

teorema

Vol. XXIX/3, 2010, pp. 57-76

ISSN: 0210-1602

[BIBLID 0210-1602 (2010) 29:3; pp. 57-76]

¿Para qué sirve un ballestrinque? Reflexiones sobre el funcionamiento de artefactos y organismos en un mundo sin funciones

Sergio Balari y Guillermo Lorenzo

ABSTRACT

This article defends an eliminativist stance concerning the functions of artificial and natural designs. An illustrative sample of each type of object, both sharing an evident functional unspecificity, is discussed. The conclusion is reached that the only thing that matters when trying to understand how objects interact with their natural or technological environments are the formal properties they possess. The article also contends that such an eliminativist position does not prevent us from answering certain questions which are considered hard to solve in a 'world without functions'.

KEYWORDS: *Functionalism, Teleology, Adaptationism, Formalism, Language.*

RESUMEN

Este trabajo defiende una posición eliminativista sobre la cuestión de las funciones de los diseños artificiales y orgánicos. Se centra en un ejemplo representativo de cada tipo de objeto caracterizado por su evidente falta de especificidad funcional y concluye que, en todos los casos, son las propiedades formales de los objetos lo único que realmente resulta relevante cuando nos interesa comprender su manera de intervenir o interactuar con el ambiente, sea éste natural o tecnológico. El trabajo defiende, finalmente, que la negación de que las funciones sean realmente propiedades de los objetos no impide ofrecer respuestas a cuestiones que se vienen considerando de difícil o imposible solución en un 'mundo sin funciones'.

PALABRAS CLAVE: *funcionalismo, teleología, adaptacionismo, formalismo, lenguaje.*

Conec la utilitat de la inutilitat

JOAN BROSSA, "Epileg",

La memòria encesa. Mosaic antològic (1998)

Nos gustaría introducir este trabajo comentando las circunstancias que, entrelazadas de un modo inesperado para los autores, han hecho posible su

realización. Desde hace algún tiempo sentimos un particular interés por los nudos. Evidentemente, nuestro interés no tiene nada de práctico; nuestro interés es eminentemente teórico. El motivo es que a lo largo de nuestra investigación sobre las bases biológicas y los orígenes de la facultad del lenguaje descubrimos [gracias a Camps & Uriageraka (2006)] que la capacidad de hacer nudos, igual que el lenguaje, parece ser una capacidad exclusivamente humana. Y no sólo eso, sino que la confección de un nudo comporta, aparentemente, unas capacidades cognitivas cuya complejidad computacional no parece distar mucho del nivel de complejidad necesario para comprender o producir una oración en lenguaje natural. La cuestión pudiera resultar meramente anecdótica si no fuera por el hecho de que no parece existir ninguna evidencia (arqueológica o de otro tipo) de que otra especie de homínido haya sido capaz de hacer nudos, de tal modo que quizá no sea una casualidad que el lenguaje y la capacidad de hacer nudos estén conjuntamente presentes en los humanos modernos pero no, como parece, en otras especies. Uno de nuestras preocupaciones fue, desde entonces, intentar descubrir si efectivamente es así o no: ¿existe alguna otra especie animal capaz de hacer nudos? El resultado de nuestras pesquisas lo reservamos para un poco más adelante.

No hace mucho tiempo, uno de nosotros (SB) tuvo la oportunidad de ser invitado a pasar un fin de semana en una embarcación a vela por la Costa Brava. Lo interesante de la navegación a vela es que no tiene nada que ver con lo que un novato se imagina que es, ya que, por novato que seas, automáticamente eres también tripulación. Y si eres tripulación eso implica ser capaz de hacer algo, como por ejemplo arriar las velas o izarlas, largar el ancla y, sí, hacer nudos. Sobre todo el ballestrinque.

Muy poco tiempo después fuimos invitados a hablar en San Sebastián sobre el concepto de función en el ámbito de la biología. Al aplicarnos por ponernos al día en la bibliografía sobre la materia, descubrimos que los diferentes puntos en que se centran actualmente las discusiones sobre las funciones de las estructuras orgánicas centran igualmente las discusiones sobre la funciones de los artefactos [Krohs & Kroes (2009)]. Hasta ese momento ya habíamos dedicado bastante tiempo a pensar sobre la utilidad del lenguaje, pero la duda que nos invadió a partir de ese momento fue: ¿y para qué sirve un ballestrinque?

I. PARA QUÉ SIRVE UN BALLESTRINQUE

El ballestrinque, ya lo hemos dicho, es un nudo. Pero, ¿para qué sirve? La respuesta que obtuvimos de un experto fue la siguiente:

El ballestrinque no sólo sirve para colgar las defensas¹, se utiliza para atar cualquier cosa, con una condición: que mantenga una tensión constante (si no hay tensión, el nudo acabará deshaciéndose) [Sebastián Galera (c.p., 15-04-2009)].

Esta respuesta nos dio a entender que, por lo visto, el ballestrinque no tiene ninguna función específica. Sirve para muchas cosas diferentes. Es decir: *es un artefacto (muy) útil que no tiene ninguna función*. Lo que en cambio resulta fundamental es que posea unas propiedades formales muy concretas, como sucede con otros nudos, por ejemplo el justamente celebrado as de guía². Especialmente interesante es también que tanto uno como otro no son nudos utilizados exclusivamente en la navegación, sino que igualmente se usan en la escalada, el campismo o la pesca deportiva. Y parece que son muy antiguos: el ballestrinque, por ejemplo, lo usaban los nativos americanos en la construcción de sus tipis. Nuestra conclusión a la vista de todos estos datos es que *un buen nudo sirve para que el nudo no se deshaga*.

Entendimos, además, que nuestra pequeña investigación sobre el ballestrinque nos aproximaba a una posición sobre el problema de las funciones no demasiado distante de la defendida desde hace años por Robert Cummins:

Mientras que la teleología busca responder a la cuestión ‘por qué algo está ahí’ respondiendo previamente a la cuestión ‘para qué sirve’, el análisis funcional no se plantea en modo alguno la cuestión ‘por qué algo está ahí’, sino la de ‘cómo funciona’. Estas últimas cuestiones se responden especificando la estructura (diseño) de los sistemas [Cummins (2002), p. 158, trad. de SB/GL; véase también Cummins (1975)].

Es decir, nuestra pregunta de partida (‘¿para qué sirve un ballestrinque?’) no tiene, de hecho, mucho sentido, ya que lo realmente relevante es preguntarse *cómo funciona un ballestrinque*. Como se observa en la Figura 1, y simplificando algo

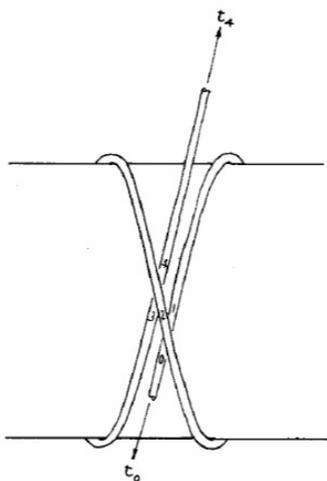


FIGURA 1. Diagrama de tensiones de los chicotes de un ballestrinque [tomada de Bayman (1977)].

los detalles [véase Bayman (1977), y Krauel (2005) y Stolarz (2007) para una introducción accesible], el ‘secreto’ del ballestrinque consiste en que la tensión del chicote que queda libre (t_4) sea siempre inferior o igual a la tensión del chicote que soporta el peso (t_0). Si estas condiciones no se cumplen, el nudo se deshace y pierde toda su utilidad. En resumen, lo verdaderamente relevante son las propiedades formales del ballestrinque, ya que son de ellas de las que se siguen todas las funciones que el artefacto puede llegar a cumplir. En definitiva, *la funcionalidad de un artefacto se deriva de sus propiedades formales*.

Todo lo anterior nos lleva a un segundo filósofo, John Searle, que también desde hace años viene defendiendo que:

Las funciones nunca son intrínsecas; se asignan según los intereses de los usuarios y los observadores [Searle (1995), p. 37].

Insistiremos más adelante en las razones que nos llevan a adherirnos a esta posición, más radical aún que la de Cummins. De momento nos interesa destacar el hecho de que Searle dirige en primer término su afirmación a los artefactos diseñados y contruidos por humanos. Sin embargo, no sólo los humanos utilizan y manufacturan artefactos. Existen numerosos ejemplos en el mundo natural de construcción y uso de artefactos [Goodall (1968), McGrew (1992), Hunt (1996), Hansell (2005)] y, sin ir más lejos, de nudos, como ocurre con algunas especies de pájaros, como los tejedores [Collias & Collias (1962), Hansell (2000)]. Se nos abre así el puente hacia el mundo biológico: si, como sostenemos, las funciones de los artefactos humanos están ‘en el ojo del observador’, ¿qué debemos decir sobre las funciones de los artefactos contruidos por otros animales? ¿Debemos atribuir intenciones a estas especies? ¿O será, más bien, que la función que ‘vemos’ en el medio ballestrinque que es capaz de hacer un pájaro tejedor [Hansell (2000), p. 85] no resulta de otra cosa que de nuestra propia intencionalidad, totalmente subjetiva y ajena a la realidad objetiva del artefacto en cuestión? ¿Y no será trasladable esta conclusión a las funciones que ‘vemos’ en cualquier otro tipo de entidad biológica?

Nuestra opinión al respecto es la misma que expresa Searle en el siguiente fragmento:

Salvo en aquellas partes de la naturaleza que son conscientes, la naturaleza ignora por completo las funciones. Es, por ejemplo, intrínseco a la naturaleza el que el corazón bombee y cause su circulación por el cuerpo. También es un hecho intrínseco a la naturaleza el que el movimiento de la sangre esté relacionado con un conjunto global de procesos causales que tienen que ver con la supervivencia del organismo. Cuando además de decir que ‘el corazón bombea sangre’, decimos que ‘*la función* del corazón es bombear sangre’, estamos haciendo algo más que

registrar esos hechos intrínsecos. Estamos disponiendo esos hechos en relación con un sistema de valores albergado por nosotros [Searle (1995), p. 41].

II. PARA QUÉ SIRVE EL LENGUAJE

Para justificar nuestra afirmación de que no existe un tipo de caracterización funcional que en particular convenga a los diseños artificiales y otro diferente que convenga en cambio a los diseños naturales, pasaremos ahora a ocuparnos de un sistema orgánico especialmente característico del fenotipo cognitivo de la especie humana: el lenguaje. Cuanto sabemos sobre su determinación genética, sobre el curso de su desarrollo y sobre las estructuras neuroanatómicas y los procesos fisiológicos necesarios para su conocimiento y ejercicio nos conduce a afirmar, más allá de toda duda razonable, que cuando hablamos del lenguaje hablamos de un complejo sistema orgánico producto de la evolución natural del cerebro humano [Benítez Burraco (2009)]. Se trata, además, de un ejemplo especialmente claro de la inespecificidad funcional de las estructuras orgánicas, por (muy) útiles que éstas puedan resultar.

Como el ballestrinque, *el lenguaje es una estructura orgánica (muy) útil que no tiene función*. Podemos usarlo para emitir señales de alerta en situaciones peligrosas (como hacen los monos cercopitecos con sus chillidos), para instruir a otros sobre la localización de algún objeto (como hacen las abejas con su danza), para atraer y seducir parejas (como hacen los pinzones con sus cantos)³, etc... El lenguaje no parece servir para nada en particular. De hecho, lo usamos muchas veces sin que se haga patente ningún tipo de utilidad, como cuando escribimos o leemos poesía o dirigimos complejas advertencias a nuestras mascotas. Podemos además usarlo en situaciones comunicativas (es decir, de contacto con otras personas) o en usos estrictamente individuales e internos (como cuando tratamos de aclarar nuestros pensamientos articulándolos en palabras). Unas veces lo usamos de manera cooperativa y honesta; otras, de manera fraudulenta y en beneficio propio. El lenguaje puede incluso hablar por sí solo, sin que podamos obtener de él ningún beneficio, como cuando acompaña a nuestros sueños. Teniendo todo esto en cuenta, estamos totalmente de acuerdo con la tesis de Chomsky según la cual sólo cabe caracterizar funcionalmente al lenguaje destacando su evidente inespecificidad en un sentido práctico [Lorenzo (2008), pp. 394-402]. En sus propias palabras:

El lenguaje humano puede usarse para informar o para inducir a error, para poner en claro los pensamientos propios o para exhibir el propio ingenio, o simplemente para recrearse en él. Si hablo sin preocuparme para nada de ejercer ningún efecto sobre la conducta o los pensamientos del oyente, no dejo por ello

de usar el lenguaje en igual medida que si dijera las mismas cosas con la intención de obtener un efecto semejante [Chomsky (1968), p. 123].

Ocurre, además, que no existe ninguna razón que permita apoyar la idea de que cualquiera de los empleos aludidos pueda ser considerado como la función crucial (o *función propia*) del lenguaje frente a todas las demás. En cualquiera de los usos que podemos dar al lenguaje utilizamos expresiones con propiedades formales idénticas (incluso una y la misma expresión puede servir en diferentes ocasiones a fines diferentes), lo que significa que sus propiedades de diseño no parecen obedecer a ningún tipo de ajuste con relación a ninguna función en particular [Lorenzo (2007)]. Cualquier intento de derivar su ‘esencia funcional’ mediante ‘ingeniería revertida’ [Dennett (1995), pp. 343-357] parece, pues, condenado al fracaso. Finalmente, la expresividad potencialmente infinita que se desprende de su sistema de computación, dotado de recursividad ilimitada, sólo puede ser vista como una muestra evidente del esencial desajuste del lenguaje con relación a cualquier motivación de orden práctico [Lorenzo (2006), pp. 120-122].

Teniendo todo lo anteriormente dicho en cuenta, concluimos que la única caracterización funcionalmente adecuada con relación a las expresiones lingüísticas es la que nos lleva a decir que, por ejemplo, una oración sirve para que la oración sea inteligible, un tipo de funcionalidad reflexiva que lejos de especializar a los objetos lingüísticos con relación a algún tipo de empleo característico parece que más bien los capacita para una suerte de utilidad genérica. Aclararemos de inmediato esta afirmación. Antes, conviene dejar establecido en este punto que, paralelamente a lo afirmado en la sección anterior a propósito de los artefactos, tal tipo de caracterización funcional nos obliga a concluir que la única receta válida para obtener un entendimiento teórico relativo a la naturaleza del lenguaje deberá necesariamente orientarse a descifrar sus propiedades de carácter formal. Chomsky concluye de hecho lo siguiente a partir de las observaciones que aparecen en la anterior cita:

Si confiamos en entender el lenguaje humano y las capacidades psicológicas sobre las cuales descansa, debemos empezar preguntándonos qué es, y no cómo se usa o con qué fines [Chomsky (1968), p. 123].

Consideremos, para entender mejor todo lo que acabamos de afirmar, una oración relativamente sencilla en vasco [tomada de Bobaljik (1993), p. 10]:

Mutilek	elkar	ikuse	dute
chicos.ERG	REFL.ABS	ver	AUX.3ABS/3ERG

“Los chicos se vieron”

Queremos destacar, en primer lugar, que las características formales de una oración se deben explicar como la resolución un conjunto de tensiones en parte provenientes de sistemas cognitivos que podemos considerar limítrofes con el sistema lingüístico propiamente dicho: por un lado, los sistemas de pensamiento que están en la base de los contenidos que expresamos lingüísticamente; por otro lado, los sistemas motrices y sensoriales de que nos servimos para exteriorizarlos y captarlos [Chomsky (1995)]. Los segundos imponen, por ejemplo, la disposición lineal de las expresiones (*mutilek* > *elkar* > *ikuse* > *dute*), la cual resulta totalmente arbitraria desde el punto de vista del pensamiento expresado. Éste, por su parte, dota a las expresiones de un carácter conceptual, el cual se refleja, por ejemplo, en que cada uno de los constituyentes oracionales deba recibir una caracterización precisa en términos argumentales según la relación predicativa expresada (*mutilek* <experimentante>, *elkar* <objeto_percibido>, *ikuse* <experimentante, objeto_percibido>). Están igualmente condicionadas desde el punto de vista conceptual la especificación temporal expresada en el elemento auxiliar (*dute* <pasado>) y la relación de identidad referencial que introduce el elemento reflexivo (*elkar* = *mutilek*). La expresión incorpora además una serie de elementos que, en cambio, resultan por completo inmotivados desde el punto de vista de los sistemas externos al lenguaje, como las marcas de caso y concordancia morfológica presentes en algunos de los constituyentes (*mutilek* <ergativo>, *elkar* <absolutivo>, *dute* <absolutivo/tercera persona, ergativo/tercera persona>). Estos elementos aseguran la cohesión interna de los constituyentes oracionales, sin expresar contenido conceptual alguno (el caso “absolutivo” se asocia en otras oraciones a otros valores argumentales, incluido el de “experimentante”, que en esta se asocia al de “ergativo”, si la oración es intransitiva) o condicionar el orden lineal de los constituyentes (el vasco es una lengua con un orden de palabras relativamente libre).

Lo que intentamos hacer ver es que las oraciones, incluso las oraciones en apariencia más sencillas, consisten en complejos sistemas de relaciones formales, todas las cuales se encuentran de algún modo presentes en la *representación* mental subyacente a cada oración y deben establecerse explícitamente en el proceso *derivativo* que conduce a su formación, tal como se capta en la Figura 2. Como hemos visto, las relaciones de tal sistema están en parte motivadas por la cognición no verbal y en parte no parecen obedecer más que a un tipo de motivación puramente interna al sistema. El sistema de relaciones en su conjunto no parece apuntar a otra meta que no sea la de garantizar a la propia oración las mejores condiciones de expresabilidad e inteligibilidad. Esto significa que si aceptamos el desafío de atribuir algún tipo de funcionalidad característica a un objeto lingüístico como es la oración, nuestra respuesta no puede ser otra que la función de una oración consiste exclusivamente en hacer manifiestas las propiedades formales que garantizan su expresabilidad y su inteligibilidad en cualquiera de sus usos posibles con completa indepen-

dencia de su utilidad práctica en cada caso. *La funcionalidad de una oración también se deriva, pues, de sus propiedades formales.*

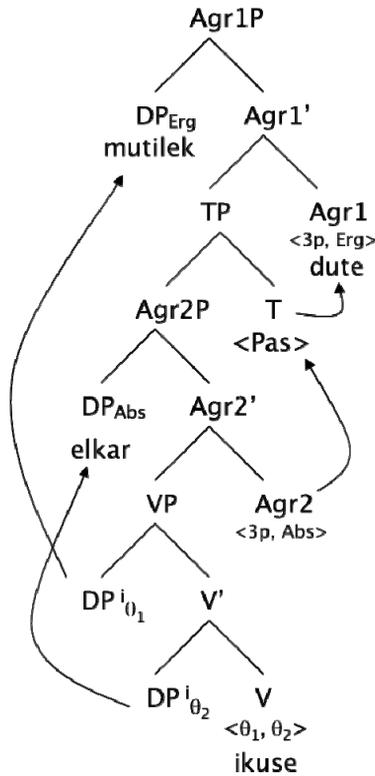


FIGURA 2. Diagrama de relaciones entre los componentes de una oración transitiva en vasco [basada en Bobaljik (1993), p. 8].

III. CÓMO SOBREVIVIR EN UN MUNDO SIN FUNCIONES

La posición que venimos respaldando hasta aquí se puede resumir diciendo que lo que comúnmente llamamos 'funciones' no figura realmente entre las cualidades de las estructuras orgánicas y los diseños artificiales. En pocas palabras, y sin asomo de paradoja, no están realmente en el mundo, aunque el mundo funcione. Sencillamente ocurre que unas y otros están dotados de determinadas cualidades formales que los capacitan para actuar o intervenir sobre el entorno de determinadas maneras y que algunas de estas

formas de actuación e intervención se corresponden con los intereses y los sistemas de valores que cristalizan en el tipo de vocabulario funcionalista en que habitualmente basamos sus descripciones. La amplitud o la limitación que en términos prácticos podemos atribuir a una determinada estructura es algo, pues, que se deriva estrictamente de sus propiedades formales. Al margen de la amplitud que permita o las limitaciones que la forma imponga, toda estructura es funcionalmente inespecífica⁴.

Establecida y aclarada nuestra postura, pasaremos a continuación a someterla a la prueba de las tres grandes cuestiones en que se centra el debate contemporáneo sobre la cuestión funcional en el mundo orgánico:

1. ¿cómo explicar que una estructura “esté ahí” en un mundo sin funciones?,
2. ¿cómo explicar que ciertas estructuras “prolifere” en un mundo sin funciones?, y
3. ¿cómo explicar que algunas estructuras “funcionen mal” en un mundo sin funciones?

Como tendremos ocasión de ir comprobando, las tres preguntas tienen sentido en un mundo sin funciones, aunque un sentido bastante diferente al que habitualmente suele dárseles.

Clave 1: el desarrollo es la respuesta a las preguntas del tipo “por qué-algo-está-ahí”

Uno de los principales argumentos que muchos autores esgrimen en favor del realismo con respecto a las funciones es, precisamente, que éstas pueden ofrecernos una explicación inmediata sobre por qué una determinada entidad existe. Más concretamente, la explicación de la existencia o de la presencia de un determinado rasgo o estructura biológica X pasa, según este punto de vista, por hallar una respuesta a la pregunta ‘¿para qué sirve X?’, ya que se asume que los procesos selectivos que han favorecido su presencia son sensibles eminentemente a la función que tiene o ha tenido el rasgo o la estructura en cuestión, de tal modo que al hallar la respuesta a ‘¿para qué sirve X?’, automáticamente explicamos su presencia: los corazones existen porque su función es bombear la sangre.

Como puede verse, este tipo de explicaciones etiológico-selectivas se basan en una interpretación muy específica de los procesos de selección natural en el mundo biológico⁵. Efectivamente, dicha visión entronca directamente con la interpretación del darwinismo que se ha venido a denominar Síntesis Evolutiva Moderna (SEM), que se forjó durante los años treinta del pasado siglo

con la incorporación de la genética mendeliana al cuerpo doctrinal de la biología evolutiva. De acuerdo con esta concepción, la selección natural actúa sobre una diversidad que responde a causas puramente azarosas (mutaciones genéticas puntuales) y cuyo alcance resulta, por tanto, irrestricto, lo que le concede a la selección todo el poder creativo en la evolución de los diseños orgánicos y conduce a considerar que en los procesos evolutivos solamente son relevantes los factores ambientales o externos [véase Amundson (2007) para una presentación de la génesis y tesis de la SEM]. De aquí a lo que Cummins denomina ‘neo-teleología’ apenas hay un paso [Cummins (2002)].

Nótese que la lógica del argumento etiológico-seleccionista descansa sobre una concepción de la evolución natural que se resume en los siguientes puntos:

- a) las mutaciones generan al azar diversidad en las estructuras orgánicas;
- b) para la selección natural sólo son visibles los efectos que puedan repercutir en el desenvolvimiento ambiental de esas estructuras;
- c) la selección natural favorece aquellas estructuras mejor adaptadas, es decir, aquellas cuyos efectos son más positivos para el organismo en términos de supervivencia y, en último término, tasas reproductivas; por tanto
- d) una estructura biológica existe porque, históricamente, ha funcionado mejor que otras estructuras⁶.

Por nuestra parte, consideramos que la interpretación de los procesos evolutivos favorecida por la SEM es incorrecta, lo que significa que negamos la mayor del argumento etiológico-seleccionista y, con ello, la validez misma de su concepción realista de las funciones. Suscribimos plenamente, en cambio, la opinión de Cummins cuando afirma lo siguiente:

Los rasgos biológicos, los mecanismos, los órganos, etc., no están ahí a causa de sus funciones. Están ahí a causa de sus historias de desarrollo [Cummins (2002), p. 162, trad. SB/GL].

Desde el último cuarto del siglo XX ha venido ganando peso la idea de que el modelo impuesto por la SEM deja de lado numerosas cuestiones importantes relacionadas con los procesos evolutivos, especialmente todo lo que tiene que ver con la relación entre éstos y el desarrollo individual. A partir de entonces son cada vez más los biólogos que abogan por una revisión radical del modelo evolutivo clásico en favor de modelos que arrebatan el poder causal o creativo a la selección natural para concedérselo al desarrollo, relegando

a la primera a un mero papel de filtro, capaz sólo de sancionar los fenotipos que resultan de las alteraciones sobre los procesos de desarrollo [véanse, para una revisión histórica, Amundson (2007) y Laubichler & Maienschein (2007), y Robert (2004) y Minelli (2007), para una presentación accesible de estas ideas]. A todo ello hay que añadir que estos procesos, contrariamente a lo que asume la SEM, de ningún modo están regidos por el azar; todo lo contrario, existen evidencias de que responden a un conjunto importante de restricciones que delimitan notablemente el espacio de fenotipos posibles e imponen, por tanto, límites insalvables sobre la variación morfológica. La biología evolutiva del desarrollo, o Evo-Devo, asume así que los procesos de desarrollo siguen, de hecho, pautas muy conservadoras y son capaces de generar formas innovadoras solamente en la medida en que estos procesos se ven alterados por perturbaciones que modifican la trayectoria de los mismos hacia otras vías que conducen a morfologías distintas, pero siempre dentro del espacio de formas posibles definido por las restricciones internas al sistema. Ello explica, por ejemplo, que determinadas morfologías, aun siendo letales o poco aptas para determinados entornos, sigan apareciendo de forma recurrente, contrariamente a lo que sería de esperar desde una perspectiva meramente seleccionista [Alberch (1989)].

Queda así claro que, desde la perspectiva de la Evo-Devo que asumimos como propia en este trabajo, la única respuesta razonable a la pregunta '¿por qué X existe?' no puede ser otra que 'porque el sistema de desarrollo de X ha seguido la trayectoria que llevaba hasta X'. Nada más; ni nada menos. Lo importante, en todo caso, es que hemos eliminado todo factor externo y, más importante aún, cualquier vestigio de teleología de nuestra explicación. Nótese, además, que no ha lugar aquí a la introducción de ningún tipo de vocabulario funcional, ya que, como demuestra, por ejemplo, el caso de las teratologías, éste carece de todo sentido en este contexto: los sistemas de desarrollo siguen su curso y pueden verse afectados por perturbaciones que los lleven a seguir otros caminos; el producto final, dadas sus propiedades formales y las características del entorno, resultará útil para esto o para aquello, o para nada. Pero estará ahí.

Esta es la esencia, por ejemplo, de la propuesta de explicación de los orígenes evolutivos del sistema computacional que subyace al lenguaje humano que hemos desarrollado en otro lugar [Balari & Lorenzo (2009)], la cual justifica plenamente lo expuesto en el apartado II sobre la inutilidad de plantearse preguntas sobre las posibles funciones del lenguaje y, más aún, de intentar explicar su emergencia apelando a este tipo de consideraciones. Según razonamos en el citado artículo, el sistema computacional no 'está ahí' por su función. Su presencia se explica, en cambio, como resultado de las perturbaciones operadas sobre el sistema de desarrollo cerebral humano, las cuales han facilitado el crecimiento y la reestructuración del córtex y posibilitado la implantación en el cerebro de un fenotipo computacional que no sirve para nada

(en particular), pero que dispone del nivel de complejidad suficiente para procesar expresiones lingüísticas que no sirven para nada (en particular), y también, por ejemplo, para ejecutar las operaciones requeridas por la elaboración de artefactos que tampoco sirven para nada (en particular), como el balleurtrique. Aplicar una lógica funcional a una cadena como ésta parece realmente un desperdicio.

Clave 2: la adaptabilidad es la respuesta a las preguntas del tipo “por qué-algo-prolifera”

Una ‘adaptación’ es, parafraseando a George C. Williams, uno de los clásicos del paradigma adaptacionista, el procedimiento o mecanismo que un organismo ha evolucionado naturalmente para el desempeño de una determinada finalidad, función o propósito [Williams (1996), p. 9]⁷. Pasando por alto nuestro rechazo frontal a la idea misma de ‘evolucionar para’⁸, parece claro en todo caso que las adaptaciones así concebidas no pueden dejar de tener la consecuencia de confinar a los organismos en el tipo de ambiente en que efectivamente se sigan los efectos prácticos de los procedimientos o mecanismos que hayan evolucionado. Cabe preguntarse, por ello, si la adaptación es realmente la receta más eficaz para el éxito evolutivo, es decir, para la proliferación de un determinado tipo orgánico relativamente a otros en competencia.

Desde nuestro punto de vista, parece mucho más prometedora la estrategia evolutiva que Robert G.B. Reid plantea bajo la etiqueta de ‘adaptabilidad’:

La adaptabilidad es la cualidad orgánica individual que le permite al organismo auto-ajustarse de manera eficiente en respuesta a cambios ambientales tanto internos como externos [Reid (2007), p. 141, trad. SB/GL].

Con relación a esta idea, es importante apreciar en primer lugar que, frente al de ‘adaptación’, que es un concepto funcional, el de ‘adaptabilidad’ es un concepto de carácter estrictamente formal: es la cualidad que permite, dentro de unos determinados márgenes, la reorganización de una estructura orgánica en cualquiera de sus dimensiones (morfológica, fisiológica, comportamental). Se trata, por tanto, de un concepto adecuado para un mundo sin funciones. Es, además, una cualidad que permite al organismo responder de maneras funcionalmente inespecíficas a los desafíos del cambio ambiental, capacitándolo para nuevos tipos de desenvolvimiento en el nicho ecológico que ya venía ocupando o liberándolo de la dependencia de su nicho tradicional y capacitándolo para ocupar otros en parte o por completo diferentes. En palabras del propio Reid:

La adaptabilidad es una cualidad emergente de las totalidades biológicas. En el punto en que emerge bajo condiciones estables normales, este rasgo puede no ser visto como ‘para’ algo en el corto plazo; es decir, no necesita traducirse en ningu-

na ventaja reproductiva inmediata. Pero si tiene la tenacidad de persistir hasta que pueda romper la servidumbre de la competición, o evitarla entrando en un nuevo ambiente hospitalario únicamente a su tipo de adaptabilidad, entonces se verá libre para diversificarse [Reid (2007), p. 13, trad. SB/GL].

El concepto (evolutivo) de ‘adaptabilidad’ de Reid se corresponde, pues, con una idea de la evolución natural en la que el éxito, es decir, la persistencia y proliferación de los tipos orgánicos, no descansa en la eficiencia de las especializaciones inducidas ambientalmente que hayan desarrollado, sino en la capacidad de los organismos para responder de maneras insospechadas a los desafíos, igualmente insospechados, del ambiente.

Desde el punto de vista de nuestro argumento, nos parece fundamental destacar que en el núcleo de la idea de ‘adaptabilidad’, e implícito en la formulación del propio Reid, se localiza un concepto referente a la conformación de los organismos en su estado presente (por tanto, un concepto una vez más formal) al que nos referiremos como ‘funcionabilidad’. A continuación proponemos nuestra propia definición de ‘adaptabilidad’ (que no debe confundirse con ‘adaptación’), haciendo explícita la implicación en el concepto del de ‘funcionabilidad’ (que no debe confundirse con ‘funcionalidad’), el cual se define también seguidamente:

- (1) La *adaptabilidad* es el margen de reconfiguración formal que proporciona el estado de *funcionabilidad* presente de un organismo.
- (2) Los sistemas organizados (orgánicos o artificiales) no existen para el desempeño de una función o conjunto de funciones en particular. Todos ellos poseen, en virtud de sus propiedades formales, una suerte de “funcionalidad genérica” a la que llamamos *funcionabilidad*.

Todo lo dicho hasta aquí nos lleva a afirmar que la persistencia y la proliferación de los organismos no sólo es posible en un mundo sin funciones: afirmamos, además, que la *funcionabilidad*, es decir, *el no estar adaptado a ningún entorno (ambiente o contexto) en particular y tener la capacidad de funcionar de maneras insospechadas es una de las claves del éxito evolutivo*. E insistimos también en que esta cualidad (*que es la antítesis de la especialización funcional*) es evidentemente una cualidad orgánica de tipo formal (radicalmente formal)⁹.

Así pues, los organismos (también los artefactos), proliferan porque su alto grado de funcionabilidad los capacita para comportarse de maneras no estereotipadas, poco previsibles o abiertamente creativas que les permiten sobreponerse a las fluctuaciones del medio, o porque su grado de funcionabilidad, aunque bajo, resulta suficiente considerando las condiciones de competencia establecidas en un determinado ambiente. En cualquiera de los casos, el

fundamento del éxito evolutivo radica en las propiedades formales de las estructuras (orgánicas o artificiales) o, en todo caso, en contingencias históricas que poco o nada tienen que ver con su funcionalidad [como bien explica Arthur (1989)], pero nunca en la especialización funcional que puedan haber alcanzado.

Clave 3: el abandono del vocabulario normativo es la respuesta a las preguntas del tipo “por qué-algo-funciona-mal”

Una de las características principales de todo acto de adscripción funcional es que éste automáticamente abre el camino para el uso de un vocabulario normativo en relación con la entidad (biológica o artificial) a la que se le atribuye una función determinada. En la medida en que se considera que la función es una propiedad objetiva del objeto, ésta se erige en patrón —o norma— a partir del cual es posible determinar si algo funciona bien o mal, si está bien o mal formado (o está bien hecho o mal hecho). Esta cuestión, quizá asumible en el mundo de lo artificial, plantea, sin embargo, problemas de muy difícil solución en el ámbito de lo biológico, ya que el uso de un vocabulario normativo respecto a las entidades biológicas de algún modo sugiere (o implica) la existencia de valores o normas naturales, lo cual se opone frontalmente a la imagen de la naturaleza predominante en la ciencia contemporánea [véanse, sobre esta cuestión, Neander (1995), Davies (2001, 2009), Franssen (2009), McLaughlin (2009)].

¿Qué solución proponemos con relación a este dilema? La respuesta es obvia: un mundo sin funciones es también un mundo sin normas o valores naturales. Así pues, expresiones tales como ‘su cerebro (corazón, etc.) funciona mal’ o ‘su cerebro (corazón, etc.) está mal formado’ carecen por completo de sentido o, en todo caso, deben ser interpretadas en el único sentido a nuestro juicio posible en el marco de la Evo-Devo: algo así como ‘su cerebro (corazón, etc.) se ha desarrollado siguiendo una vía diferente a la que es más habitual en el caso de los cerebros (corazones, etc.) humanos’.

No se trata aquí, evidentemente, de proscribir o corregir determinadas maneras de hablar, sino, simplemente de ser conscientes de que esas maneras de hablar en ningún caso pueden ser interpretadas en un sentido valorativo o normativo. El caso es que el cerebro (el corazón, etc.) pueden desarrollarse de maneras muy distintas y dar lugar a órganos formalmente muy distintos y, acaso, con una funcionalidad muy diferente¹⁰, lo cual no nos dice nada a priori sobre la funcionabilidad ni la adaptabilidad de esas diferencias.

Somos conscientes de que pisamos terreno peligroso y de las repercusiones —en las que no podemos entrar aquí con detalle— de lo que afirmamos en campos que trascienden el ámbito de lo estrictamente biológico, desde el menos comprometido de la tecnología a otros más delicados como el de la medicina, la sociología e incluso la política [véase Amundson (2000), cuyas reflexiones parten de supuestos semejantes a los nuestros]. Aquí, no podemos

más que limitarnos a lo ya dicho: un mundo sin funciones es también un mundo sin normas, sin normas naturales, claro. Desde nuestra particular lectura de la biología Evo-Devo, tomarse en serio la irrelevancia de las funciones en la explicación evolutiva debe conducir igualmente a proclamar el fin de la normalidad.

IV. CONCLUSIÓN

Hallucigenia sparsa es uno de los organismos representados entre los célebres fósiles de Burgess Shale (Cámbrico inferior), al que podemos atribuir una antigüedad superior a los 500 millones de años [Gould (1989)]. Sabemos muy poco acerca de él, salvo que mostraba una curiosa organización: seis pares de espinas no segmentadas más siete tentáculos con un remate en forma de gancho, todo ello proyectado desde un cuerpo de un tamaño inferior a los tres centímetros. No está claro si el organismo se soportaba mediante las espinas o los tentáculos —que podrían ser pares de tentáculos—, ni está tampoco claro cuál de sus extremos era su cabeza [Hall (1999), p. 42]. Desde nuestra perspectiva moderna tenemos serios problemas para interpretar funcionalmente los diferentes órganos de *Hallucigenia*, sí, pero parece evidente que se trataba de un organismo con una forma claramente estructurada que sin duda lo dotó de la funcionabilidad necesaria para ser durante cierto tiempo uno de los habitantes de la Tierra. Nunca sabremos nada sobre cómo era su vida. De todos modos, su forma parece suficiente para adivinar que poco o nada pudo parecerse a la nuestra. Sin embargo su forma tiene que ver, y mucho, con la nuestra, resultado de una larguísima historia de modificaciones en su desarrollo que, en algún momento, conecta con la historia de organismos como *Hallucigenia sparsa*.

Es una más de las razones por las que creemos que la comprensión de las formas nos dota de un grado de conocimiento mucho más profundo que el que obtenemos al enfocar el estudio del mundo orgánico desde el punto de vista de las finalidades, las funciones o los propósitos, el cual se entremezcla con cuestiones de intención y valor que inevitablemente lo limitan. Como señala Searle:

En cuanto desaparece la función, en cuanto deja de haber respuesta a la cuestión: ¿para qué sirve?, quedamos expuestos a una tarea intelectual más difícil, a saber, identificar cosas en términos de sus rasgos intrínsecos, sin hacer referencia a nuestros intereses, a nuestros propósitos y a nuestros objetivos [Searle (1995), 24].

Nos gustaría por todo lo dicho concluir este trabajo reivindicando el principio de ‘autonomía de la estructura’ [Amundson (2007), p. 56] con que

Geoffroy se enfrentó a Cuvier en el famoso debate que centró la atención de los naturalistas a comienzos del siglo XIX [Russell (1916), Appel (1987)], al entrever multitud de correspondencias entre los más diversos organismos totalmente desconectadas de cualquier correspondencia funcional. Muchas de estas correspondencias han sido confirmadas y explicadas en las últimas décadas por la genética [véase, por ejemplo, Gould (2002), pp. 1090-1208]. Parece, pues, cada vez más claro que nuestra esencia como organismos es eminentemente formal: lo que hacemos está determinado por cómo somos y cómo somos está determinado por cómo han sido otros organismos antes que nosotros*.

*Departament de Filologia Catalana i Centre de Linguística Teòrica
Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Lletres, Edifici B, E-08193 Bellaterra (Barcelona)
E-mail: Sergi.Balari@uab.cat*

*Departamento de Filología Española
Universidad de Oviedo
Campus de Humanidades, Avda. Teniente A. Martínez s/n, E-33071 Oviedo
E-mail: glorenzo@uniovi.es*

NOTAS

* Este trabajo ha sido realizado al amparo del proyecto “Biolingüística: fundamento genético, desarrollo y evolución del lenguaje” (HUM2007-60427/FILO), subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia con financiación parcial FEDER. Ha recibido asimismo el apoyo de la Generalitat de Catalunya a través de la ayuda 2005SGR 00753 Lingüística Teòrica, concedida al CLT de la UAB, del que SB es miembro. Los autores desean además expresar su agradecimiento al capitán Sebastián Galera, por compartir con ellos sus conocimientos de cabuyería, y a Arantza Etxeberria, por su invitación para participar en el seminario “Funciones”, celebrado los días 10 y 11 de junio de 2009 en la UPV/EHU (San Sebastián).

¹ Las defensas son unos objetos con forma de huso, de caucho u otro material elástico, que cuelgan de la borda del barco, por babor y estribor, y lo protegen de los golpes contra las embarcaciones próximas durante las maniobras de amarre.

² ‘Sin duda el nudo más importante de la marinería *por sus múltiples ventajas*. No se afloja, no se escurre, se deshace sin mucho esfuerzo, lo que le caracteriza para *multitud de funciones*, como atar un objeto, realizar aparejos móviles, etc...’ [www.fondear.org; los subrayados son nuestros]; ‘El rey de los nudos es el as de guía. Se utiliza para hacer un lazo y eso *sirve para muchas cosas*, para atar las drizas y escotas en las velas, para amarrar, etc. Sus propiedades son extraordinarias: fácil de hacer, aguanta mucha tensión, no se desliza y es fácil de deshacer aunque haya sido muy tensionado.’ [Sebastián Galera (p.c., 15-04-2009); los subrayados son nuestros].

³ Lo dicho no significa que los comportamientos mencionados sólo tengan esa utilidad. Los cercopitecos también chillan para marcar su posición dentro de la jerarquía del grupo [Cheney & Seyfarth (1990)] y los pinzones cantan frecuentemente sin dirigirse a las hembras, en cuyo caso el canto se convierte en mucho más flexible y variado [Teramitsu & White (2006)]. Aunque no se conocen otros usos de la danza de las abejas, algunos trabajos recientes hacen hincapié en que su comportamiento es mucho menos automatizado de lo que se venía pensando, por lo que no resulta descabable que algo semejante pueda ocurrir con este aspecto particular de su conducta [Gallistel (2009)].

⁴ Si tenemos en cuenta la revisión de Bigelow y Pargetter de las diferentes actitudes filosóficas en relación con la naturaleza de las funciones, esta postura nos sitúa claramente dentro de lo que ellos denominan, sin poder alegar representantes que abracen claramente la posición, ‘eliminativismo’ [Bigelow & Pargetter (1987), pp. 182-184].

⁵ Con un éxito irregular, dichos principios también han intentado aplicarse en el ámbito de los artefactos [por ejemplo, Boorse (2002), Perlman (2009) y Preston (2009)]. Sin embargo, aun en el supuesto de que la separación entre el mundo biológico y artificial sea realmente clara (ya hemos apuntado al principio de este trabajo que no), ni siquiera en el mundo de los artefactos parece sostenible la idea de que la función (o el buen cumplimiento de una determinada función) permita explicar la presencia (y proliferación) de determinados objetos. Existen numerosos casos que desmienten la idea de que el vencedor es aquel que mejor ejerce su función, como el de los sistemas de vídeo (VHS vs. Betamax) en los años ochenta o más recientemente el de los soportes de música grabada (vinilo vs. CD) [Arthur (1989) y (1990) expone con claridad esta cuestión desde la perspectiva de la teoría económica].

⁶ Éste es, en esencia, el argumento en que Millikan basa su defensa del concepto de ‘función propia’ [Millikan (1984); véase también al respecto Cummins (1989), cap. 7].

⁷ Es de destacar, no obstante, el esfuerzo de Williams por diferenciar las ‘adaptaciones’ de los ‘efectos’ que puedan además seguirse de las dinámicas propias del funcionamiento orgánico, así como su creencia en el predominio de éstos sobre aquellas.

⁸ Idea a través de la cual el concepto de ‘adaptación’ de Williams, y por extensión el paradigma adaptativo en su conjunto, entronca directamente con el concepto de ‘función propia’ del funcionalismo etiológico centrado en la idea de ‘función ancestral’ o ‘función remota’ [véase Millikan (1984), Papineau (1987), Neander (1991) y Griffiths (1993)].

⁹ Existe una cierta similitud entre nuestro planteamiento y el de Bigelow y Pargetter, que ven el fundamento de las funciones en propensiones o potencialidades derivadas de la estructura de los organismos. Para ellos, sin embargo, en cuanto el organismo se estabiliza en un ambiente, éste tiene la capacidad de fijar las funciones propias de su estructura [Bigelow & Pargetter (1987), pp. 191-194]. Desde nuestro punto de vista, en cambio, la funcionabilidad de una estructura no cambia de uno a otros ambientes, sólo cambia si lo hace la propia estructura. La diferencia entre los dos planteamientos está, por tanto, clara: Bigelow y Pargetter son funcionalistas, nosotros no.

¹⁰ O no. Para un caso extremo, véase Lewin (1980); también Amundson (2000), donde se comentan brevemente éste y otros ejemplos de desarrollo supuestamente ‘anormal’.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERCH, P. (1989), 'The Logic of Monsters: Evidence for Internal Constraint in Development and Evolution', *Geobios*, mémoire spécial n° 12, pp. 21-57.
- AMUNDSON, R. (2000), 'Against Normal Function', *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol. 31, pp. 33-53.
- (2007), *The Changing Role of the Embryo in Evolutionary Thought*, Cambridge, Cambridge University Press.
- APPEL, T.A. (1987), *The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades before Darwin*, Nueva York, Oxford University Press.
- ARTHUR, W.B. (1989), 'Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events', *Economic Journal*, vol. 99, pp. 116-131.
- (1990), 'Positive Feedbacks in the Economy', *Scientific American*, vol. 262, pp. 92-99.
- BALARI, S. y LORENZO, G. (2009), 'Computational Phenotypes: Where the Theory of Computation Meets Evo-Devo', *Biolinguistics*, vol. 3, pp. 2-61.
- BAYMAN, B.F. (1977), 'Theory of Hitches', *American Journal of Physics*, vol. 45, pp. 185-190.
- BENÍTEZ BURRACO, A. (2009), *Genes y lenguajes. Aspectos ontogenéticos, filogenéticos y cognitivos*, Barcelona, Reverté.
- BIGELOW, J. y PARGETTER, R. (1987), 'Functions', *The Journal of Philosophy*, vol. 84, pp. 181-196.
- BOBALJIK, J. (1993), 'On Ergativity and Ergative Unergatives', *MIT Working Papers in Linguistics*, vol. 19, pp. 45-88.
- BOORSE, C. (2002), 'A Rebuttal on Functions', en Ariew, A., Cummins, R. & Perlman, M. (eds.), *Functions. New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, Oxford, Oxford University Press, pp. 63-112.
- CAMPS, M. y URIAGEREKA, J. (2006), 'The Gordian Knot of Linguistic Fossils', en Rosselló, J. y Martín, J. (eds.), *The Biolinguistic Turn. Issues on Language and Biology*, Barcelona, PPU, pp. 34-65.
- CHENEY, D. L. y SEYFARTH, R.M. (1990), *How Monkeys See the World. Inside the Mind of Another Species*, Chicago, The Chicago University Press.
- CHOMSKY, N. (1968), *Language and Mind*, Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich [citado por la versión en castellano de Argente, J. & Nadal, J.M., *El Lenguaje y el Entendimiento*, Barcelona, Seix Barral, 1971].
- (1995), *The Minimalist Program*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- COLLIAS, N. E. y COLLIAS, E. C. (1962), 'An Experimental Study of the Mechanisms of Nest Building in a Weaverbird', *The Auk*, vol. 79, pp. 568-595.
- CUMMINS, R. (1975), 'Functional Analysis', *Journal of Philosophy*, vol. 72, pp. 741-765.
- (1989), *Meaning and Mental Representation*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- (2002), 'Neo-Teleology', en Ariew, A., Cummins, R. y Perlman, M. (eds.), *Functions. New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*, Oxford, Oxford University Press, pp. 157-172.
- DAVIES, P.S. (2001), *Norms of Nature: Naturalism and the Nature of Functions*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- (2001), 'Conceptual Conservatism: The Case of Normative Functions', en Krohs, U. y Kroes, P. (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press, pp. 127-145.

- DENNETT, D.C. (1995), *Darwin's Dangerous Idea*, Nueva York, Simon & Schuster [citado por la versión en castellano de Pera Blanco-Morales, C., *La peligrosa idea de Darwin*, Barcelona, Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, 1999].
- FRANSSSEN, M. (2009), 'The Inherent Normativity of Functions in Biology and Technology', en Krohs, U. y Kroes, P. (eds.), *Funcions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press, pp. 103-125.
- GALLISTEL, C.R. (2009), 'The Foundational Abstractions', en Piattelli-Palamarini, M., Uriagereka, J. y Salaburu, P. (eds.), *Of Minds and Language. A Dialogue with Noam Chomsky in the Basque Country*, Oxford, Oxford University Press, pp. 58-68.
- GOODALL, J. (1968), 'The Behaviour of Free-Living Chimpanzees in the Gombe Stream Reserve', *Animal Behaviour Monographs*, vol. 1, pp. 163-311.
- GOULD, S.J. (1989), *Wonderful Life. The Burgess Shale and the Nature of History*, Nueva York, W.W: Norton [citado por la versión en castellano de Ros, J., *La vida maravillosa. Burgess Shale y la Naturaleza de la Historia*, Barcelona, Crítica, 1991].
- (2002), *The Structure of Evolutionary Theory*, Cambridge (MA), Harvard University Press [citado por la versión en castellano de García Leal, A., *La estructura de la teoría de la evolución*, Barcelona, Tusquets, 2004].
- GRIFFITHS, P.E. (1993), 'Functional Analysis and Proper Functions', *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 44, pp. 409-422.
- HALL, B.K. (1999), *Evolutionary Developmental Biology*, second Edition, Dordrecht, Kluwer.
- HANSELL, M.K. (2000), *Bird Nests and Construction Behaviour*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2005), *Animal Architecture*, Oxford, Oxford University Press.
- HUNT, G.R. (1996), 'Manufacture and Use of Hook Tools by New Caledonian Crows', *Nature*, vol. 379, pp. 249-251.
- KRAUEL, M. (2005), 'The Mathematical Theory of Hitches', www.math.ucla.edu/~radko/191.1.05w/matt.pfd.
- KROHS, U. y KROES, P. (eds.) (2009), *Funcions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- LAUBICHLER, M.D. y MAIENSCHIN, J. (eds.) (2007), *From Embryology to Evo-Devo: A History of Developmental Evolution*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- LEWIN, R. (1980), 'Is Your Brain Really Necessary?', *Science*, vol. 210, pp. 1232-1234.
- LORENZO, G. (2006), 'Some Minimalist Thoughts on the Emergence of Recursion', en Roselló, J. y Martín, J. (eds.), *The Biolinguistic Turn. Issues on Language and Biology*, Barcelona, PPU, pp. 119-128.
- (2007), '¿Es el Lenguaje una Adaptación?', en Coca, J.R. (coord.), *Varia Biológica. Filosofía, Ciencia y Tecnología. Colección Contextos 17*, León, Centro de Estudios Metodológicos e Interdisciplinarios/Univ. de León, pp. 189-219.
- (2008), 'Los Límites de la Selección Natural y el Evominimalismo. Antecedentes, Actualidad y Perspectivas del Pensamiento Chomskyano sobre los Orígenes Evolutivos del Lenguaje', *Verba*, vol. 35, pp. 387-421.
- MCGREW, W.C. (1992), *Chimpanzee Material Culture*, Cambridge, Cambridge University Press.

- MCLAUGHLIN, P. (2009), 'Functions and Norms', en Krohs, U. y Kroes, P. (eds.), *Funcions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press, pp. 93-102.
- MILLIKAN, R.G. (1984), *Language, Thought, and Other Biological Categories*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- MINELLI, A. (2007), *Forme del Divenire*, Turín, Einaudi [citado por la versión en inglés de Epstein, M., *Forms of Becoming. The Evolutionary Biology of Development*, Princeton (NJ), Princeton University Press, 2009].
- NEANDER, K. (1991), 'Functions as Selected Effects: The Conceptualist Analyst's Defense', *Philosophy of Science*, vol. 58, pp. 168-184.
- (1995), 'Misrepresenting and Malfunctioning', *Philosophical Studies*, vol. 79, pp. 109-141.
- PAPINEAU, D. (1987), *Reality and Representation*, Oxford, Blackwell.
- PERLMAN, M. (2009), 'Changing the Mission of Theories of Teleology: DOs and DON'Ts for Thinking about Function', en Krohs, U. y Kroes, P. (eds.), *Funcions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press, pp. 19-36.
- PRESTON, B. (2009), 'Biological and Cultural Proper Functions in Comparative Perspective', en Krohs, U. y Kroes, P. (eds.), *Funcions in Biological and Artificial Worlds*, Cambridge (MA), The MIT Press, pp. 37-50.
- REID, R.G.B. (2007), *Biological Emergences. Evolution by Natural Experiment*, Cambridge (MA), The MIT Press.
- ROBERT, J.S. (2004), *Embryology, Epigenesis, and Evolution. Taking Development Seriously*, Cambridge, Cambridge University Press.
- RUSSELL, E.S. (1916), *Form and Function*, Londres, John Murray.
- SEARLE, J.R. (1995), *The Construction of Social Reality*, Nueva York, The Free Press [citado por la versión en castellano de Doménech, A., *La Construcción de la Realidad Social*, Barcelona, Paidós, 1997].
- STOLARZ, J. (2007), 'An Introduction to the Theory of Hitches and Knots', www.cs.cmu.edu/afs/cs/academic/class/16741-s07/www/projects06/stolarz.pdf.
- TERAMITSU, I. y WHITE, S.A. (2006), 'FoxP2 Regulation During Undirected Singing in Adult Songbirds', *The Journal of Neuroscience*, vol. 26, pp. 7390-7394.
- WILLIAMS, G.C. (1966), *Adaptation and Natural Selection*, Oxford, Oxford University Press.