citar nuestro argumento como explicación, *etiológica* si se quiere, de por qué esa variante fue la seleccionada. Con todo, y he ahí, lo que debe interesarnos, si el pronóstico resulta defraudado, no encontraremos, ningún enunciado nomológico involucrado en nuestro error.

Siendo precisamente en esa ausencia de conexiones nómicas característica de la explicación darwiniana donde reside la mayor dificultad que presentan ciertas propuestas que, siguiendo la línea de argumentación de Cummins, quieren inducirnos pensar que la explicación seleccional de las adaptaciones constituye una variante de explicación o análisis funcional (por ejemplo: Bigelow & Pargetter, 1998; Proust, 1995; Buller, 1998; Krieger, 1998; Davies, 2001). Es cierto que el problema que estos autores se plantean no es, exactamente, el que nosotros estamos discutiendo en este artículo (cfr. Sterelny & Griffiths, 1999 p.223): a ellos le interesa la noción, o las nociones, de función y a nosotros nos interesan, sobre todo, diferentes formas de explicación. Pero, para decir que la noción darwiniana de función adaptativa es una variante de la noción de función como papel causal es necesario poder mostrar que la explicación seleccional constituye una explicación causal.

Y eso, nos parece, sólo es posible si le concedemos a las nociones de causa y de explicación causal un significado lo suficientemente amplio y vago como para permitirnos contemplar todos los usos que el lenguaje ordinario permite, en los más diferentes órdenes de discurso, para expresiones del tipo ‘ser causa de’, ‘a causa de’, ‘como efecto de’, etc.. De ese modo, la idea de causalidad que de allí podremos extraer será casi tan amplia como la de ‘*tener que ver con*’; y la regla de uso que podremos formular para la expresión ‘a causa de’ será la misma que la de la expresión ‘en virtud de’: ‘*a causa de*[o en virtud de] lo que me dijiste creí que no te interesaba’; ‘en virtud de [a causa de] las altas temperaturas se derritieron los helados’. El lenguaje periodístico es una fuente inagotable de ese tipo de *equivalencias funcionales* entre expresiones.

Así, toda vinculación entre dos factores o elementos tal que los estados o cambios de uno de ellos sean considerados como incidiendo, afectando, definiendo, o determinando, en algún sentido, los estados o cambios del otro, podrá ser caracterizada como una relación causal. El lenguaje ordinario es tan legítimamente permisivo en relación a la noción de causa como lo es en relación a la noción de función; y no es

ningún descubrimiento decir que los usos de una están estrictamente relacionados con los de la otra: hay tantos usos lingüísticamente legítimos para las expresiones ‘papel causal’ y ‘función’ como para la expresión ‘causa’.

Se dice que un trauma infantil *es causa de* cierto síntoma neurótico; y luego podemos hablar del *papel causal*, o de la *función*, de ese trauma en la constitución de nuestros estados afectivos actuales o, incluso, en nuestra *economía libidinal*. Se dice que el precio de un producto sube *como efecto de* su mayor demanda o de su menor oferta; y luego podemos hablar de la *función*, o del *papel causal*, de la oferta y la demanda de bienes en la formación de precios. Se dice que deseamos algo *a causa de* que lo creemos valioso, y luego hablamos del *papel causal* o de la *función* que nuestras creencias pueden tener en la constitución de nuestras metas. Decimos, por fin, que en ciertas poblaciones de mariposas cierto color se tornó preponderante sobre otro *a causa de* que el mismo proporcionaba una protección mimética que el segundo no ofrecía; y luego decimos que ese color tiene una *función* mimética (cfr. Davies 2001 p.48).

Pero por lingüísticamente legítimas que todos esas formulaciones sean, no por eso habremos de pasar por alto que tales usos de expresiones causales y funcionales encubren nociones epistemológicamente diferentes. Lo lingüísticamente correcto no tiene porque ser epistemológicamente revelador. Si queremos presentar a la explicación darwiniana o a la explicación intencional como explicaciones causales o funcionales, nuestro idioma no dejará de proveernos giros y formulas para que lo consigamos. Con todo, si queremos ir más allá del nivel de generalidad al que nos permite acceder la exploración de las posibilidades del lenguaje ordinario, y mirando más de cerca cada caso, nos preguntamos por el tipo de vinculo causal (si así insistimos en llamarlo) que rige en cada dominio de investigación; veremos que surgen diferencias significativas. Siendo a esas diferencias y peculiaridades a las que aquí hemos querido aludir.

Si por ‘causa’ entendemos ‘causa eficiente’, y si aceptamos pensar a la causa eficiente como un vinculo entre dos eventos establecido por un enunciado nomológico, entonces diremos que la noción de función como papel causal sólo se aplica a los dominios de investigación en donde los fenómenos son pesados en base a esa noción de causalidad. Cosa que, según vimos, excluye a la biología evolutiva: las estructuras adaptativas *obedecen* a las presiones selectivas; *responden* a las presiones selectivas; se difunden en *virtud* de las presiones selectivas e incluso su persistencia puede ser considerada como una *resultante* o una *consecuencia* de las presiones selectivas; pero si por ‘causa’ entendemos una relación mediada por leyes no cabe decir, en sentido estricto, que las mismas sean un efecto de las presiones selectivas. La lúbil gramática del lenguaje ordinario puede permitirnos decir que una adaptación es efecto de presiones selectivas, pero la gramática de la biología evolutiva no nos autoriza a decir que estas sean causas humeanas de aquellas; y esto es así por la sencilla razón de que no existen leyes que vinculen ambos tipos de fenómenos.

Podemos, es cierto, apelar para la distinción entre causas remotas y causas próximas y decir que las presiones selectivas son causas remotas de los cambios

evolutivos. Esta sería una posibilidad que, aparentemente, nuestro modo de caracterizar la causación, por ser excesivamente restringido, no habría contemplado. Pero adoptar la expresión ‘causas remotas’ para, valiéndonos de ella, continuar considerando a la explicación seleccional como siendo una explicación causal, no disminuirá en nada la distancia que existe entre el modo en que pensamos ambos tipos de factores: las causas remotas a las que se alude en biología evolutiva se parecen más a razones (esto es: a condiciones que tornan adecuada o conviene una opción) que a causas eficientes humanas; y ese hecho nos pone, otra vez, frente la diferencia que existe entre las dos perspectivas sobre los fenómenos biológicos que aquí hemos comparado.

CONCLUSIÓN

Existe la *conformidad a fin* de Kant, y existe la de Paley; o, si se prefiere, la de Claude Bernard y la de Darwin. La primera es aquella a la que aludía Cuvier (1817, p.6) en *Le Règne Animal*, cuando, explicando el Principio de las Condiciones de Existencia, “vulgarmente denominado *principio de las causas finales*”, decía que: “como nada puede existir si no reúne las condiciones que tornan su existencia posible, las diferentes partes de cada ser deben estar coordinadas de manera que tornen posible el ser total, no sólo en sí mismo, sino también en relación a aquello que lo rodea” (cfr. Russell, 1916, p.35; Lenoir, 1982, p.62). La segunda, en cambio, es esa mera utilidad exterior que, maravillando a los espíritus ingenuos, sirvió siempre a la teología natural hasta que Darwin la transformó en clave y en asunto privilegiado de su nueva concepción del viviente.

Sin embargo, esas dos *conformidades a fin* no son sólo dos temas o fenómenos distintos: se trata de problemas que se plantean en diferentes dominios de experiencia y cuyos análisis están pautados por diferentes perspectivas metodológicas. Una perspectiva nos lleva a estudiar ciertos fenómenos que ocurren y se registran en el ámbito del viviente individual en virtud del modo en que están mecánico-causalmente, *teleonómicamente* si se quiere, dirigidos a un resultado. La otra, perspectiva, en cambio, nos lleva a considerar otro conjunto de fenómenos, que ocurren a nivel poblacional, en virtud de su *razón de ser* (Dennett: 1991 p.238; 1995 p.24). Una perspectiva nos lleva en la dirección de una *física de los organismos*; y la otra nos invita a una *hermenéutica de lo viviente*.

En la biología funcional, es cierto, existe siempre la referencia al resultado de un proceso determinado; es decir: existe la referencia a una meta y los procesos particulares de un organismo son considerados como medios para alcanzar ese objetivo. Pero lo que se procura determinar en cuestión es cómo cierto fenómeno está causalmente vinculado a esa meta u objetivo. Por eso, aunque, en algún sentido, pueda decirse que el interés que guía esa investigación de los fenómenos orgánicos es, en cierto modo, teleológico; los resultados a los que esta llega ciertamente no lo son: los mismos se limitan a apuntarnos el rol causal de un fenómeno en la producción

de cierto efecto. La biología funcional, en definitiva, no hace más que ponernos ante “esa direccionalidad finalista de un sistema mecanicista perfectamente respetable” que Pittendrigh (1998)[1970] proponía denominar *teleonomía*. Es decir: nos pone ante la finalidad de los mecanismos autorregulados.

Mientras tanto, en el caso de la biología evolutiva no sólo debemos preguntarnos por el problema que una estructura resuelve, sino también están en cuestión las condiciones bajo cuyo dominio esa estructura pudo resultar una mejor alternativa de solución para ese problema que alguna otra posibilidad efectivamente disponible. Como el arqueólogo que intenta comprender el diseño de una máquina antigua, el biólogo que analiza una estructura adaptativa no sólo se pregunta por el problema que la estructura en cuestión pretendía resolver sino que también intenta reconstruir las razones que pudieron hacerla emerger como una buena alternativa de solución para ese problema (Dennett, 1995 p.212 y ss.; Dawkins, 1996, p.14 y ss.). Y es considerando esto último que puede decirse que la explicación seccional es teleológica en un sentido más fuerte que la explicación funcional (Gouyon, 1998, p.43).

Es que, aún no siendo una mera máxima heurística, el principio de adecuación autopoietica es una regla que conduce a la explicación del funcionamiento y la constitución del organismo individual en términos de causas próximas: la 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). Mientras tanto, y en claro contraste con lo ocurre en el caso del principio de adecuación autopoietica, en relación al principio de adecuación adaptativa, tenemos que admitir que se trata de una regla metodológica que conduce nuestra interrogación en una dirección completamente diferente a la de la explicación nomológico-causal. La teleología darwinista no se contrapone a la causación mecánica: ella no es una causa eficiente que desvíe a los fenómenos orgánicos del determinismo físico. Pero ella sólo entra en consideración cuando dejamos de preguntarnos cómo esos fenómenos ocurren y se enlazan en la totalidad orgánica y nos preguntamos por qué son como son y no de alguna otra forma. Lejos de decirnos que estas preguntas no podía ser formuladas, Darwin “nos mostró cómo es que la mismas debían ser respondidas” (Dennett, 1995, p.213).

Lo que no puede dejar de ser notado, aunque más no sea que sumariamente y ya para concluir, es que, dentro de la biología contemporánea, esa teleología darwiniana es, en cierto sentido, el fundamento o la razón de ser de la teleología intra-orgánica. El biólogo funcional, ya lo dijimos y lo ratificamos, no precisa de la idea de selección natural, ni de la idea de un diseño divino, para decir que ‘la función del corazón es bombear sangre’. Harvey nada le debe en ese sentido ni Darwin ni a Paley: la noción de autopoiesis o de ser organizado, por sí sola, sirve de sustento categorial para ese juicio. Pero, si saliendo del ámbito de la biología funcional, nos preguntamos por cómo es posible que existan seres donde todas sus partes sean medios y fines al mismo tiempo; la única forma de responder a esa pregunta que la ciencia contemporánea nos permitirá será la propuesta por Darwin.

La presunción de que “en el organismo nada es en balde” que Kant (1992 [1790], §66) legitima como máxima en la tercera crítica no es la idea darwinista de que cada estructura orgánica responde directa o indirectamente a las exigencias de la selección natural. La máxima formulada por Kant no es otra cosa que una versión menos pedantesca de nuestro principio de adecuación autopoiética que, además, tiene como virtud poner en evidencia una cierta idea de economía que parece sostenerlo: nada hay en el organismo sino tiene un rol a cumplir. He ahí un eco de la navaja de Occam que, a su vez, parece anticipar o pedir una fundamentación darwiniana: ¿no siendo un austero dios pietista qué podría estar por atrás de esa frugalidad sino es la cruel y victoriana selección natural?

Esto se torna particularmente claro en las actuales polémicas sobre la posibilidad de considerar que las estructuras orgánicas satisfarían o tenderían a satisfacer un requisito de optimalidad llamado de *symmorphosis* (Weibel, 1998a). Esta palabra designa un cierto ajuste entre el diseño estructural y los requerimientos funcionales (fisiológicos) del organismo en virtud del cual “la formación de los elementos estructurales está regulada para satisfacer pero no para exceder los requerimientos del sistema funcional” (Weibel, 1998a, p.3). La idea es que el diseño de los organismos tendería a ser óptima “en el sentido de que no hay más estructura que la necesaria para cumplir una función” (Weibel, 1998a, p.3). Aunque, claro, todo se complica un poco con la presunción adicional de que ese ‘óptimo’ contempla también un cierto exceso o prodigalidad (Canguilhem, 1972, p.133), económicamente sostenible para el sistema total, que daría cierto margen de seguridad ante eventuales circunstancias que pudieran exigir el sistema por encima de su desempeño normal (cfr: Schmidt-Nielsen, 1998, p.11; Diamond, 1998 p.22; McNeill Alexander 1998, p.29). La idea de que *en el organismo nada es en balde* cobra así una forma más fuerte según la cual nada de lo que está allí es más costoso, en términos de costos energéticos, que lo que precisa para cumplir su función con un margen razonable de riesgo.

Una idea en cierto modo semejante es objeto de discusión en biología evolutiva; pero lo que allí está en cuestión es hasta que punto, y en que sentido, puede decirse que la selección natural tienda producir estructuras óptimas en cuanto al balance entre los costos y beneficios producidos por las mismas (cfr. Sober, 1993, p.119 y ss.; Maynard Smith, 1997, p.91 y ss). La idea es que la selección natural siempre va a tender a fomentar la difusión o la persistencia de aquellas estructuras que, dadas las circunstancias y los recursos disponibles, produzcan el mayor rendimiento posible, en términos de éxito reproductivo, al menor costo energético posible (Maynard Smith, 1997, p.94; McNeill Alexander, 1996, p.2). Así, una estrategia de reproducción sería premiada por la selección natural en la medida en que, dadas las otras alternativas posibles, sea la que consigue un mejor equilibrio entre la inversión parental y éxito reproductivo.

No debemos perder de vista, sin embargo, las diferencias que existen entre ambas aplicaciones de la idea de *diseño óptimo* al campo de la biología. La primera, la de *symmorphosis*, surge en el dominio de la biología funcional y alude a una relación

de adecuación entre estructuras del organismo individual y el cumplimiento de las funciones propias de la dinámica autopoietica. La segunda noción, en cambio, surge en el dominio de la biología evolutiva y alude a costos y rendimientos que se registran en el plano poblacional. La noción de *symmorphosis*, en definitiva, nos lleva a una versión fuerte del principio de adecuación autopoietica; la idea de un *optimo adaptativo*, por su parte, nos lleva a una versión fuerte del principio de adecuación adaptativa.

Es más, la idea de *symmorphosis* puede ser definida, con independencia de la idea de selección natural. Al proponer la *symmorphosis* como máxima reguladora (Weibel, 1998b, p.302) no aludimos a los procesos por los cuales se constituye el programa genético de un organismo; sino que nos comprometemos a mostrar como ese programa define un difícil ajuste entre la constitución de las estructuras orgánicas, los requerimientos funcionales del organismo y los recursos que este ultimo dispone o puede producir para constituir las y sostenerlas.

Pero, si el análisis de cómo se cumple ese ajuste en el seno del organismo individual no requiere de ninguna alusión a las causas remotas que condujeron a la definición del programa que allí actualiza, no puede decirse lo mismo en relación a la pregunta sobre hasta donde es posible que las estructuras orgánicas sean *simórficas*. La pregunta por la posibilidad de que existan estructuras que, a este respecto, sean más o menos óptimas sólo puede ser respondida en términos de la teoría de la selección natural. De hecho, los debates sobre los alcances de la idea de *symmorphosis* se han centrado en dos cuestiones fundamentales: determinar experimentalmente hasta donde ese ajuste óptimo se verifica en la estructura y funcionamiento de los organismos individuales (Weibel, 1998b, p.303); y establecer hasta donde la teoría de la selección natural apoya la presunción de que ese ajuste ocurra o tienda a ocurrir (Gordon, 1998, p.37; Garland 1998, p.40; Feder, 1998, p.48).

La economía funcional de los seres vivos, en última instancia, es un resultado de la selección natural; y esto se aplica tanto a representaciones fuertes de esa economía como la embutida en la idea de *symmorphosis*, cuanto a representaciones más vagas o genéricas de la misma como aquella que nos encontramos en la idea clásica de teleología intra-orgánica. Esta se materializa, se muestra y se estudia en el circuito de *causas próximas* que rige el funcionamiento del organismo individual, pero su *razón de ser* remite, en última instancia, a la red de causas remotas que marcan la senda errática de la evolución. El organismo, podríamos decir, es la *ratio cognoscendi* de la teleología intra-orgánica; pero la teleología darwiniana, aquella instaurada por la selección natural, es su *ratio essendi*. Producir seres económicos y austeros donde cada parte está subordinada a la producción del todo que la sustenta es una exigencia de la selección natural. Aquí también se cumple el siempre recordado dictado de Dobzhansky (1973, p.125): “*nothing in biology makes sense except in the light of evolution*”.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYALA, F. Teleología y adaptación en la evolución biológica. In: MARTINEZ, S. & BARAHONA, A. (eds.) *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 495-510.
- AYALA, F. Teleological Explanations in Evolutionary Biology. *Philosophy of Sciences*, Chicago, 37 (1), p.1-15, 1970.
- BEDAU, M.: Where's the good in teleology?. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 261-292.
- BERNARD, C. *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion, 1984 [1865].
- BERNARD, C. *Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris: Baillière et Fils, 1878.
- BICHAT, X. *Recherches Physiologiques sur La Vie et La Morte*. Paris: Gabon Libraire & Béchet Libraire, 1822 [1805].
- BIGELOW, J. & PARGETER, R. Functions . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 241-260.
- BOCK, W. & WAHLERT, G. Adaptation and the form-function complex. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998[1965]. p. 117-169.
- 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.
- BRANDON, R. Biological teleology: questions and explanation. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p.79-98.
- BRANDON, R. *Adaptation and Environment*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- BULLER, D. Etiological theories of function: a geographical survey. *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 13 (4), p.505-527, 1998.
- CANGUILHEM, G. *Le Normal et Le Patologique*. Paris: P.U.F., 1972.
- CAPONI, G. Función y Adaptación: dos modos de la teleología. In: Caracciolo, R. & Letzen, D (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, 7 (1), p.66-71 2001a.
- CAPONI, G. "Biología Evolutiva vs. Biología Funcional". *Episteme*, Porto Alegre, 12, p. 23-46, 2001b.
- CAPONI, G. La regla de Darwin. *Principia*, Florianópolis, 4(1), p. 23-46, 2000.
- CASSIRER, E. *Kant: vida y doctrina*. México: Fondo de Cultura Económica, 1967[1918].
- COHEN, M. *Reason and Nature*. New York: Dover Publication, 1959.
- COLEMAN, W. *La Biología en el Siglo XIX*. México: Fondo de Cultura Económica 1985.
- COMTE, A. *Cours de Philosophie Positive III: la philosophie chimique et la philosophie biologique*. Paris: Bachelier, 1838.
- CRONIN, H. *The ant and the peacock*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- CUMMINS, R. Functional Analysis, *Journal of Philosophy* 72, p. 741-765, 1975
- CUVIER, G. *Le Règne Animal*. Paris: Deterville, Libraire, 1817.
- DARWIN, C. On the two forms, or dimorphic condition, in the species of *Primula*, and on their remarkable sexual relations [1861]. In: Barrett, P. (ed.). *The Collected Papers of C. Darwin*. Chicago: Chicago University Press, 1977. p.45-63.

- DAVIES, P. *Norms of Nature*. Cambridge: MIT Press, 2001.
- DAVIES, P. "Malfunctions". *Biology & Philosophy* 15 (1), Dordrecht, p. 19-38, 2000.
- DAWKINS, R. *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- DAWKINS, R. *God's Utility Function*. London: Phoenix Paperback, 1996.
- DENNETT, D. *Darwin's Dangerous Idea*. London: Penguin, 1995.
- DENNETT, D. *La Actitud Intencional*. Barcelona: Gedisa, 1991.
- DESCAMPS, P. Penser la Finalité. *Scences et Avenir* (Hors-Serie: *Le Sens de la Vie*), Paris, 12-17, 2000.
- DIAMOND, J. Evolution of biological safety factor: a cost/benefit analysis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.21-27
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher* 35, Baltimore, p.125-129, 1973.
- DOBZHANSKY, T.; AYALA, F.; STEBINS, L.; VALENTINE, J. *Evolución*. Barcelona: Omega, 1980.
- DUSCHESNEAU, F. *Philosophie de la biologie*. Paris: PUF, 1997.
- DUPOUEY, P. *Épistemologie de la Biologie*. Paris: Nathan (Repères Philosophiques), 1990.
- FEDER, M. Testing the evolutionary origin and maintenance of symmorphosis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.48-55.
- GARLAND, T. Conceptual and methodological issues in testing the predictions of symmorphosis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 40-47.
- GERHARDT, I. Número baixo de genes é surpresa. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 12-2-2001.
- GHISELIN, M. *Metaphysics and the Origin of Species*. N.York: SUNY, 1997.
- GHISELIN, M. "Darwin's language may seems teleological but his thinking is another matter", *Biology & Philosophy* IX: 489-492, 1994.
- GODFREY-SMITH, P. Functions: consensus without unity. In: HULL, D.& RUSE, M. *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998a. p.280-292.
- GODFREY-SMITH, P. A modern history theory of functions. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998b. p.453-478.
- GOLDSTEIN, K.: *La Structure de L'Organisme*. Paris: Gallimard, 1951.
- GORDON, M. Evolution of Optimal System. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 37-39
- GOUYON, P. Le finalisme revisité. In: GUYADER, H. (ed.) *L'évolution*. Paris: Bibliothèque Pour la Science, 1998. p.40-43.
- GRIFFITHS, P. Adaptation and Adaptationism. In: WILSON, R.& KEIL, F.(eds.) *The MIT Press of the Cognitive Sciences*. Cambridge: MIT Press, 1999. p.3-4.
- GRIFFITHS, P. "Functional analysis and proper functions" . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 435-452.
- HEMPEL, C. *La Explicación Científica*. Buenos Aires: Paidos, 1978.
- HUXLEY, J. *Evolución: la nueva síntesis*. Buenos Aires: Losada, 1965[1943].
- JACOB, F. *La Lógica de lo Viviente*. Barcelona: Laia, 1973.
- KANT, E. *Crítica de la Facultad de Juzgar*. Caracas: Monte Avila, 1992 [1790].
- KELLER, E. *The century of the gene*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- KUHN, T. *The Essential Tension*. Chicago: The Chicago University Press, 1977.

- KITCHER, P. Function and Design. In: HULL, D.& RUSE, M. *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 258-279.
- KRIEGER, G. "Transmogrifying teleological talk?". *History and Philosophy of Life Sciences*, Nápoles, 20 (1), p.3-34, 1998.
- LEBRUN, G. *Kant e o Fim da Metafísica*. São Paulo: Martin Fontes, 1993.
- LENOIR, T. *The Strategy of Life: teleology and mechanics in XIX century german biology*. Chicago: Chicago University Press, 1982.
- LEWONTIN, R. *La triple helix*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- 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
- LENNOX, J. "Teleology by another name", *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 9 (3), p.493-495, 1994.
- LIMOGES, C. *La Selección Natural*. México: Siglo XXI, 1976.
- MARQUES, A. *Organismo e Sistema em Kant*. Presença: Lisboa, 1987.
- MATURANA, H.& VARELA F. *El árbol del Conocimiento*. Madrid: Debate, 1996.
- MATURANA, H.& VARELA F. *De Máquinas y Seres Vivos*. Santiago de Chile: Ed. Universitaria, 1994.
- MAYNARD SMITH, J. Optimization theory in evolution. In: SOBER, E. (ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1997. p.91-118.
- MAYNARD SMITH, J. *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982..
- MAYR, E. Los múltiples significados de teleológico. In: MARTINEZ, S.& BARAHONA, A. (eds.) *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998a. p.431-461.
- MAYR, E. The multiple meanings of teleological; *History & Philosophy of life Sciences*, Nápoles, 20 (1), p.35-40, 1998b.
- MAYR, E. *Así es la Biología*. Madrid: Debate, 1998c.
- MAYR, E. *Toward a new philosophy of biology*. Cambridge: Harvard, 1988.
- MAYR, E. *Evolution and the diversity of life*. Cambridge: Harvard University Press, 1976.
- McNEILL ALEXANDER, R. Symmorphosis and safety factors. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.28-36.
- McNEILL ALEXANDER, R. *Optima for animals*. Princeton: Princeton University Press, 1996.
- MERLEAU-PONTY, M. *La estructura del comportamiento*. Buenos Aires: Hachette, 1953.
- MILLIKAN, R. In defense of proper functions. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p.295-312.
- MONOD, J. *El Azar y la Necesidad*. Barcelona: Monte Avila, 1971.
- NAGEL, E. *La Estructura de la Ciencia*. Buenos Aires: Paidós, 1978.
- NEANDER, K. Functions as selected effects . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 313-334.
- PITTENDRIGHT C. Carta a Ernst Mayr del 26 de Febrero de 1970, transcripta por extenso en MAYR 1998a p.440n-441n.
- PONCE, M. *La Explicación Teleológica*. México: UNAM, 1987.
- POPPER, K. *The Logic of Scientific Discovery*. Cambridge: Unwin, 1980.
- PROUST, J. Fonction et Causalité. *Intellectica* 21, Paris, p.81-113, 1995.
- RICHARDSON, R. "Functional Descomposition". In: WILSON, R.& KEIL, F.(eds.) *The MIT Press of the Cognitive Sciences*. Cambridge: MIT Press, 1999.p.329-330.

- RICQLLES, A. *Leçon inaugurale de la Chaire de Biologie Historique et Évolutionnisme*. Paris: Collège de France, 1996.
- REEVE, H. & SHERMAN, P. "Adaptation and the goals of evolutionary success", *Quarterly Review of Biology*, New York, 68 (1), p. 1-32, 1993.
- ROSEMBERG, A. "Reductionism redux: computing the embryo"; *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 12 (4), p.445-470, 1997.
- ROSENBLUETH, A. et al. Behaviour, purpose and teleology. *Philosophy of Science*, Chicago, 10 (1), p.18-24, 1943.
- RUSSELL, E.S. *Form and Function*. London: Murray, 1916.
- SCHAFFNER, K. *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. How much structure is enough? .In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.11-12
- SIMPSON, G. *La Biología y el Hombre*. Buenos Aires: Pleamar, 1974 [1964].
- SOBER, E. *Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.
- STERELNY, K. & GRIFFITHS P. *Sex and Death*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- THAGARD, P. *How Scientists explain disease*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1999.
- VARELA, F. *Autonomie et Connaissance*. Paris: Seuil, 1989.
- VON BERTALANFFY, L. *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
- VON UEXKÜLL, J. *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Buenos Aires, Espasa Calpe, 1945.
- VON WRIGHT, H. *Explicación y Comprensión*. Madrid: Alianza, 1980.
- WEIBEL, E. Symmorphosis and Optimization of Biological design: introduction and questions. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998a. p.1-10.
- WEIBEL, E. How good is best? Some afterthoughts on Symmorphosis and Optimization".In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998b. p.299-306.
- WERNER, D. *Sexo, Símbolo e Solidariedade*. Florianópolis:UFSC, 1999.
- WILLIAMS, G. *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press, 1996.
- WILLIAMS, G.& NESSE, R. *Evolution and Healing*. London: Phoenix Paperback, 1996.
- WRIGHT, L. Functions . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998 [1973]. p. 51-78.