

¿ES LA BIOLOGÍA FUNCIONAL ELIMINABLE?¹

Andrea Olmos²
Santiago Ginnobili³

Ἄλλ' αἴτια μὲν τὰ τοιαῦτα καλεῖν λίαν ἄτοπον·

Platón, Fedón, 99a

RESUMEN

Pocas polémicas en el ámbito de la filosofía de la biología han llevado tanto espacio como la que existen alrededor de la explicación funcional y del lenguaje funcional. Varios de los enfoques principales que han tratado de reconstruir este tipo de explicación y elucidar tal lenguaje, aunque fuertemente heterogéneos, comparten la idea de que el lenguaje funcional no es más que un modo de hablar del cual puede prescindirse, pues, asumen que el lenguaje funcional puede ser definido a partir de (o reducido a) lenguaje no funcional. En consecuencia, la explicación funcional sería reducible a (o equivalente a) explicaciones no funcionales. En este trabajo repasaremos tales enfoques, y trataremos de defender que no funcionan en el siguiente sentido: no pueden dar cuenta de la totalidad de las atribuciones funcionales. En consecuencia, aunque pudieran ser útiles para elucidar o reconstruir algunas áreas de la biología, no cumplen con el objetivo de mostrar que el lenguaje funcional es eliminable.

PALABRAS CLAVES: Lenguaje funcional, explicación funcional, enfoque sistémico, enfoque etiológico, enfoque de contribución al fitness, eliminativismo.

RESUMO

Poucas polêmicas no âmbito da filosofia da biologia tiveram tanto espaço como a que existe acerca da explicação funcional e da linguagem funcional. Vários dos principais enfoques que trataram de reconstruir este tipo de explicação e elucidar tal linguagem, ainda que fortemente heterogêneos, compartilham a ideia de que a linguagem funcional não é mais que um modo de falar do qual pode prescindir-se, pois, assumem que a linguagem funcional pode ser definida a partir de (ou reduzida a) linguagem não funcional. Em consequência, a explicação funcional seria reduzível a (ou equivalente a) explicações não funcionais. Neste trabalho repassaremos tais enfoques e trataremos de defender que não funcionam, no seguinte sentido: não podem dar conta da totalidade das atribuições funcionais. Em consequência, ainda que pudessem ser úteis

¹ Esta investigación fue financiada por los siguientes proyectos: PICT-2012-2662, PICT-2014-1741 (ANPCyT, Argentina), PIP N° 112- 201101-01135 (CONICET, Argentina) y 32/15 255 (UNTREF, Argentina).

² CEFHIC-UNQ / UBA - Centro de Estudios de Filosofía e Historia de la Ciencia, Universidad Nacional de Quilmes / Universidad de Buenos Aires.

³ CEFHIC-UNQ / CONICET / UBA - Centro de Estudios de Filosofía e Historia de la Ciencia, Universidad Nacional de Quilmes / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas / Universidad de Buenos Aires.

para elucidar ou reconstruir algumas áreas da biologia, não alcançam o objetivo de mostrar que a linguagem funcional é eliminável.

PALAVRAS-CHAVE: Linguagem funcional, explicação funcional, enfoque sistêmico, enfoque etiológico, enfoque de contribuição ao fitness, eliminativismo.

Introducción

La mente ordenadora ordenó todo y dispuso cada cosa de la manera que fuese mejor. Así que, si uno quiere hallar respecto de cualquier cosa la causa de por qué nace o perece o existe, le sería preciso hallar respecto a ella en qué modo le es mejor ser, o padecer o hacer cualquier otra cosa. (PLATÓN, *Fedón*, 97c).

Afirma el Sócrates de Platón, preso y encadenado, esperando la muerte. Aristóteles, hereda esta doctrina de su maestro. En los movimientos naturales la causa final, la eficiente y la formal se identifican. Si se quiere explicar por qué un objeto cae en el mundo sublunar, o por qué una semilla se convierte en un jacaranda, el fin, la actualización de la forma, es el motor del movimiento (ARISTÓTELES, *Física*, II, 7).

Suele afirmarse que la revolución newtoniana revisó esta idea fundamental. En un mundo compuesto por átomos, que se afectan entre sí sólo por choques o por la atracción de la fuerza de gravedad, la causa imperante es la eficiente. Es necesario, sin embargo, matizar esta idea en dos sentidos relacionados entre sí. Por un lado, cuando a Newton le consultan cómo puede ser que todos los objetos del Sistema Solar justo vayan a la velocidad media que impide que caigan al Sol ni se escapen, no titubea en abandonar el terreno de las causas eficientes: el sistema habría sido diseñado con el objetivo de que permanezca estable (Newton 1692, carta de 10 de diciembre de 1692 a Richard Bentley) (NEWTON, 2004, p. 94–96). Incluso en el mundo newtoniano existirían ciertos sistemas que por sus características intrínsecas parecerían requerir la apelación a causas finales. Lo cual nos lleva a la segunda de las salvedades. Incluso cuando las causas finales desaparecieron de la física por completo, el mundo de lo vivo siguió requiriéndolas. La finalidad parecía constituir el prisma adecuado para comprender la estructura y el comportamiento de las entidades desesperadas por mantenerse vivas y reproducirse. Al punto de que, en manos de los teólogos naturales del siglo XIX, el argumento del diseño, utilizado desde tiempos inmemoriales para probar la existencia de los dioses de turno, ya no partía de la complejidad y perfección del mundo como un todo, sino de las estructuras complejas y coadaptadas de los organismos vivos (KIRBY, 1836; PALEY, 1809). Pues, la finalidad y el diseño se atrincheraron en las ciencias de la vida. Como es bien sabido, fue Darwin quien logró, a través de la teoría de la selección natural, conectar el mundo de propósitos con la materia inerte y ciega. La selección natural permitió, sin romper con la regla

metodológica uniformista de Lyell, explicar como del azar podría surgir el orden. En este sentido, la biología funcional de los naturalistas (que hoy llamamos “biólogos”), quedó legitimada.

La historia que acabamos de contar es usualmente aceptada, sin embargo, estamos lejos del consenso en la comprensión metateórica de cómo se produjo tal legitimación. Específicamente, en filosofía de la biología, no existe acuerdo en absoluto respecto a la relación que existe entre la teoría de la selección natural y la explicación funcional. Por otro lado, si bien podría sostenerse que la gran mayoría de la biología se ocupa de determinar las funciones de estructuras y comportamientos de los organismos, los biólogos suelen avergonzarse del lenguaje funcional. “Por mucho tiempo el biólogo se encontraba frente a la teleología como frente a una mujer de la que no se puede prescindir, pero en cuya compañía no quiere ser visto en público”. (JACOB, 1970, p. 17)

Esta actitud negacionista respecto a la biología funcional, en la que a veces se sostiene que el lenguaje funcional del biólogo no es más que una forma de hablar reemplazable por formas más correctas (y no pregalileanas), tiene su correlato en algunas posiciones filosóficas respecto a las funciones. El lenguaje funcional, según tales posiciones, puede eliminarse en principio, porque puede definirse a partir de nociones no funcionales. Cómo de hecho se realiza tal definición varía de posición en posición. Algunos, consideran que atribuir una función a un rasgo es equivalente a una afirmación respecto a su *fitness* pasado (GARSON, 2017; GODFREY-SMITH, 1994; MILLIKAN, 1984, 1989b, NEANDER, 1991a, b, WRIGHT, 1973, 1976) o presente (BIGELOW e PARGETTER, 1987; CANFIELD, 1964; HORAN, 1989; WALSH, 1996), es decir, que la biología funcional no es más que biología evolutiva. Otros, que la atribución funcional a un componente de un sistema no implica más que afirmar el rol del componente en algo que el sistema hace (CRAVER, 2001, 2007, CUMMINS, 1975, 1983).

En este trabajo intentaremos mostrar que no es adecuada la idea de que Darwin logró legitimar la biología funcional al brindar herramientas para su eliminación. Defenderemos el punto, mostrando como los enfoques eliminativistas no dan cuenta de manera adecuada ni lo que Darwin hizo, ni la biología funcional actual. Aunque la posición sea metafísicamente cómoda (para algunos) no ofrece una elucidación adecuada de la noción de función, ni una reconstrucción adecuada de las explicaciones

funcionales. Esto implicará optar por alguna de las posiciones existentes que no consideran que la biología funcional y la atribución funcional, puedan reducirse a la biología evolutiva, o a una descripción “no teórica” de cómo se comportan los sistemas complejos.

En la sección 1 del trabajo presentaremos el enfoque clásico respecto a la explicación funcional, en el que se discute la posibilidad de reducir la explicación funcional a una explicación nomológico-deductiva que no apela a leyes funcionales. Mostrar el sentido en que tal intento de reducción falla, permitirá plantear el escenario de las discusiones posteriores respecto a la explicación funcional. En la sección 2 veremos los intentos de reducir la biología funcional a la biología evolutiva. En la sección 3 mostraremos el enfoque sistémico, que también es eliminativista respecto al lenguaje funcional, pero no lo reduce a la biología evolutiva. En la sección 4 y 5 discutiremos la adecuación de las elucidaciones de los enfoques presentados. En la sección 6 presentaremos nuestras conclusiones.

1. La explicación funcional como una explicación nomológico-deductiva

Hempel trata el estatus de las explicaciones funcionales a partir del análisis que realiza de la explicación científica en el marco del modelo de cobertura legal (HEMPEL, 1965b). Según tal modelo una explicación es una inferencia. Explicar un hecho (general o particular) es inferirlo, deductiva o no deductivamente, de un conjunto de premisas de las que forman parte leyes (deterministas o probabilísticas) (HEMPEL, 1965a).

Hempel propone distinguir entre las explicaciones teleológicas y las funcionales. Las explicaciones teleológicas se referirían a conductas intencionales, es decir, aquellas cuyas metas son conscientes, reservando el término “funcional” para conductas que persiguen fines no conscientes.

Así, si queremos contestar a la pregunta “¿por qué Juan estudia?” la respuesta podría ser, “para aprobar el parcial”. La extrañeza con el enunciado “Juan estudia para aprobar el parcial” es que la causa (la aprobación del final) parece encontrarse en el futuro de la acción a explicar, del efecto (estudiar). Un requisito para que algo sea causa de un efecto determinado, es que lo preceda temporalmente. Pero en el caso de las

explicaciones teleológicas esto no es problemático. Es posible interpretar el enunciado en cuestión como “Juan estudia a causa de que quiere aprobar el parcial” apelando a la meta consciente de aprobar que tiene Juan, que es anterior a la acción.

Así, las explicaciones teleológicas son reducibles a explicaciones nomológico-deductivas o a inductivo-estadísticas.

Las personas que tienen una meta realizan acciones que
posibilitan conseguir esas metas
Juan tiene la meta de aprobar
Una acción que permite conseguir la meta de estudiar es
aprobar

Juan estudia

Pero no es posible realizar este movimiento con las explicaciones funcionales, puesto que no existe una meta consciente anterior. Cuando se afirma “el corazón late para hacer circular la sangre” no es posible afirmar “el corazón late a causa de hacer circular la sangre”. Pues parece que se están invirtiendo la relación causal. En realidad, la sangre circula a causa de que el corazón late.

Tomemos la explicación funcional que explica la estructura del corazón apelando a su función: bombear sangre. Hempel propone la siguiente estructura para la explicación:

S funciona correctamente en las condiciones C_i y C_e
Si S funciona correctamente en las condiciones C_i y C_e , entonces se cumple N
Si I está presente en S en condiciones C_i y C_e , entonces se
cumple N

 I está presente en S

En donde S sería, por ejemplo, un mamífero, N sería la circulación de la sangre e I sería el corazón. Las condiciones C_i y C_e especifican las condiciones de normalidad o de funcionamiento adecuado. Si simplificamos la forma del razonamiento quitando las condiciones C_i y C_e la estructura sería la siguiente.

$$\begin{array}{l}
 S \\
 S \rightarrow N \\
 I \rightarrow N \\
 \hline
 I
 \end{array}$$

S permite obtener N por un razonamiento válido, pero una vez que tenemos N no podemos inferir I . Pues, se cometería una falacia de afirmación del consecuente. Si, en cambio, la tercera premisa fuese “ $N \rightarrow I$ ”, la inferencia sería válida. Pero, ¿esa inversión del condicional es válida? ¿puede considerarse como verdadera la premisa “si la sangre circula entonces hay un corazón”? Hempel sostiene que no, por lo que llama “el problema de los equivalentes funcionales”. Es posible hacer circular la sangre por otros medios que cumplen esa función, por ejemplo, por medio de un corazón artificial (independientemente de que esto sea tecnológicamente posible en la actualidad).

Esto hace que la tercera premisa no pueda ser interpretada como una condición necesaria y que, por lo tanto, señala Hempel, lleva a que no pueda considerarse a las explicaciones funcionales como un caso explicación nomológico-deductiva con la estructura señalada. Si el problema de los equivalentes funcionales no existiera, entonces, la estrategia de Hempel permitiría eliminar el lenguaje funcional. Pues, el enunciado “la función del corazón es bombear sangre” sería equivalente a la explicación brindada, y en esa explicación no aparece lenguaje funcional (al menos *prima facie*). Ahora, que esta estrategia específica no funcione, no implica que no puedan existir vías alternativas, más sofisticadas, que logren de otro modo lo que Hempel buscaba: dar un equivalente no funcional a la expresión funcional, que se ajuste al modelo de cobertura legal. En las secciones siguientes mostraremos vías alternativas por las cuáles eso podría lograrse.

2. Reducción de la biología funcional a la biología evolutiva

Dentro de la discusión filosófica actual acerca del lenguaje funcional de la biología pueden distinguirse distintos enfoques que pretenden reducir y, por lo tanto, eliminar este lenguaje, apelando a ciertos conceptos fundamentales de la biología evolutiva, en particular, de la teoría de la selección natural. En esta sección examinaremos dos enfoques que pretenden realizar esta eliminación. En la sección 2.1.

veremos el intento de reducir el lenguaje funcional a partir de historias adaptativas, y en la sección 2.2. veremos el intento de reducirlo a una afirmación acerca del *fitness* actual.

2.1. El enfoque etiológico

El primer enfoque eliminativista que veremos es el etiológico. Desde el punto de vista de este enfoque, las atribuciones funcionales de la biología son equivalentes a una afirmación acerca de la *etiología* o la historia causal de la estructura a la cual se atribuye la función. La idea de fondo consiste en transformar la explicación teleológica, que como veíamos en la sección anterior parecería explicar la presencia de una estructura a partir de sus efectos, en una explicación causal adecuada. Pero ¿cómo pueden los efectos convertirse en causas? En el caso de los artefactos, como en el caso de las explicaciones teleológicas hempelianas, se apela a las metas del diseñador. En el caso de los organismos vivos, la solución del enfoque etiológico apela a la historia selectiva de la estructura en cuestión. Desde este punto de vista, las funciones son aquellos efectos *pasados* que fueron seleccionados en los ancestros de los organismos actuales y que, por lo tanto, explican la presencia de tales estructuras en los organismos actuales. De este modo, los efectos pasados pueden constituir una historia causal, y la teleología podría ser eliminada, en principio, de la biología.

Existe cierto consenso en que la propuesta etiológica se origina en los escritos de Larry Wright (1973, 1976). Para Wright, las atribuciones o “adscripciones” funcionales son respuestas a preguntas de tipo “¿cuál es la función de X?”, “¿por qué los Cs tienen Xs?” y “¿Por qué los Xs hacen Y?”. Todas estas preguntas se responderían mediante una adscripción funcional: porque la función de X es hacer Y. Según Wright, esta respuesta explica “cómo la cosa en cuestión llegó ahí” (1973: 156), esto es, su etiología. De este modo, si uno pregunta cuál es la función del corazón, por qué los humanos tenemos corazones, o por qué los corazones bombean sangre, la respuesta de Wright es: porque la función de los corazones es bombear sangre. ¿Cómo puede explicarse la presencia del corazón a partir de su función? Wright entiende que, en el caso de las funciones naturales, el mecanismo por el cual los efectos se vuelven explicativos de la presencia de sus causas es provisto por la teoría de la selección natural (1973: 159).

Las teorías etiológicas han proliferado en la literatura filosófica desde esta propuesta original de Wright (GARSON, 2017; GODFREY-SMITH, 1994; MILLIKAN, 1984, 1989b; NEANDER, 1991a, b). Tal vez la propuesta etiológica más desarrollada sea la ofrecida por Ruth Millikan (1984). Millikan ofrece lo que denomina una teoría de las “funciones propias”, que pretende a aplicar a objetos muy diversos: partes de organismos, comportamientos, artefactos, palabras, costumbres, etc. Si bien la pretensión de generalidad de esta teoría se traduce en un alto grado de abstracción y complejidad difícil de reproducir en unas pocas palabras, la aplicación de esta teoría al ámbito biológico otorga un resultado similar al de la teoría de Wright. Dejando de lado los detalles, lo que afirma esta teoría es que un ítem X posee la función propia F si la realización de F explica por qué los X 's proliferaron en el pasado, y por lo tanto, por qué un ejemplar de X existe actualmente. En el caso de los ítems biológicos, el proceso relevante que explica por qué la realización pasada de F da cuenta de la presencia actual de X es el ofrecido por la teoría de la selección natural (MILLIKAN, 1984: 27). Por lo tanto, bajo esta perspectiva etiológica, la función del corazón es bombear sangre, porque tal es el efecto que fue seleccionado en los ancestros de los organismos actuales, lo cual explica por qué tales organismos poseen corazón.

Existen otros defensores de versiones diferentes en el detalle, pero que comparte el punto centro de reducir la atribución funcional a una historia de adaptación por selección natural (p.e. GARSON 2016; GODFREY-SMITH 1994; NEANDER 1991a, 1991b, entre otros).. En todos los casos, la idea fundamental es mostrar cómo puede reducirse el concepto de *función* al de *adaptación por selección natural*, y la *explicación funcional* a una *explicación selectiva*. Al realizarse esta reducción, se elimina el lenguaje funcional, en tanto se lo define a partir de la idea de *efecto seleccionado*, transformándose la causa *final* aristotélica en la causa *eficiente* de la estructura funcional.

2.2. El enfoque de contribución al *fitness*

A diferencia del enfoque etiológico, el enfoque de contribución al *fitness* no apela a la historia selectiva de la estructura para dar cuenta de su presencia actual, sino

que apela a la noción evolutiva de *fitness*⁴ actual para explicar por qué la estructura funcional continuará estando presente en el futuro. Por ello, estas teorías suelen denominarse “*forward-looking*”, en tanto “miran” hacia adelante en el tiempo, mientras que las teorías etiológicas suelen denominarse “*backward-looking*”, en tanto posan su mirada en el pasado (BIGELOW; PARGETTER 1987; HORAN 1989; GODFREY-SMITH 1994 adoptan explícitamente esta distinción).

Dentro de este enfoque, la idea fundamental es que la noción de “función” es definible en términos de la contribución positiva que realiza el efecto sobre el *fitness* del organismo que porta la estructura o el rasgo con dicho efecto. Así, por ejemplo, el enunciado “la función del corazón es bombear sangre” podría ser traducido como “el bombeo de sangre del corazón contribuye positivamente al *fitness* de los organismos que poseen corazón”. Pero ¿Cómo se determina la contribución que realiza el efecto funcional sobre el *fitness* de los organismos que lo portan? La respuesta general de este enfoque es que se determina realizando una comparación, y aquí existen dos alternativas. Uno compara el *fitness* de los organismos portadores de la estructura funcional con o bien (i) el *fitness* de tales organismos en una situación contrafáctica en la cual dicha función no se desempeña (BIGELOW e PARGETTER, 1987; CANFIELD, 1964) o bien con (ii) el *fitness* de organismos actuales portadores de una estructura o un efecto alternativos (HORAN, 1989; WALSH, 1996).

Por cuestiones de espacio, presentaremos como representativo de la posición el enfoque de John Canfield, aclarando que existen diferencias importantes entre los distintos autores que pueden ser agrupados bajo este conjunto de enfoques. Canfield es uno de los que primero se aproximan al debate funcional con este enfoque (1964). Para Canfield, las explicaciones funcionales o teleológicas se identifican con enunciados funcionales de la forma “la/una función del hígado es secretar bilis”. Este tipo de enunciados no explicarían, a diferencia del enfoque etiológico, la presencia del hígado. Lo que explican, antes bien, es “por qué los animales tienen hígado”, en el sentido de para qué está ahí, o para qué es bueno [*what it is good for*]. Bajo esta perspectiva, la

⁴ La noción de *fitness* es multívoca, y mucho ha sido escrito respecto a su correcta elucidación. Generalmente se sostiene que existen dos usos principales de la noción, el *fitness* ecológico, relacionado con las capacidades del organismo de sobrevivir y reproducirse en la naturaleza, y el *fitness* de la genética de poblaciones (ROSENBERG e BOUCHARD, 2009; GINNOBILI, 2016). Si bien no hay un acuerdo entre la naturaleza de ambos *fitness* ni de las relaciones entre ambos, todo lo que necesitamos aquí es que ambos conceptos son propios de la biología evolutiva y adquieren significado o en la teoría de la selección natural o en la genética de poblaciones.

preocupación principal de Canfield es ofrecer un esquema de traducción para los enunciados funcionales que esté libre de términos teleológicos, tales como “función”, “propósito” y “rol”, es decir, su intención es eliminativista del lenguaje funcional. Dado que entiende que los enunciados funcionales señalan cierto efecto de una estructura que es “útil” para el organismo que la posee, su preocupación se traslada a ofrecer una definición de “utilidad” libre de teleología. Y aquí es donde el *fitness*, entendido como las probabilidades de supervivencia y/o reproducción de cierto tipo de organismo, permite definir –y eliminar– la noción de *función*. Para ello, ofrece un esquema de traducción de los enunciados funcionales en términos no funcionales.

Esquema de traducción: Una función de *I* (en *S*) es hacer *C* significa *I* hace *C* y si, *ceteris paribus*, *C* no fuera hecho en *S*, entonces la probabilidad de que *S* sobreviva o tenga descendencia sería menor que la probabilidad de sobrevivir o dejar descendencia de un *S* en el cual *C* es hecho. (CANFIELD 1964: 292)

Nótese que, en este esquema de traducción, estamos en presencia de una comparación con una situación contrafáctica: *si* la función (*C*) no fuera cumplida (situación contrafáctica), entonces las probabilidades de supervivencia o reproducción de cierto organismo se verían disminuidas, *en comparación con las que posee un organismo que realiza (C)*.

John Bigelow y Robert Pargetter (1987) realizan propuestas similares, y también buscan la eliminación del lenguaje funcional, aunque sus propuestas tengan diferencias en el detalle. Otros autores dentro de este enfoque consideran que la comparación relevante se realiza no sobre una situación contrafáctica, sino sobre variantes actuales de la estructura o el efecto en cuestión. Por ejemplo, Barbara Horan (1989) y Denis Walsh (1996). La razón por la cual todos estos enfoques pueden ser agrupados bajo un mismo rótulo, consiste en que el *fitness* es aquello que permite definir el concepto de función. Bajo esta perspectiva, un efecto es una función si contribuye al *fitness* de los organismos que los poseen, en comparación con organismos hipotéticos (CANFIELD, 1964; BIGELOW; PARGETTER, 1987) o actuales (HORAN, 1989; WALSH, 1996) que no los poseen.

3. Reducción de la biología funcional al análisis sistémico

No todos los intentos reduccionistas pretenden reducir la biología funcional a la biología evolutiva. Dentro de la discusión filosófica acerca del lenguaje funcional en biología, existe un enfoque que define la noción de función como una actividad que, simplemente, ocurre dentro de un sistema, y que explica cómo este sistema realiza cierta (otra) actividad más compleja. Este tipo de explicación fue denominada originalmente “análisis funcional” (CUMMINS, 1975, 1983) y luego modificada dentro de lo que se conoce como “explicación mecanicista” (CRAVER, 2001, 2007; MACHAMER e colab., 2000).

La propuesta sistémica original suele ser identificada con el trabajo de Robert Cummins (1975, 1983). Según Cummins, el “análisis funcional” tiene por objetivo explicar cómo un sistema S posee cierta capacidad Ψ . Tales capacidades son entendidas como disposiciones que exhiben los sistemas a comportarse de cierto modo bajo ciertas circunstancias específicas (CUMMINS, 1983: 18). Lo que se pretende explicar es cómo el sistema posee tal capacidad o disposición Ψ , o bien, por qué las manifestaciones de la disposición son provocadas por tales circunstancias específicas. El análisis funcional ofrece esta explicación apelando a ciertas sub-capacidades, del sistema o de sus partes, cuya manifestación programada resulta en o equivale a Ψ (CUMMINS, 1975: 759). Según Cummins, las manifestaciones de las disposiciones estarían “programadas” cuando están organizadas de una manera que podría ser representada por un programa o un diagrama de flujo, en donde cada “instrucción” del programa o cada “caja” del diagrama especificaría la manifestación de una sub-disposición, de tal manera que, si el programa es ejecutado (o el diagrama seguido), S manifestaría la disposición analizada Ψ (CUMMINS, 1983: 28).

Desde el punto de vista de Cummins, las capacidades que son funciones son aquellas sub-capacidades analizantes φ que figuran en un análisis funcional adecuado, en donde la adecuación del análisis funcional es relativa a la medida en la que satisface una serie de requisitos:

- (i) Las capacidades analizantes φ deben ser menos *sofisticadas* que la capacidad analizada Ψ .
- (i) Las capacidades analizantes φ deben ser *diferentes en clase* que la capacidad analizada Ψ .

- (ii) La manifestación programada de las capacidades analizantes debe ser relativamente sofisticada, en relación con la diferencia en sofisticación y en clase entre las capacidades analizantes y la analizada (CUMMINS, 1983: 30).

De manera general, entonces, “la función de x es hacer φ en S ” se traduciría como:

- (i) x tiene la capacidad φ en S .
 (ii) Existe un análisis funcional adecuado que da cuenta de la capacidad ψ de S , en parte, a partir de la capacidad φ de x . (CUMMINS, 1975: 762)

Posteriormente, estas condiciones de adecuación para el análisis funcional han sido consideradas excesivamente imprecisas, en tanto no especifican qué significa que las propiedades analizantes deban ser “menos sofisticadas” o “diferentes en clase” respecto de la propiedad analizada, o qué significa que su manifestación deba ser “programada” mediante un programa relativamente sofisticado. Propuestas sistémicas posteriores (CRAVER, 2001, 2007; DAVIES, 2001) han intentado suplir esta falencia a partir de restricciones sobre el tipo de sistema al cual la teoría se aplica adecuadamente, dejando a los criterios de Cummins como meros síntomas o consecuencias una explicación sistémica adecuada.

En esta dirección se orientan los autores denominados “mecanicistas”. Para el mecanicismo, la atribución funcional se da en el contexto de una descripción adecuada del mecanismo subyacente al fenómeno Ψ : “las funciones deben ser entendidas en términos de las actividades en virtud de las cuales las entidades contribuyen a las operaciones de un mecanismo” (MACHAMER e colab., 2000). Aquí, las funciones deben ser entendidas como aquellas actividades de las partes componentes de los mecanismos que contribuyen a la capacidad del mecanismo como un todo (CRAVER, 2001: 61).

En definitiva, dentro del enfoque sistémico la noción de función se reduce a una sub-capacidad de un sistema, o de una parte de un sistema, que permite explicar cómo o por qué el sistema exhibe cierto comportamiento bajo ciertas circunstancias. Si el sistema es entendido como un mecanismo, el análisis sistémico da lugar a una descripción de las partes, actividades, y modo de organización de dicho mecanismo, y atribuye funciones a las partes en virtud de su contribución a cierta capacidad que posee el mecanismo como un todo.

4. Atribución funcional y biología evolutiva

Sin dudas Darwin hizo algo con la biología funcional, pero ¿qué? Según los autores presentados en la sección 2, Darwin habría justificado el lenguaje funcional al mostrar que es reemplazable por lenguaje no funcional de la biología evolutiva. ¿Es adecuada esta perspectiva?

Con motivo de responder a esta pregunta, veamos lo que de hecho Darwin hizo con la biología funcional. Si bien antes que Darwin no había un enfoque unificado entre los naturalistas (la imagen predarwiniana de la historia natural bien podría caracterizarse kuhnianamente como “preparadigmática”). Comparemos, de todos modos, las ideas darwinianas con las propuestas de uno de esos enfoques predarwinianos, elegido muchas veces por el mismo Darwin como contrapunto a sus posiciones: la teología natural (KIRBY, 1836; PALEY, 1809).

Para los teólogos naturales, los organismos son artefactos. La adquisición de los objetivos que persiguen los rasgos de los organismos vivos depende del diseñador que los creó. Tales objetivos biológicos (no conscientes, o inconscientes) se reducen a los objetivos conscientes de tal diseñador. Los teólogos naturales tenían un doble interés en sus investigaciones, conocer la naturaleza, y en el mismo movimiento, conocer la mente del creador (así como mostrar su existencia). Esto tenía una implicancia todavía más relevante para nuestra discusión. Los objetivos del diseñador para los rasgos específicos de los organismos, para los organismos mismos y para objetos naturales no vivos del mundo, se supeditaban al plan de creación general. El mundo mismo era un gran artefacto cuyo funcionamiento dependía de que cada una de las partes componentes hiciera lo que le correspondía de manera armónica con el todo. De ahí, que los teólogos naturales compartieran con otros naturalistas de la época (creacionistas o no) la idea de la economía de la naturaleza (CAPONI, 2011; GINNOBILI, 2013, 2014; LIMOGES, 1972). Los rasgos de los organismos tenían metas que muchas veces iban en beneficio de otros organismos o del sistema como un todo.

Cómo es bien sabido, la teoría de la selección natural le brindó a Darwin la posibilidad de explicar cómo los rasgos adquirirían nuevas funciones, o cómo incrementaban la efectividad con la que una función previamente adquirida se realizaba (es decir, le permitía explicar la adaptación de los organismos al medio), sin necesidad

de apelar a un diseñador inteligente, y respetando el uniformismo de Lyell. Los organismos, en el mundo darwiniano, dejaron de ser artefactos. Lo que suele resultar inadvertido, es que dado que la selección natural opera en beneficio del portador del rasgo, a través del incremento del éxito reproductivo, la selección natural no podría explicar la adquisición de rasgos funcionales que tuvieran un rol altruista en un sistema más amplio.

Así, Paley atribuye a los frutos la función de alimentar a los animales (PALEY, 1809); atribuye a las plantas la función de purificar el aire (PALEY, 1809); a las flores le atribuye la función de embellecer la creación, a veces como un fin en sí mismo (PALEY, 1809), etc. Esto implicó para Darwin un trabajo descomunal. Debió modificar la biología funcional previa, de modo que todas las funciones de los rasgos de los organismos se relacionaran con la supervivencia y reproducción del portador. El ejemplo más formidable de tal tarea lo constituye la demostración de que la función de las flores no es embellecer el mundo, sino atraer polinizadores para evitar los efectos indeseados de la endogamia (DARWIN, 1861, 1876, 1877a, b).

Darwin no sólo consolidó la biología evolutiva, sino que, además, revolucionó la biología funcional previa. Resulta interesante señalar, que una razón por la cual esta revolución (que es de las más influyentes, indiscutibles y ubicuas de las varias novedades darwinianas) haya resultado inadvertida, podría constituir la justificación, la falta de reconocimiento del lugar central que el lenguaje funcional tiene en la biología.

Una vez que uno resalta este punto, y el modo en que la biología evolutiva darwiniana afectó a la biología funcional, entonces, puede entenderse por qué algunos consideran que la biología funcional se reduce a la biología evolutiva (de alguno de los modos señalados en la sección 2 de este trabajo), y por qué algunos han sostenido la ceguera en la que caería la biología sin la luz de la evolución (DOBZHANSKY, 1973).

Habiendo señalado la relevancia que la biología evolutiva tiene y ha tenido en la biología funcional, pasemos a lo que nos ocupa en este trabajo ¿permite la biología evolutiva, reducir el lenguaje de la biología funcional? Para que la teoría de la selección natural permitiera definir explícitamente al lenguaje funcional, tanto en el modo histórico, como el señalado en la sección 2.1 como del modo ahistórico, como el señalado en la sección 2.2, debería estar por detrás de toda atribución específica de funciones. Que en algún caso específico pudiera atribuirse una función desde la teoría

de la selección natural no alcanzaría, por supuesto, para realizar la reducción. Cada vez que un biólogo utilizara de manera adecuada (desde el punto de vista científico) un enunciado con una atribución funcional, éste debería poder traducirse a un enunciado acerca de la teoría de la selección natural. Los criterios de determinación para la atribución funcional debieran ser suplantados, en consecuencia, por criterios los de aplicación brindados por la teoría de la selección natural (ya sea en el modo del enfoque etiológico o en el modo del enfoque de contribución al *fitness*).

Existen muchas críticas generales y conceptuales a la capacidad tales enfoques de realizare esta tarea (AMUNDSON e LAUDER, 1994; CAPONI, 2010, 2012, 2013; DAVIES, 2001; GINNOBILI, 2009; NUNES-NETO e colab., 2014; NUNES-NETO e EL-HANI, 2009; WOUTERS, 2003), aquí sólo señalaremos la que consideramos más fuerte: no logra dar cuenta de cómo los científicos atribuyen funciones. Esto implica entender la discusión acerca del lenguaje funcional como una discusión respecto al mejor modo de elucidar los conceptos funcionales que de hecho utilizan los biólogos. Carnap propone tres criterios diferentes para evaluar el grado de adecuación de una elucidación: una buena elucidación de un concepto debe ser lo más exacta y precisa posible, debe ser fructífera y debe recoger los casos no dudosos de aplicación de un concepto (CARNAP, 1950, p. 3–15). El criterio al que apelaremos aquí es el tercero. Si se presupone de manera general uno de los enfoques que pretenden dar cuenta de cómo se atribuyen funciones apelando a la biología evolutiva, entonces, casos de atribuciones funcionales que son indiscutibles desde el punto de vista científico, serían inadecuados, por no haber apelado en absoluto a la biología evolutiva.

Comencemos por el ejemplo ya mencionado. ¿Apeló Darwin a la biología evolutiva para convencer a sus contemporáneos de que las funciones de las flores tenían que ver con favorecer la fecundación cruzada? La respuesta es, obviamente, que no. Pues, sus contemporáneos no aceptaban la biología evolutiva que proponía, y el cambio en la biología funcional era condición de posibilidad de que fuese aceptable. Qué hizo en cambio, Darwin, en sus textos al respecto. Recopiló evidencia experimental que mostraba que las estructuras florales tenían este efecto, mostró evidencia experimental de que en algunos casos el efecto en cuestión no se producía si se eliminaban las partes relevantes de la estructura floral, mostró que el fenómeno era ubicuo en todo el reino vegetal, mostró las diversas estratagemas que las plantas seguían para que se cumpla ese efecto relevante, mostró que la endogamia era perjudicial en general (aunque no pudiera

explicar por qué). Ninguna de estas evidencias brinda condiciones necesarias o suficientes, y por eso, apela de manera generalizada a todas ellas.

Por supuesto, podría señalarse que este es un caso peculiar de atribución funcional, definido por la posición peculiar en la que Darwin se encontraba y por el hecho de que sus contemporáneos debían ser convencidos de su enfoque. Sin embargo, puede mostrarse que lo mismo ocurre en la biología actual. Por razones de espacio brindaremos algunos ejemplos específicos, aclarando de que este análisis puede extrapolarse a casi cualquier ejemplo de discusión en el marco de la atribución funcional.

Tomemos como ejemplo el caso de los ocelos de las mariposas. Los ocelos suelen ser descritos como marcas circulares simétricas sobre el cuerpo de los animales (no sólo existen en las mariposas), a menudo compuestas por aros concéntricos y de colores altamente contrastantes con el área corporal circundante (STEVENS, 2005). ¿Qué funciones podrían tener estas estructuras? En la literatura científica, existe cierto consenso en que los ocelos tienen una función antipredatoria, aunque también podrían tener un rol en la atracción de parejas (ej. (BREUKER e BRAKEFIELD, 2002). En cuanto a su función antipredatoria, existen dos hipótesis principales acerca de qué función específica cumplen (BLEST, 1957; KODANDARAMAIAH, 2011; STEVENS, 2005; STEVENS e RUXTON, 2014; TINBERGEN, 1958).

De un lado, la hipótesis de intimidación, sostiene que los ocelos tienen como función desalentar a los predadores de iniciar un ataque. Su naturaleza intimidatoria puede ser explicada apelando o bien a que mimetizan los ojos de los predadores del propio predador, o bien a que son señales conspicuas que intimidan a los predadores inexpertos, apelando así al concepto de “neofobia”. Del otro lado, la hipótesis de deflexión, sostiene que los ocelos tienen como función desviar el ataque de los predadores hacia regiones no vitales del cuerpo, operando incluso como una “segunda cabeza” distractora (ROBBINS, 1980, 1981; SOURAKOV, 2013; TINBERGEN, 1958; TONNER e colab., 1993). ¿Qué evidencia utilizaron los científicos para apoyar estas hipótesis?

Para probar la hipótesis de intimidación por imitación de ojos, lo que se ha intentado mostrar, de manera general, es que las características de los ocelos que se asemejan a los ojos de los vertebrados son aquellas que provocan respuestas de escape

en los predadores de las mariposas. Por ejemplo, en una serie de experimentos, Blest (1957) presentó a un grupo de pájaros (*Emberiza sulphurata*) distintos modelos artificiales de ocelos, mostrando que las figuras con círculos concéntricos, con un desplazamiento del elemento concéntrico hacia un lado de la figura, y otras características “para sugerir solidez” (BLEST, 1957: 240), eran más efectivos que otros modelos para generar la respuesta de escape. En una serie de experimentos más recientes, Blut, Wilbrandt, Fels, Girgel, & Lunau (2012) mostraron que una pequeña área “iluminada” de los ocelos naturales podría funcionar simulando el reflejo que infringe el impacto de la luz sobre la córnea de los vertebrados. En estos experimentos, se midió la tasa de supervivencia de dos modelos artificiales de lepidópteros cuya única diferencia residía en la posición angular del área iluminada del ocelo. Los resultados indicaron que el modelo con el área iluminada en su posición natural obtuvo una mayor tasa de supervivencia que el modelo con el área iluminada en una posición no natural. De manera similar, De Bona, Valkonen, López-Sepulcre, & Mappes (2015) presentaron imágenes naturales y manipuladas de mariposas búho (*Caligo martia*) a pájaros carboneros (*Parus major*), y registraron las respuestas de estos últimos. En las imágenes manipuladas, se revirtieron los colores internos de los ocelos, reduciendo su similitud con los ojos vertebrados pero manteniendo el mismo contraste de color. También se utilizaron imágenes manipuladas en las cuales se eliminaron completamente los ocelos. En el estudio, se comparó la respuesta de los pájaros carboneros ante las imágenes naturales y las manipuladas. Asimismo, se testeó la reacción del carbonero ante la imagen de los ojos de los búhos reales y ante la imagen de búhos con los ojos removidos. El resultado de este estudio mostró que las imágenes de ocelos naturales fueron más efectivas en provocar respuestas aversivas en los carboneros que las de ocelos modificados o ausentes. Más aún, las imágenes de los ojos de los búhos reales provocaron respuestas de aversión más fuertes que las imágenes con los ojos removidos, mostrando la importancia de esta característica para los pájaros carboneros para reconocer a sus predadores.

Por otra parte, la hipótesis de intimidación alternativa afirma que la naturaleza intimidatoria de los ocelos se origina en que son señales conspicuas o sobresalientes que promueven reacciones neofóbicas en los predadores (MARPLES e colab., 2007; MARPLES e KELLY, 1999). Para probar esta hipótesis, suele intentarse mostrar que son las características sobresalientes de los ocelos, y no su parecido con los ojos de los

vertebrados, las que generan respuestas de aversión en los predadores de las mariposas. Por ejemplo, en un estudio de campo, Stevens et al. (2007) mostraron que los modelos de mariposas con ocelos con mayor contraste visual (blanco y negro) en relación a un fondo gris sobrevivían más que los que tenían un menor contraste (gris oscuro y claro), independientemente del arreglo de los colores contrastantes (los colores correspondientes al centro y a la periferia). En otro estudio de campo, Stevens, Hardman, and Stubbins (2008) compararon la tasa de predación de modelos artificiales de mariposas con ocelos diferentes en tamaño, número y forma. El resultado de estos experimentos mostró, en contra de la hipótesis de mimetismo, que todos los patrones de forma (circulares, triangulares y romboidales) fueron igualmente efectivos en evitar la predación, y el desplazamiento del elemento concéntrico no tenía ningún efecto sobre ello. Asimismo, los pares de ocelos no fueron más efectivos que otras cantidades de ocelos (uno o tres) en la evitación de la predación (vs. Hipótesis de mimetismo), pero los ocelos de mayor número y tamaño sí fueron más efectivos (a favor de la hipótesis de señal conspicua). Por último, Stevens et al. (2009) mostraron, contra la hipótesis de mimetismo, que ni las orientaciones de los ocelos (horizontales vs. verticales) ni los colores contrastantes (rojo o azul vs. amarillo) generaron diferencias en la tasa de predación.

Contrariamente a la hipótesis de intimidación (tanto por mimetismo de ojos como por conspicuidad de la señal), la hipótesis de deflexión sostiene que la función de los ocelos es dirigir el ataque del predador hacia zonas no letales del cuerpo de la presa. Para probar esta hipótesis funcional, lo que se intenta mostrar, en general, es que los ocelos producen un desvío en el ataque, en donde las marcas en forma de V sobre o alrededor de los ocelos suelen ser consideradas como evidencia de la función deflectora del ocelo, en tanto se las interpreta como marcas de ataques de aves fallidos (EDMUNDS, 1974; ROBBINS, 1980; STEVENS, 2005). Así, por ejemplo, en un experimento diseñado para probar esta hipótesis, Blest (1957) pintó ocelos en gusanos de harina, y contó el número de picotazos en las marcas y en las zonas sin marcar, mostrando que el mayor número de picotazos fue dirigido hacia las marcas. Olofsson et al. (2010) probaron la capacidad deflectora de los ocelos bajo diferentes condiciones de luz ambiental, presentando cadáveres de mariposas (*Lopinga achine*) a ciertos predadores (*Cyanistes caeruleus*) y registrando la zona del ataque mediante cámaras de video. Los resultados indicaron que, bajo condiciones de alta intensidad de luz, todos

los pájaros decapitaron rápidamente a las mariposas o las agarraron justo desde atrás de la cabeza. Pero, bajo condiciones de baja intensidad de luz, la mayoría de los ataques fueron desviados hacia los focos de los ocelos. En virtud de estos resultados, los autores sugieren que estas manchas podrían ser efectivas en su función deflectora durante el amanecer, cuando las mariposas están en su periodo de descanso y los predadores están comenzando su jornada de forrajeo.

Con un enfoque diferente, Hill and Vaca (2004) predijeron que, si la hipótesis de deflexión es verdadera, entonces las zonas manchadas de las alas deberían romperse fácilmente, aumentando la probabilidad de escape de la presa ante el ataque de un predador. En su estudio, compararon el peso de rotura de las zonas del ala manchadas (*P. astyoche*) con el peso de rotura de las zonas homólogas de las alas no manchadas de especies cercanas (*P. lamia* y *P. lena*). El resultado indicó que los pesos de rotura de las alas manchadas fueron más bajos que los de las alas no manchadas, favoreciendo así la hipótesis de deflexión.

Nótese que, en el caso de los ocelos, la evidencia utilizada para probar las hipótesis funcionales es fundamentalmente experimental. Si bien es posible pensar que esta característica es una peculiaridad del caso de estudio, y no una norma de la biología funcional, los casos que la exhiben pueden ser multiplicados fácilmente.

Nos hemos adentrado en una discusión típica en el marco de la biología funcional, la función de los ocelos, para mostrar cómo, el tipo de evidencia relevante para la atribución funcional no suele ser evolutiva. Por supuesto, esto no implica que en ciertos casos específicos no pueda apelarse a la biología evolutiva para dirimir una disputa respecto a una atribución funcional, pero sí implica que la apelación a la biología evolutiva no siempre está en juego. El tipo de discusión en la biología funcional actual no es diferente del tipo de discusión llevado adelante por Darwin respecto a la función de las flores. Principalmente se acude a evidencia experimental, que permite determinar si el rasgo es necesario para el cumplimiento de la función, y si la posesión del rasgo es suficiente para la ocurrencia del efecto pretendido. Cómo ocurría con las investigaciones de Darwin, ninguna de estas evidencias es necesaria y suficiente para la atribución funcional, pero es en base a tales evidencias que la atribución funcional se realiza.

Habiendo visto que difícilmente el lenguaje funcional pueda ser definido y reemplazado por el lenguaje de la biología evolutiva, pasemos ahora a examinar la opción eliminativista del enfoque sistémico.

5. Atribución funcional y análisis sistémico

Como veíamos, existe otra opción eliminativista del lenguaje funcional, la del análisis sistémico. En este caso, por no apelar a una reducción de dicho lenguaje a la biología evolutiva, no se le aplican los problemas señalados en la sección anterior. Bajo este enfoque la atribución funcional es independiente de la teoría de la selección natural. Además, como veremos, es consistente con las prácticas reduccionistas en áreas de la biología en donde se buscan mecanismos subyacentes a nivel fisiológico, celular y molecular (fisiología, biología celular y molecular, neurobiología, neuropsicología, neuroetología, etc.). Pero ¿es adecuado para dar cuenta de cómo funciona toda atribución funcional en biología?

Una objeción recurrente al enfoque sistémico es que no puede dar cuenta de la distinción entre funciones y meros efectos secundarios (WOUTERS, 2005a) lo cual ha llevado a muchos autores a formular objeciones que apuntan a cierta promiscuidad en la adscripción de funciones que permitiría el enfoque. La idea principal de esta objeción es que, aplicando el análisis, uno podría atribuir funciones a partes de sistemas que intuitivamente uno no diría que tienen funciones, o que no tienen la función identificada por el análisis. Así, por ejemplo, uno podría decir que la función de las nubes es hacer llover (MILLIKAN, 1989: 294) (y así explicar el ciclo del agua), o que la función de cierto tumor es ejercer presión sobre cierta arteria cerebral (y así explicar la capacidad del organismo de morir de cáncer) (NEANDER, 1991a: 181). Este problema parece depender de la elección de la capacidad *explanandum* a la que se aplica el análisis y para la cual uno espera encontrar un mecanismo y atribuir las respectivas funciones sistémicas.

Un caso clásico de la neuroetología nos permite ilustrar esta cuestión. Jorg-Peter Ewert y colaboradores (recopilado en EWERT, 1974; EWERT, 1987; SIMMONS e YOUNG, 2010) desarrollaron una investigación sobre las bases neurales del comportamiento guiado visualmente en los anuros (anfibios). Su sistema modelo fueron los sapos comunes (*Bufo bufo*), elegidos debido a su repertorio conductual limitado cuyas “funciones comportamentales innatas” no variaban fácilmente por

condicionamiento u otras formas de aprendizaje. A él le interesaba examinar las bases neurales de un comportamiento con una función específica: la captura de presas. Ewert analizó este comportamiento en una serie de reacciones: orientación hacia la presa, fijación binocular, mordida, deglución y, finalmente, limpieza bucal. Esta cadena de reacciones depende, en gran medida, de la identificación del estímulo como una presa cuando éste aparece en su campo visual. Por lo tanto, la primera pregunta abordada por Ewert fue ¿qué características del estímulo son la clave para la identificación de la presa?

Los sapos se alimentan naturalmente de lombrices, babosas, milpiés, escarabajos y otros invertebrados pequeños. Utilizando distintos esquemas experimentales con *dummies* de distintas características, Ewert pudo determinar qué características del estímulo son las que utiliza el sapo para identificar a sus presas. Los estímulos clave están caracterizados por ciertas propiedades configuracionales, es decir, por ciertas características con una relación interna particular. Los estímulos –de hasta cierto tamaño– con la “configuración de lombriz”, esto es, las formas elongadas o rectangulares que se movían en la dirección de su eje largo obtuvieron la máxima respuesta de orientación, mientras que los estímulos con “configuración de no-lombriz”, esto es, aquellos elongados moviéndose en dirección perpendicular a su eje largo, obtuvieron, contrariamente, respuestas de aversión o de escape. La siguiente pregunta es cómo esta distinción es realizada a nivel neurofisiológico.

Utilizando técnicas de registro, estimulación intracelular y ablación experimental en diferentes niveles del sistema visual, Ewert y compañía pudieron establecer ciertas características del mecanismo subyacente (o “mecanismo disparador”) a la detección de presas en los sapos. Como en todos los vertebrados, el procesamiento visual de la información en los anuros comienza en la retina. Desde aquí, la información visual es comunicada, a través del nervio óptico, con dos estructuras cerebrales: el tectum óptico y el tálamo. Aquí es donde parece estar localizado el mecanismo para la detección de presas.

Por una parte, en el tectum óptico parece estar localizado el “sistema disparador” de la respuesta de captura de presas, en tanto aquí se hallaron dos tipos de neuronas sensibles a la “configuración de lombriz” que es relevante conductualmente. Las neuronas tectales T5(1) son activadas principalmente si un objeto que se mueve en su campo receptivo se extiende en la dirección del movimiento (si posee la “configuración

de lombriz”), pero también, en menor medida, si el objeto se mueve en forma perpendicular a la dirección del movimiento (si posee la “configuración de no-lombriz”). Sin embargo, las neuronas tectales T5(2) exhiben un perfil de respuesta que se corresponde exactamente con el exhibido por los animales en los experimentos conductuales: la elongación del objeto en la dirección del movimiento resulta en un gradual incremento de la respuesta, mientras que la elongación del objeto en dirección perpendicular al movimiento resulta en un decrecimiento de la respuesta. Más aún, la estimulación eléctrica del tectum provocó que el animal exhibiera ciertas reacciones asociadas a la captura de presas: orientación de la cabeza, mordida y engullido. Cuando la estimulación provocó la respuesta de orientación, ésta fue dirigida hacia la parte del campo visual que correspondía al campo receptivo de la neurona estimulada.

El otro destino de las fibras de la retina es el tálamo, donde parece estar localizado el “sistema de precaución”. Esta área es activada, crucialmente, si los estímulos se extienden perpendicularmente a la dirección del movimiento, esto es, por la “configuración de no-lombriz”. Su estimulación causa movimientos de resguardo, tales como el cierre de los párpados, el agachado y el alejamiento. Ewert y compañía creen que las neuronas TH3 halladas en esta región funcionan inhibiendo a las neuronas tectales T5(2). En efecto, la estimulación de TH3 tiene como correlato la inhibición de la respuesta de las neuronas tectales T5(2) a objetos en movimiento, y la ablación experimental de la región produce que el comportamiento de captura de presas se produzca en presencia de cualquier objeto en movimiento, y no sólo ante la “configuración de lombriz”.

Estos hallazgos sugirieron que el mecanismo para detectar presas está compuesto por la actividad de las neuronas T5(1), T5(2) y TH3. Las neuronas T5(2) recibirían inputs excitatorios de T5(1), e inputs inhibitorios de TH3. La fuerte respuesta de T5(1) a la “configuración de lombriz”, y la respuesta pobre de TH3 ante este estímulo, resultaría en una fuerte respuesta de las neuronas T5(2) ante esta configuración. Contrariamente, la respuesta pobre de T5(1) a la “configuración de no-lombriz”, más la respuesta inhibitoria de TH3 ante esta configuración, resultarían en la respuesta pobre exhibida por T5(2) ante esta configuración.

En este caso es posible observar cómo, en el orden de la investigación, la identificación de la función del comportamiento (la captura de presas) fue realizada previamente a la aplicación del análisis funcional que estableció el mecanismo neural

subyacente a la identificación de las presas y atribuyó roles funcionales a las partes de dicho mecanismo. Pero, además, la aplicación del análisis funcional a una capacidad *explanandum* funcional (la distinción entre presas y no-presas) es aquello que permitió su aplicación de una forma no promiscua. Los efectos relevantes de las partes (el tectum óptico, el tálamo, y las neuronas respectivas) que figuran en el mecanismo subyacente son aquellos que se correlacionan con la capacidad funcional del organismo de identificar a sus presas. Y esto es lo que se constata cuando se realizan experimentos de registro, estimulación y ablación experimental. Como ya se ha sugerido (véase, por ejemplo, GARSON 2013, 2017), el problema de la promiscuidad del enfoque se evita de hecho en la investigación científica apelando a una capacidad previamente identificada como la función biológica del rasgo bajo investigación.

Esto tiene dos consecuencias, por un lado, el análisis sistémico, y sus vertientes mecanicistas, parecen dar cuenta adecuadamente de ciertas prácticas en ciertas áreas, como en el caso presentado. Por otro lado, la aplicación no promiscua del análisis funcional requiere de la identificación de una función biológica previa al análisis. En consecuencia, será necesario ofrecer una noción de función que sea independiente de éste.

6. Conclusiones

Pocas discusiones en la filosofía de la biología han ocupado tanto espacio como la que existe respecto a la naturaleza del lenguaje funcional y de la explicación funcional. Probablemente siguiendo la actitud frecuente entre biólogos, de considerar que el lenguaje funcional es solo un modo de hablar, los enfoques principales en el marco de la filosofía de la biología acuerdan en un único punto, el lenguaje funcional es eliminable, es decir, es reemplazable por lenguaje que no es funcional. El acuerdo termina allí, cuál es el lenguaje reductor, y el modo específico en el que se lleva adelante la reducción varía de enfoque en enfoque. En este trabajo hemos examinado los principales enfoques eliminativistas, intentando mostrar que ninguno de ellos da cuenta apropiadamente de la práctica científica. Hemos apelado para ello a ciertos ejemplos paradigmáticos, cuyas características son fácilmente extrapolables a muchos otros ejemplos. En este sentido el trabajo es principalmente crítico, pues, muestra que los principales enfoques eliminativistas no dan cuenta de la práctica científica de manera adecuada. Esto por supuesto, no implica que no pueda ofrecerse un enfoque eliminativista adecuado. Sin embargo, implica una ventaja relativa, en cuanto a

capacidad de elucidar adecuadamente el lenguaje funcional, a favor de los enfoques no eliminativistas existentes. Existen varios enfoques que no tienen tales pretensiones eliminativistas. Por ejemplo, el enfoque de Wouters (WOUTERS, 2005b, 2007), que considera que las explicaciones funcionales o “de diseño” dan cuenta de por qué la estructura y la actividad de cierta parte del organismo es como es, mostrando por qué es más ventajosa que cierta alternativa hipotética, dadas ciertas constricciones (físicas, metabólicas, etc.), en donde la ventaja “refiere a la capacidad del organismo de mantenerse vivo (esto es, mantenerse a sí mismo, crecer, desarrollarse y producir descendencia)” (WOUTERS 2007). Otra opción no eliminativista, consistiría en tratar al lenguaje funcional como se trata al lenguaje de otras áreas de la biología u otras disciplinas, cuyos criterios de aplicación vienen dados por teorías. La idea bajo este enfoque consiste en que para entender el modo en que se realiza la atribución funcional hay que reconstruir y explicitar una teoría, *la teoría funcional biológica*, que brindaría los criterios de aplicación de los conceptos funcionales. Los conceptos funcionales serían conceptos teóricos, en el mismo sentido en que lo serían los conceptos de otras teorías científicas (GINNOBILI 2011; OLMOS 2017: 145-148). Finalmente existen otros enfoques que, a diferencia del enfoque sistémico y los que elucidan el lenguaje funcional a partir de la biología evolutiva, podrían ser interpretados como no eliminativistas (o al menos, puede sostenerse que no son constitutivamente eliminativistas). Por ejemplo, el enfoque de contribución a un objetivo, tal como es pensado por alguno de sus defensores (BOORSE, 2002) –Nagel, quien propuso originalmente el enfoque, sí era eliminativista, porque consideraba que todo enunciado funcional era equivalente a uno no funcional (NAGEL, 1961, p. 403)–. Algo semejante podría afirmarse del enfoque organizacional (MOSSIO e colab., 2009; NUNES-NETO e colab., 2014). En ambos casos se lidia con la promiscuidad del enfoque sistémico apelando a criterios no evolucionistas, que podrían ser peculiares de la biología funcional.

Finalmente, es interesante señalar que los enfoques que hemos examinado, y criticado, en este trabajo, no son completamente inadecuados, sino que fallan si se considera que su pretensión es dar cuenta de todo uso de lenguaje funcional en la biología, es decir, si se los considera como intentando reducir el lenguaje funcional utilizado en biología de manera completa. Así, por ejemplo, sería posible pensar que el enfoque etiológico permite dar cuenta de la idea de función evolutiva de un rasgo (GINNOBILI, 2009; GODFREY-SMITH, 1993; MILLIKAN, 1989a; WALSH e

ARIEW, 1996). El enfoque sistémico, sobre todo en su versión mecanicista, permite dar cuenta del modo en que se trabaja en ciertas áreas, como la neuroetología, en a que se intenta encontrar el mecanismo neural por detrás de las conductas (OLMOS, 2017, p. 148–156). También, incluso, podría ser relevante para dar cuenta de uno de los tipos de evidencia a partir de las cuales se realiza la atribución funcional en áreas como la etología, a través de la apelación a etogramas (OLMOS, 2017, p. 129–131).

Nuestra crítica a tales enfoques es su pretensión explícita de dar cuenta del lenguaje funcional mostrando su eliminabilidad. Este tipo de estrategia, por ser inadecuada para dar cuenta del modo en que el lenguaje funcional es utilizado en la biología, es incapaz legitimar la biología funcional. Todo lo contrario, profundiza la división entre lo que se dice que se hace y lo que se hace de hecho, al reforzar la idea errónea presente a veces en el habla de los biólogos, pero no presupuesta en su práctica, de que el lenguaje funcional no es más que un modo de hablar.

Bibliografía:

AMUNDSON, Ron e LAUDER, George V. Function without purpose: The uses of causal role function in evolutionary biology. **Biology & Philosophy**, v. 9, p. 443–469, 1994.

ARISTÓTELES. **Física**, Madrid: Gredos, 1995.

BIGELOW, John e PARGETTER, Robert. Functions. **The Journal of Philosophy**, v. 84, n. 4, p. 181–196, 1987.

BLEST, A. D. The Function of Eyespot Patterns in the Lepidoptera. **Behaviour**, v. 11, n. 2, p. 209–256, 1957.

BLUT, C. e colab. The “sparkle” in fake eyes - the protective effect of mimic eyespots in lepidoptera. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 143, p. 231–244, 2012.

BOORSE, Christopher. A Rebuttal on Functions. ARIEW, A.; CUMMINS, R.; PERLMAN, M. (Org.). **Functions - New Essays int the Philosophy of Psychology and Biology**. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 63–112.

BREUKER, C. J. e BRAKEFIELD, P. M. Female choice depends on size but not

symmetry of dorsal eyespots in the butterfly *Bicyclus anynana*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 269, n. 1497, p. 1233–1239, 2002.

CANFIELD, John. Teleological Explanation in Biology. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 14, n. 56, p. 285–295, 1964.

CAPONI, Gustavo. Análisis funcionales y explicaciones seleccionales en biología. Una crítica de la concepción etiológica del concepto de función. *Ideas y Valores*, n. 143, p. 51–72, 2010.

CAPONI, Gustavo. **Função e desenho na biologia contemporânea**. São Paulo: editora 34, 2012.

CAPONI, Gustavo. **La segunda agenda darwiniana. Contribución preliminar a una historia del programa adaptacionista**. México: Centro de estudios filosóficos, políticos y sociales Vicente Lombardo Toledano, 2011.

CAPONI, Gustavo. Teleología Naturalizada: Los conceptos de función, aptitud y adaptación en la Teoría de la Selección Natural. *Theoria*, v. 76, p. 97–114, 2013.

CARNAP, Rudolf. **Logical Foundations of Probability**. Chicago: University of Chicago Press, 1950.

CRAVER, Carl. **Explaining the Brain**. Oxford: [s.n.], 2007.

CRAVER, Carl. **Role Functions, Mechanisms, and Hierarchy**. v. 68, n. 1, p. 53–74, 2001.

CUMMINS, Robert. Functional Analysis. *Journal of Philosophy*, v. 72, p. 741–764, 1975.

CUMMINS, Robert. **The Nature of Psychological Explanation**. Cambridge: [s.n.], 1983.

DARWIN, Charles R. On the two forms, or dimorphic condition, in the species of *Primula*, and on their remarkable sexual relations. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London (Botany)*, v. VI, p. 77–96, 1861.

DARWIN, Charles R. **The different forms of flowers on plants of the same species**. London: John Murray, 1877a.

DARWIN, Charles R. **The effects of cross and self fertilisation in the vegetable**

kingdom. London: John Murray, 1876.

DARWIN, Charles R. **The Various Contrivances by which Orchids are Fertilised by Insects.** [S.l: s.n.], 1877b

DAVIES, Paul Sheldon. **Norms of Nature.** Cambridge: The MIT Press, 2001.

DE BONA, Sebastiano e colab. Predator mimicry, not conspicuousness, explains the efficacy of butterfly eyespots. **Proceedings of the royal society B**, v. 282, p. 202, 2015.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125–129, 1973.

EDMUNDS, Malcolm. Significance of Beak Marks on Butterfly Wings. **Oikos**, v. 25, n. 1, p. 117–118, 1974.

EWERT, J P. The neural basis of visually guided behavior. **Scientific American**, v. 230, n. 3, p. 34–42, 1974.

EWERT, Jörg-Peter. Neuroethology of releasing mechanisms: Prey-catching in toads. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 10, n. 3, p. 337, 1987.

GARSON, Justin. A generalized selected effects theory of function. **Philosophy of Science**, v. 84, p. 523–543, 2017.

GINNOBILI, Santiago. Adaptación y función. **Ludus Vitalis**, v. XVII, n. 31, p. 3–24, 2009.

GINNOBILI, Santiago. Función como concepto teórico. **Scientiae Studia**, v. 9, n. 4, p. 847–880, 2011.

GINNOBILI, Santiago. La inconmensurabilidad empírica entre la teoría de la selección natural darwiniana y el diseño inteligente de la teología natural. **Theoria**, v. 29, n. 3, p. 375–394, 2014. Disponível em: <<http://www.ehu.es/ojs/index.php/THEORIA/article/view/9943>>.

GINNOBILI, Santiago. La utilidad de las flores: el movimiento del diseño inteligente y la biología contemporánea. **Filosofia e história da biologia**, v. 8, n. 2, p. 341–359, 2013.

GINNOBILI, Santiago. Missing concepts in natural selection theory reconstructions. **History and Philosophy of the Life Sciences**, v. 38, n. 3, 2016.

GODFREY-SMITH, Peter. A Modern History Theory of Functions. **Nous**, v. 28, n. 3, p. 344–362, 1994.

GODFREY-SMITH, Peter. Functions: consensus without unity. **Pacific Philosophical Quarterly**, v. 74, p. 196–208, 1993.

HEMPEL, Carl Gustav. **Aspects of scientific explanation, and other essays in the philosophy of science**. New York, London: Free Press, Collier-Macmillan, 1965a.

HEMPEL, Carl Gustav. **The logic of functional analysis. Aspects of scientific explanation**. New York: Free Press, 1965b.

HILL, Ryan I e VACA, Jarol F. Differential wing strength in Pierella butterflies (Nymphalidae, Satyrinae) supports the deflection hypothesis. **Biotropica**, v. 36, n. 3, p. 362–370, 2004.

HORAN, Barbara L. Functional Explanations in Sociobiology. **Biology and Philosophy**, v. 4, p. 131–158, 1989.

JACOB, François. **Logique du vivant. Une histoire de l'hérédité**. Paris: Gallimard, 1970.

KIRBY, William. **On the Power, Wisdom and Goodness of God, as Manifested in the Creation of Animals, and in their History, Habits and Instincts**. Philadelphia: Carey, Lea & Blanchard, 1836.

KODANDARAMAIAH, Ullasa. The evolutionary significance of butterfly eyespots. **Behavioral Ecology**, v. 22, p. 1264–1271, 2011.

LIMOGES, Camille. **Introduction. Linné. L'équilibre de la nature**. Paris: Vrin, 1972. p. 7–22.

MACHAMER, Peter e DARDEN, Lindley e CRAVER, Carl F. Thinking About Mechanisms. **Philosophy of Science**, v. 67, n. 1, p. 1–25, 2000.

MARPLES, Nicola M. e colab. Deactivation of dietary wariness through experience of novel food. **Behavioral Ecology**, v. 18, n. 5, p. 803–810, 2007.

MARPLES, Nicola M. e KELLY, D. J. Neophobia and dietary conservatism: Two distinct processes? **Evolutionary Ecology**, v. 13, p. 641–653, 1999.

MILLIKAN, Ruth Garrett. An ambiguity in the notion “function”. **Biology and**

Philosophy, v. 4, p. 172–176, 1989a.

MILLIKAN, Ruth Garrett. In Defense of Proper Functions. **Philosophy of Science**, v. 56, p. 288–302, 1989b.

MILLIKAN, Ruth Garrett. **Language, Thought and Other Biological Categories**. Cambridge: [s.n.], 1984.

MOSSIO, Matteo e SABORIDO, Cristian e MORENO, Alvaro. An organizational account of biological functions. **British Journal for the Philosophy of Science**, v. 60, p. 813–841, 2009.

NAGEL, E. **The structure of science**. New York: Harcourt, 1961.

NEANDER, Karen. Functions as Selected Effects: The Conceptual Analyst’s Defense. **Philosophy of Science**, v. 58, n. 2, p. 168–184, 1991a.

NEANDER, Karen. The teleological notion of “function”. **Australasian Journal of Philosophy**, v. 69, n. 4, p. 454–468, 1991b.

NEWTON. **Philosophical Writings**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

NUNES-NETO, Nei Freitas e EL-HANI, Charbel Niño. O que é função? Debates na filosofia da biologia contemporânea. **Scientiae Studia**, v. 7, n. 3, p. 353–401, 2009.

NUNES-NETO, Nei Freitas e MORENO, Alvaro e EL-HANI, Charbel Niño. Function in ecology: an organizational approach. **Biology & Philosophy**, v. 29, n. 1, p. 123–141, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10539-013-9398-7>.

OLMOS, Andrea Florencia. **El concepto de función y la explicación funcional de la neuroetología**. Tesis de licenciatura. Universidad de Buenos Aires, 2017.

OLOFSSON, Martin e colab. Marginal eyespots on butterfly wings deflect bird attacks under low light intensities with UV wavelengths. **PLoS ONE**, v. 5, n. 5, p. e10798, 2010.

PALEY, William. **Natural Theology**. 12. ed. London: J. Faulder, 1809.

PLATÓN. **Fedón**. Madrid: Gredos, 2000. v. III.

ROBBINS, Robert K. The “False Head” Hypothesis: Predation and Wing Pattern Variation of Lycaenid Butterflies. **The American Naturalist**, v. 118, n. 5, p. 770–775,

1981.

ROBBINS, Robert K. The lycaenid “false head” hypothesis: historical review and quantitative analysis. **Journal of The Lepidopterists Society**, v. 34, n. 2, p. 194–208, 1980.

ROSENBERG, Alexander e BOUCHARD, Frederic. Fitness. En Edward N Zalta (ed.) **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. 2009. Disponível em: <http://plato.stanford.edu/archives/sum2009/entries/fitness/>.

SIMMONS, Peter e YOUNG, David. **Nerve Cells and Animal Behaviour**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

SOURAKOV, Andrei. Two heads are better than one: false head allows *Calycopis cecrops* (Lycaenidae) to escape predation by a Jumping Spider, *Phidippus pulcherrimus* (Salticidae). **Journal of Natural History**, p. 1047–1054, 2013.

STEVENS, Martin e colab. Field experiments on the effectiveness of “eyespot” as predator deterrents. **Animal Behaviour**, v. 74, n. 5, p. 1215–1227, 2007.

STEVENS, Martin e colab. The function of animal “eyespot”: conspicuousness but not eye mimicry is key. **Current Zoology**, v. 55, n. 5, p. 319–326, 2009.

STEVENS, Martin. The role of eyespots as anti-predator mechanisms, principally demonstrated in the Lepidoptera. **Biological Reviews**, v. 80, n. 4, p. 573, 2005.

STEVENS, Martin e HARDMAN, Chloe J. e STUBBINS, Claire L. Conspicuousness, not eye mimicry, makes “eyespot” effective antipredator signals. **Behavioral Ecology**, v. 19, n. 3, p. 525–531, 2008.

STEVENS, Martin e RUXTON, Graeme D. Do animals eyespots really mimic eyes? **Current Zoology**, v. 60, n. 1, p. 26–36, 2014.

TINBERGEN, Nikolaas. **Curious Naturalists**. Basic Book ed. Nueva York: [s.n.], 1958.

TONNER, M e colab. False head wing pattern of the Burmese junglequeen butterfly and the deception of avian predators. **Biotropica**, v. 25, n. 4, p. 474–478, 1993.

WALSH, Denis M. Fitness and Function. **British Journal for the Philosophy of Science**, v. 47, p. 553–574, 1996.

WALSH, Denis M. e ARIEW, André. A taxonomy of functions. **Canadian Journal of Philosophy**, v. 26, n. 4, p. 493–514, 1996.

WOUTERS, Arno G. Design Explanation: determining the constraints on what can be alive. **Erkenntnis**, v. 67, n. 1, p. 65–80, 2007.

WOUTERS, Arno G. Four notions of biological function. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, v. 34, p. 633–668, 2003.

WOUTERS, Arno G. The Function Debate in Philosophy. **Acta Biotheoretica**, v. 53, n. 2, p. 123–151, 2005a.

WOUTERS, Arno G. The functional perspective of organismal biology. REYDON, T. A.; HEMERIK, L. (Org.). *Current Themes in Theoretical Biology: A Dutch Perspective*. Dordrecht: Springer, 2005b. p. 33–69.

WRIGHT, Larry. Functions. **Philosophical Review**, v. 82, n. 2, p. 139–168, 1973.

WRIGHT, Larry. **Teleological Explanations**. Berkeley: [s.n.], 1976.