

LOS BIOARTEFACTOS: VIEJAS REALIDADES QUE PLANTEAN NUEVOS PROBLEMAS EN LA ADSCRIPCIÓN FUNCIONAL¹

ANA CUEVAS BADALLO
Universidad de Salamanca
acuevas@usal.es

RECIBIDO: 16/07/2008

ACEPTADO: 17/10/2008

Resumen: Uno de los problemas que se pretende resolver desde la filosofía de la tecnología es la naturaleza de los artefactos tecnológicos. Se han llevado a cabo diversas propuestas que tienen presente la complejidad funcional de este tipo de entidades. A lo largo del artículo se pretende contribuir a esta caracterización tomando en consideración un conjunto especial de artefactos, aquellos producidos por la biotecnología. Se mostrarán varias diferencias fundamentales que existen entre los bio-artefactos y los artefactos físicos. Asimismo, se espera realizar una contribución al debate funcionalista, así como indicar alguna de las posibles razones por la que la biotecnología es considerada por los ciudadanos como un área de riesgo.

Palabras clave: bio-artefactos, biotecnología, explicación funcional, selección artificial, domesticación.

Abstract: Among the different problems that philosophy of technology has to solve, the nature of technological artifacts is one of the most outstanding. There are several proposals that take into account the functional complexity of artifacts. This paper is committed to suggest some ideas about the nature of technological artifacts and, especially bio-artifacts, i.e., those entities produced by biotechnological processes. Some differences between physical and biological artifacts will be shown, trying to help at the same time to give another perspective to the functionalist discussion. The public perception about biotechnology could be enhanced with a new perspective about the long relationships between human beings and bio-technological artifacts.

Key words: bio-artifacts, biotechnology, functionalism, artificial selection, domestication.

Introducción

Los artefactos biotecnológicos manifiestan una naturaleza híbrida que hace difícil su caracterización empleando simples analogías como las propuestas para comprender otros objetos creados por los seres humanos. Al problema de distinguir entre el ámbito artificial y el natural, se añade la necesidad de abrir una nueva clase que haría referencia a la categoría artefactual, no física, sino

¹ La realización de este artículo ha sido posible gracias a la ayuda concedida dentro del programa José Castillejo para la realización de estancias en centros extranjeros para profesores e investigadores, del Ministerio de Ciencia e Innovación. Quiero dar las gracias a Oscar M. Ortubay, a Miguel Ángel Quintanilla Fisac y a Pieter Vermaas por sus comentarios, sugerencias y críticas.

biológica. Los artefactos tecnológicos de los que habitualmente trata la filosofía suelen ser objetos de naturaleza física con una estructura característica que les permite llevar a cabo cierto tipo de funciones. La estructura y la función o funciones que han de llevar a cabo están vinculadas a través del diseño y uso que los seres humanos hacemos de esos artefactos. Sin embargo, los artefactos biotecnológicos realizan por sí mismos determinadas funciones biológicas, de las que los seres humanos podemos hacer uso modificándolas y adecuándolas a nuestros propósitos.

Es preciso puntualizar que cuando se habla de artefactos biotecnológicos no sólo nos estamos refiriendo a aquellos que son el producto de la ingeniería genética, una de las tecnologías contemporáneas empleadas en este ámbito, sino que el concepto engloba también a los productos resultado de procesos más tradicionales como por ejemplo la domesticación de animales y plantas, la producción de queso, vino o cerveza o la creación de las vacunas (Newell-McGloughlin & Re, 2006). Existe el consenso general de que la biotecnología podría definirse como “la aplicación de organismos, componentes o sistemas biológicos para la obtención de bienes y servicios” (Smith, 2004: 3). Una de las diferencias más destacadas entre la biotecnología que llamaremos tradicional y la contemporánea es el tipo de conocimiento que se emplea en la generación de los distintos productos. Mientras que la biotecnología tradicional requiere de conocimientos empíricos y tácitos, resultado de la experiencia directa y la transmisión entre generaciones de esos conocimientos, la biotecnología contemporánea se ha visto favorecida por el desarrollo de conocimientos científicos de carácter mucho más sofisticado acerca de los procesos biológicos. Eso no significa que los métodos tradicionales hayan perdido validez, de hecho se siguen utilizando; lo que ha sucedido es que los nuevos conocimientos han abierto nuevas posibilidades inimaginables hace tan sólo 50 años, y pueden contribuir a una mayor eficiencia en el uso de la metodología tradicional.

Sin embargo, cuando los ciudadanos pensamos acerca de la biotecnología lo que se nos suele venir a la mente son los últimos organismos producidos por la ingeniería genética y la controversia que éstos generan. La respuesta que se da desde el ámbito biotecnológico es que no hay razón alguna para la alarma, sobre todo si se reconoce que los seres humanos venimos produciendo artefactos biotecnológicos desde hace mucho tiempo. El proceso de domesticación de plantas y animales, efectuado desde hace 11.000 años, ya habría dado lugar a modificaciones genéticas sustanciales en las diferentes especies; lo único que añade la biotecnología moderna es un mejor conocimiento de los procesos implicados en tal domesticación y alteración genética. Las

consecuencias de nuestras decisiones tecnológicas nunca han estado tan previstas.

En este artículo se van a mostrar ciertas diferencias existentes entre los bio-artefactos y los artefactos físicos. Se sostendrá una perspectiva similar a la que defiende el grupo de investigadores del departamento de filosofía de la Universidad de Delft, esto es, que para comprender qué es un bio-artefacto necesitamos conceptualizar la respuesta teniendo en cuenta una doble caracterización: en su caso biológica e intencional. Por supuesto, decir esto no significa que sea necesario adoptar una visión dualista de la naturaleza², aunque por razones conceptuales resulta adecuado comprender los artefactos desde una doble perspectiva, que tenga presente la intervención de agentes intencionales en el diseño y uso de esos nuevos objetos.

Para mostrar las diferencias que existen entre los bio-artefactos y los artefactos físicos será preciso tener en cuenta que los primeros pueden comprenderse desde una perspectiva doble: son organismos biológicos, además de artefactos. Por su naturaleza biológica pueden describirse desde la perspectiva funcionalista no intencional, pero al mismo tiempo, debido a su naturaleza artefactual desarrollan funciones intencionalmente orientadas. Esta naturaleza funcional dual hace que sea preciso distinguir aquellas funciones que son característicamente biológicas de las que son artefactuales. No se estudiarán todas las técnicas biotecnológicas capaces de producir artefactos, sino que se hará especial hincapié en los procesos tradicionales de domesticación animal (que pueden extenderse fácilmente a los de domesticación vegetal). Será preciso responder a la pregunta de si esos procesos tradicionales de domesticación han generado nuevos tipos de funciones en los organismos domesticados, para de este modo saber si es factible responder adecuadamente a la naturaleza de las funciones propias de los animales domésticos sin tener en cuenta su naturaleza artefactual. Será necesario ampliar en cierta medida los modelos funcionales propuestos para los organismos biológicos (no intencionalmente modificados) y tener en cuenta aquellos propuestos para los artefactos físicos (diseñados y producidos intencionalmente).

² A lo largo del artículo me referiré exclusivamente a aquellos fenómenos biológicos que son el resultado de la modificación intencional realizada por los seres humanos. Los organismos vivos tienen la capacidad de establecer relaciones genéricamente denominadas mutualistas. La única diferencia que sería posible señalar como particular de los bio-artefactos creados por los seres humanos es la naturaleza intencional de nuestras producciones, sin que ello signifique no puedan ser entendidas también en clave simbiótica o parasitaria.

¿Por qué los bio-artefactos son diferentes de los artefactos?

La hipótesis que se propone para responder a la pregunta que encabeza este apartado es que los bio-artefactos tienen (i) funciones intencionales derivadas del diseño y uso, como cualquier tipo de artefacto, y (ii) funciones biológicas, como cualquier otro organismo biológico. De esta manera, si para caracterizar un artefacto es preciso tener en cuenta su naturaleza dual (son estructuras físicas diseñadas, que llevan a cabo funciones referidas a la intencionalidad humana) (Kroes & Meijers, 2006: 2), en el caso de los bio-artefactos se deberá tener presente que aunque su estructura física puede resultar interesante, lo son aún mucho más las propiedades que emergen de su complejidad biológica, esto es, las funciones que como organismos biológicos pueden realizar. De hecho, la principal razón por la que los seres humanos comenzaron a hacer uso de ellos y posteriormente a modificarlos fue precisamente por la aparente similitud funcional de los organismos biológicos con los artefactos producidos por nosotros.

Según la concepción dualista del grupo de Delft, los artefactos técnicos son diferentes de los artefactos sociales, tales como las leyes o el dinero, puesto que la realización de las funciones que tienen como artefactos depende de manera crucial de su estructura física. El artefacto social *dinero* puede realizar su objetivo de las maneras más diversas, sin que éstas tengan necesariamente que ver con su estructura física. Al mismo tiempo, los objetos físicos o naturales también son distintos de los artefactos tecnológicos, debido a que estos han sido producidos y usados intencionalmente por los seres humanos para realizar ciertos objetivos. Cuando se dice que han sido producidos lo que se está implicando es que es preciso que los seres humanos los diseñen y produzcan para que aparezcan en el mundo, y solamente son artefactos debido a nuestra producción y uso.

These artefacts have a purpose or function: they are objects to be used for doing things and are characterized by a certain 'for-ness'. It is this teleological element that sets technical artefacts apart from physical objects. Physical objects, with the exclusion of biological entities, have, as physical objects, no function and exhibit no 'for-ness': they acquire a teleological element and become technical artefacts only in relation to human intentionality. Thus in a twofold sense, human beings produce technical artefacts: in a physical and in an intentional sense (where the physical sense always involves the intentional sense, but not the other way around. (Kroes y Meijers, 2006: 1.)

De esta manera, un bio-artefacto también será diferente de un organismo biológico, fundamentalmente porque su existencia en el mundo depende de nuestra producción y uso. Así, las sanguijuelas empleadas en la medicina tradicional no se pueden entender exactamente como bio-artefactos, ya que su presencia en el mundo no depende de nuestra producción: sólo las usamos. Las sanguijuelas son escogidas (no seleccionadas) por su capacidad para llevar a cabo una función biológica, a la que damos un uso artificial; de la misma manera que una piedra escogida por sus características físicas para clavar las clavijas de una tienda de campaña -porque nos hemos olvidado el martillo en casa-, no es un artefacto: su existencia es independiente de nuestras intenciones y del uso que podamos darle³.

Ahora bien, un animal domesticado, producto de la selección artificial intencional humana, existe solamente en tanto en cuanto nosotros lo hemos producido. Es decir, una vaca lechera es característicamente un bio-artefacto. Las vacas lecheras no pertenecen a una especie surgida a través de un proceso de selección natural (como las sanguijuelas). Sus antepasados naturales (no artefactuales) se extinguieron hace tiempo y las vacas lecheras pueden sobrevivir gracias a que nosotros las hemos producido y ahora mantenemos una cierta relación con ellas.

Sin embargo, ¿por qué hemos producido esa nueva especie artificial?, ¿qué características funcionales de sus antepasados nos parecieron interesantes como para que con el paso de las generaciones hayamos llegado a producir un organismo nuevo y, desde cierto punto de vista, incluso no-funcional?, ¿es posible diferenciar entre distintos tipos de funciones en un bio-artefacto?

Para poder responder a estas preguntas es necesario detenerse brevemente en las diferentes propuestas que se han realizado para dar cuenta de las características funcionales de los organismos biológicos. En ciencia se admiten como válidas las explicaciones funcionales para los fenómenos biológicos, a diferencia de lo que sucede con los fenómenos físicos. Cabe preguntar cuál es la función de un corazón, aunque es impensable que la física contemporánea admita una cuestión similar para, pongamos por caso, un sistema puramente físico como puede ser el sistema solar. Uno de los grandes hitos en la historia de la ciencia fue la eliminación de las explicaciones teleológicas en el ámbito de la naturaleza física. Con este cambio, que suele tener como marco temporal la revolución científica del siglo XVII, se rechazaban las explicaciones aristotélicas sobre los fines intrínsecos que los objetos naturales tenían, por ejemplo, a ocupar ciertas posiciones en el espacio. Las explicaciones teleológicas

³ En este punto me alejo de la propuesta de Dan Sperber (2007).

serían sustituidas por explicaciones causales si querían alcanzar el estatuto de científicas. Las buenas explicaciones científicas habrían de evitar recursos como los empleados por Aristóteles para explicar la caída de los cuerpos, o tautologías como la que propone Molière según la cual “el opio duerme a causa de su virtud adormecedora”. En su lugar, se enunciarían principios generales que son la causa del comportamiento semejante de un gran número de fenómenos. Ahora bien, se ha admitido una excepción: las partes que componen un organismo biológico. La biología está atestada de explicaciones funcionales o teleológicas. En este ámbito es posible seguir haciendo preguntas acerca de la funcionalidad de un ítem dentro de un sistema sin que esa pregunta sea necesariamente tachada de no-científica. Lo que sí es necesario es que se haga una traducción de esta pregunta teniendo presente que las causas de las funciones están en el pasado y, en ningún caso, en el futuro.

A continuación se planteará un breve resumen acerca de las principales concepciones acerca de la naturaleza de las explicaciones funcionales. Esto permitirá comprender en qué medida pueden emplearse estas propuestas para el caso de los bio-artefactos y en qué medida es preciso entenderlos desde la caracterización artefactual.

Las explicaciones funcionales

Las actuales propuestas acerca de las explicaciones funcionales se pueden dividir en dos grandes categorías: la teoría histórico-etiológica y la teoría sistémica. La teoría etiológica fue propuesta en la década de los setenta por Larry Wright y desarrollada desde los ochenta por Ruth Millikan y Karen Neander. Según esta teoría, la atribución de funciones en biología nos informa acerca de la historia evolutiva del ítem al que se le atribuye la función. Es decir, la atribución de funciones identifica los efectos por los que cierto rasgo fue seleccionado en el pasado. Así, los corazones tienen la función de bombear sangre, si y sólo si la irradiación de sangre es lo que ha causado que los corazones fuesen favorecidos por la selección natural.

La propuesta de Larry Wright fue la primera respuesta a los intentos reduccionistas de algunos miembros de la Concepción Heredada respecto a las explicaciones funcionales. La principal virtud de la propuesta de Wright es que consigue eludir el problema de la orientación hacia el futuro de las explicaciones funcionales y teleológicas, sin por ello enfrentarse al problema de la causalidad. Inauguraba así la línea de análisis funcionalista “histórico-etiológica”. Wright (1973) propone que decir que la función de X es Z, significa que:

- (i) X está donde está porque hace Z,
- (ii) Z es una consecuencia de que X esté ahí.

De esta manera, decir que la función del corazón consiste en bombear sangre significa que:

- (a) dicho órgano está donde está porque bombea sangre y
- (b) el hecho de que bombee sangre es una consecuencia de que el corazón esté donde está.

El significado de (a) no plantea, en principio, ningún problema, simplemente afirma el comportamiento causal del fenómeno. Sin embargo, (b) sí es más problemático, ya que pretende justificar que ése y no otro ha de ser el comportamiento del fenómeno en cuestión. Es decir, no tiene en cuenta la posibilidad de que X esté donde está por accidente; (b) no sólo explica qué hace X, sino que también justifica la ocurrencia de la función Z apelando al trasfondo causal de la existencia de X, es decir, al hecho de que X esté donde está. O, lo que es lo mismo, Z es una consecuencia causal de que X esté presente. Esta relación de consecuencia causal no implica que siempre que se dé Z deba darse X, ya que puede haber una multitud de fenómenos que den lugar a la misma función. Este es el problema de la realizabilidad múltiple.

La teoría etiológica considera que la atribución de funciones es explicativa dentro de una teoría causal de la explicación. Wesley Salmon fue el primero en darse cuenta de la conexión que existe entre la teoría causal de la explicación y la explicación etiológica de las funciones (Salmon, 1989: 111-116). A primera vista, la atribución de funciones parece tanto causalmente explicativa como preocupada por las consecuencias. Sin embargo, en la teoría causal de la explicación, las explicaciones son explicativas simplemente porque detallan el mecanismo por el que se produjo el fenómeno que quiere explicarse. Ahora bien, ¿cómo se puede explicar causalmente la presencia de un ítem apelando a sus consecuencias, si dichas consecuencia ocurren sólo después de la aparición del ítem en el mundo? La respuesta desde la teoría etiológica es que las funciones de cierto ítem en particular son un subconjunto, no de las consecuencias presentes, sino más bien de las consecuencias pasadas de tal ítem en los organismos que le precedieron y con los que guarda un vínculo reproductivo. Las consecuencias pasadas sí pueden ser causalmente efectivas y por ello las explicaciones etiológicas identifican las funciones de un ítem con las consecuencias pasadas que fueron causalmente efectivas en la evolución del ítem al que se le atribuye la función.

La propuesta de Ruth Millikan, en el marco de la concepción histórico-etiológica, es sumamente ambiciosa, ya que no sólo pretende dar cuenta de las funciones presentes en los órganos de los seres vivos, sino también de conductas

mucho más complejas, como las cognitivas. De hecho, uno de sus principales objetivos es proponer una explicación naturalizada de la semántica.

Los conceptos básicos de su teoría son la noción de *función propia* y la de *función propia derivada* o *malfunción*. Las funciones propias (Millikan, 1984, 1989b, 1993) se pueden comprender como herramientas conceptuales que nos permiten atribuir los objetivos o propósitos a los ítems funcionales, para lo que se recurrirá, únicamente, a la historia del fenómeno y no a su capacidad causal presente. Se ha de entender, por ello, referido a una familia (o, en sentido más amplio, a un linaje). Un fenómeno tiene una *función propia* sólo si pertenece a una familia establecida reproductivamente (el linaje del fenómeno que queremos explicar y que tiene una función). Esta reproducción no tiene por qué ser biológica, es suficiente con que se reproduzca cualquier carácter que pertenezca a un modelo determinado. Los fenómenos que pueden reproducirse, por ejemplo, son los genes, los gestos corporales pertenecientes a las distintas culturas, las herramientas, o ejemplares de un mismo tipo lingüístico también pertenecerían a esta categoría.

Gracias a estos conceptos, Millikan construye la noción de *función propia*, que se puede aplicar tanto a fenómenos biológicos como artificiales. Decir que algo tiene una función propia directa significa que el fenómeno tiene la función que tiene, independientemente de que se ejecute o de su posible malfuncionalidad, por razón de la historia del linaje de fenómenos al que pertenece (Millikan, 1984: 28)⁴.

La definición de función propia de las partes y comportamientos de los organismos se complica por el hecho de que las partes y órganos de ciertos organismos no son copiados de partes y órganos de los progenitores de dichos organismos. Son los genes los que ayudan a producir tales ítems y no los ítems en sí mismos. Esto significa que atribuir funciones propias a los órganos de los organismos a través de la noción de reproducción tiene que incluir algo más que la mera copia. Millikan necesita una noción de reproducción que permita que un corazón sea el descendiente de los corazones de los progenitores. Para resolver este problema Millikan recurre a la idea de que las funciones propias se definirán con respecto a entidades que han sido reproducidas. La clase de entidades que son reproducidas incluyen (i) entidades que han sido copiadas, y (ii) entidades que han sido producidas con ayuda de entidades que han sido reproducidas y que

⁴ Y también. "Putting things very roughly, for an item *A* to have a function *F* as a direct proper function", it is necessary (and close to sufficient) that [...] *A* originated as a "reproduction" (for example, as a copy, or a copy of a copy) of some prior item or items that, *due* in part to possession of the properties reproduced, have actually performed *F* in the past, and *A* exists because (causally historically because) of these performances" (Millikan, 1989b: 288-289)

tienen la función propia de ayudar a producir tales entidades. Los genes pertenecen a la primera categoría de entidades que han sido reproducidas, mientras que los órganos pertenecen a la segunda.

El sello distintivo de la acción de copiar es que las copias son similares al original. Para tener funciones propias, las entidades no sólo tienen que haberse originado mediante la copia, también deben haber participado en alguna clase de proceso selectivo. Tiene que haber competidores con un carácter diferente que no se han reproducido o que se han reproducido menos extensivamente debido, precisamente, a esa diferencia de carácter. Ese carácter heredado de los ancestros que ha permitido realizar *F* Millikan lo denomina carácter *normal* o *establecido reproductivamente*. (Millikan, 1984: 28)

La noción de función propia tiene como noción correlativa la de malfunción. Si es posible decir lo que un ítem tiene que hacer, también será posible señalar cuándo falla al hacerlo, es decir, cuándo efectúa un malfuncionamiento. Según las explicaciones de Wright y de Cummins (más adelante) es difícil distinguir entre un malfuncionamiento y no tener la función. Por ejemplo, un corazón incapaz de bombear sangre adecuadamente, tiene la función de bombear sangre, aunque sea incapaz de llevarla a cabo, y a esto se debe que sea un ítem *malfuncionante*. Esta distinción es posible gracias a que la capacidad o disposición actual del ítem es un criterio determinante para que identifiquemos su función.

Mientras que la teoría etiológica de Millikan pretende poder ser aplicada a una gran variedad de rasgos, la de Karen Neander se realiza exclusivamente para la biología. En su artículo “Function as Selected Effects” de 1991 defiende una teoría etiológica de las funciones propias, según la cual, “roughly speaking, biological proper functions are effects for which trait were selected by natural selection.” (Neander, 1991a: 196)⁵. Para Neander, la biología debe dar cuenta de la existencia de funciones como fenómenos normativos, que han de basarse en argumentos retrospectivos. La eficacia selectiva que se ha manifestado en ejemplares pasados determina una norma de ejecución sobre ejemplares actuales.

La propuesta de Neander asume dos cuestiones muy destacables. Por un lado, y en contra de la teoría darwiniana, considera que la unidad de selección es el genotipo y no el organismo. La otra tiene que ver con la noción de eficacia

⁵ De manera un poco más desarrollada: “It is the/a proper function of an item (X) of and organism (O) to do that which item of X’s type did to contribute to the inclusive fitness of O’s ancestors, and which caused the genotype, of which X is the phenotypic expression, to be selected by natural selection. According to this theory, for instance, hearts have their proper function of pumping blood, because pumping blood is what hearts did that caused them to be favoured by natural selection”. (Neander, 1991a: 174)

inclusiva, que también se opone a la eficacia darwiniana. Ésta última se ha entendido tradicionalmente como la capacidad que tienen los individuos para producir copias viables de sus propios genes, o lo que es lo mismo, de descendientes capaces de sobrevivir y de reproducirse. En cambio, la eficacia inclusiva propone que no siempre es el individuo el que resulta seleccionado, sino que lo son sus genes, independientemente de cuál sea su suerte una vez que han pasado a la generación siguiente.

Según Neander, las explicaciones funcionales son atribuciones de funciones seleccionadas. En “The Teleological Notion of Function” (1991b) sostiene que las atribuciones de funciones generan o justifican (universal e intrínsecamente) explicaciones teleológicas. Como ejemplo comenta la explicación de por qué los pingüinos son miopes en tierra señalando que es “a by-product of an optical system that has the primary function of providing sharp visual focus under water where the penguins find their food” (Neander, 1991b: 454).

En cuanto a la propuesta sistémica, cuyo principal exponente posiblemente sea Robert Cummins, al considerar que la atribución de funciones describe el papel de cierta parte o actividad en el mantenimiento de una capacidad concreta en el sistema al que pertenece. Así, decir que el corazón tiene la función de irradiar sangre es decir que la irradiación de la sangre es lo que hace el corazón, y explica la capacidad del ítem para hacer circular la sangre. Según Cummins (1975) es imposible explicar la presencia de un ítem apelando a su función:

To attempt to explain the hearts presence in vertebrates by appealing to its function in vertebrates is to attempt to explain the occurrence of hearts in vertebrates by appealing to factors that are causally irrelevant to its presence in vertebrates. Even if it were possible, as Nagel claimed, to deduce the presence of chlorophyll from the occurrence of photosynthesis, this would fail to explain the presence of chlorophyll in green plants in just the way deducing the presence and height of a building from the existence of its shadow would fail to explain why the building is there and has the height it does (Cummins, 1975: 745-746)

Por esa razón rechaza la idea de que el objetivo de las caracterizaciones funcionales sea explicar la presencia del ítem (que bien puede ser un órgano, un mecanismo, un proceso...) que está caracterizado funcionalmente (Cummins, 1975: 741). Lo que según Cummins podemos realmente explicar, y lo que de hecho explicamos mediante las funciones, es la actividad o la capacidad de un sistema del que el ítem al que atribuimos una función es una parte. Es decir, las

explicaciones funcionales explican cómo un sistema es capaz de realizar una tarea compleja gracias a la identificación de la capacidad de diversas partes de ese sistema para realizar una serie de subactividades que se suman a la capacidad total. Por ejemplo, la explicación funcional de la capacidad de un organismo (el sistema) de hacer circular oxígeno explicaría esta capacidad como el resultado de la combinación de la capacidad de la sangre de transportar oxígeno, del corazón de bombearla y de los vasos sanguíneos de dirigir la sangre de los pulmones y los bronquios hasta los órganos y traerla de nuevo. La atribución de la función del corazón de propagar la sangre sirve para explicar la capacidad de la sangre de circular, pero no sirve para explicar la presencia del corazón.

La teoría de la explicación funcional se enfrenta a serios problemas. En el caso de la teoría etiológica, el principal escollo es el de la atribución de funciones que aparentemente se refieren a efectos más que a causas. Este problema ha sido formulado con claridad por Neander:

The general prima facie problem with teleological explanations is often said to be they are 'forwardlooking'. Teleological explanations explain the means by the ends (...), and so the explanans refers to something that is an effect to the explanandum, something that is forward in time relative to the thing explained. (...) Indeed, because teleological explanations seem to refer to effects rather than prior causes, it looks at first sight as though backward causation is invoked. (...) The prima facie problem gets worse, if that is possible, because many functional effects are never realized (Neander, 1991b: 455-456)

En el caso de la propuesta sistémica, el principal problema que ha de afrontar es que la función propia de un ítem y una función accidental del mismo son indistinguibles, algo que sí consigue distinguir la propuesta etiológica. Desde la explicación sistémica no es posible saber cuál es la función del corazón, si bombear sangre o realizar un determinado sonido. En el primer caso, el corazón formaría parte de un sistema en el que llevaría a cabo una determinada función. Ahora bien, podemos imaginarnos otro sistema del que el corazón también formase parte, como por ejemplo, el que se establece entre un médico, el corazón de un paciente y el diagnóstico que tiene que realizar. En este caso, el sonido será una de las disposiciones interesantes del corazón a la hora de ser auscultado. Desde la explicación etiológica se puede establecer de forma más o menos clara que los corazones han proliferado no porque efectúen un sonido, sino porque permiten la circulación sanguínea.

Sin embargo, la explicación etiológica adolece del defecto de considerar que las múltiples funciones que pueden ser interesantes para comprender qué es

lo que hace un ítem se pueden reducir fundamentalmente a una única función propia. Ahora bien, esto puede ser más que problemático para ciertos casos concretos. Por ejemplo, ¿cuál es la función propia del cerebro humano? Es un ítem que lleva a cabo múltiples funciones, todas ellas necesarias para diferentes propósitos, desde almacenar información y recuerdos, controlar nuestro aparato motriz o la manifestar la capacidad de hablar y razonar. Por supuesto, podemos dar explicaciones evolutivas de por qué nuestro cerebro es como es. Sin embargo, podríamos decir que desarrolla una malfunción desde un punto de vista, por ejemplo, si el portador de un cerebro no tiene capacidad visual por un daño en una zona concreta del mismo, aunque no por ello consideraríamos que todo el cerebro es malfuncionante. Ello se debe a que la interpretación que hacemos en muchos casos requiere de explicaciones sistémicas. Distinguimos entre diferentes funciones que los ítems aportan a distintos sistemas. Es más, gracias a las investigaciones biológicas y médicas se descubren constantemente nuevas funciones para los diferentes órganos que aportan una visión ampliada acerca de cómo contribuyen al sostenimiento general del sistema.

La adscripción de funciones no sólo tiene interés desde el punto de vista de las ciencias biológicas. La filosofía de la tecnología también se ha acercado a este asunto, aunque con un punto de vista y unas conclusiones un tanto diferentes debido a la naturaleza de los objetos de los que trata. Peter Kroes es uno de filósofos que ha abordado este problema junto con varios miembros de su departamento en la universidad de Delft. Así como en el caso de las funciones biológicas puede resultar controvertido adscribir funcionalidades y fines a los diferentes ítems (por las connotaciones teleológicas que implican), en el caso tecnológico la funcionalidad va implícita en el propio diseño del artefacto, luego se puede asumir más o menos aproblemáticamente. En un número especial de la revista *Studies in History and Philosophy of Science* del año 2006 estos autores se plantean las principales caracterizaciones de los artefactos técnicos. La tesis común es que los artefactos técnicos tienen una naturaleza dual, son objetos que tienen una determinada estructura física que realiza una función. La principal característica definitoria es que han sido producidos y usados intencionalmente por los seres humanos para que lleven a cabo ciertos objetivos. Son producidos físicamente “in the sense that the physical objects involved are typically designed and made by human beings (this is certainly true for artefacts that are the result of modern engineering)” (Kroes & Meijers, 2006: 1). Por otro lado, se dice que son producidos porque sólo gracias a la intencionalidad humana dichos objetos físicos se convierten en artefactos técnicos (Kroes & Meijer, 2006: 1). Es por ello que los artefactos técnicos tienen un propósito o función: por ser objetos para ser usados para hacer cosas. Precisamente esa finalidad de hacer algo es lo

que los sitúa en un plano diferente de otros objetos físicos. Sólo a través de la intencionalidad humana adquieren funcionalidad.

Entre los miembros del grupo de Delft se ha analizado la posibilidad de utilizar las teorías histórico-etiológicas para comprender los artefactos tecnológicos (Vermaas & Houkes, 2003). Estos autores señalan que si se llevase a cabo una transposición simplista habría de suponerse que los artefactos técnicos tienen, al igual que los organismos biológicos, historias causales de reproducción y selección, para de esta manera poder identificar las funciones propias de un artefacto con las disposiciones por las que el artefacto ha sido seleccionado o las disposiciones que han contribuido causalmente a su existencia. Sin embargo, hemos de ser conscientes de que los términos *reproducción* y *selección* cobran significados diferentes cuando son aplicados en el contexto tecnológico. Tanto la reproducción como la selección implican ahora el comportamiento intencional de ciertos agentes, mientras que desde el punto de vista biológico es implantable una intencionalidad en el proceso. Además, en el sentido tecnológico la selección puede interpretarse de dos maneras diferentes: (i) en sentido restringido, en tanto en cuanto la selección se aplicaría a un único artefacto seleccionado también por un único agente, o (ii) en sentido más amplio, según el cual la selección sería un proceso repetitivo que implicaría a muchos artefactos similares seleccionados también por un número relativamente extenso de agentes. Desde el punto de vista biológico, la selección sólo puede entenderse en este sentido amplio de selección repetitiva y nunca en el sentido restringido. (Vermaas & Houckes, 2003: 262-263). De manera que si queremos emplear la concepción etiológica para dar cuenta de las funciones de los artefactos tecnológicos sería preciso que las historias causales de éstos implicasen aspectos intencionales, o lo que es lo mismo, necesitaríamos una concepción etiológica (con historia reproductiva) e intencional al mismo tiempo. Ahora bien, siendo cierto que este requisito no parece tener ningún sentido desde el punto de vista de los artefactos físicos, cobra una interesante dimensión para los bio-artefactos. La principal ventaja de las teorías etiológicas es que permiten distinguir entre las funciones propias de un ítem de otras disposiciones haciendo referencia a la historia selectiva de dicho ítem. Los bio-artefactos, tales como las especies animales resultado de un largo proceso de selección artificial, tienen una historia selectiva, en este caso no ciega, sino intencional, o si se quiere, son el resultado de la selección artificial. Ello no significa que el mecanismo biológico implícito sea diferente. Simplemente cambiamos las circunstancias contextuales y la selección ya no sería ciega, sino intencional o teleológica. Pero, y quizá esto sea lo más interesante, cómo se defina la función propia de un organismo cambia radicalmente si se interpreta desde una historia selectiva no intencional a si se

hace desde una historia selectiva intencional. De hecho, se pueden mostrar ejemplos de especies animales artificialmente producidas con funcionalidades particulares que podrían interpretarse como malfuncionamientos o como funciones propias dependiendo de dónde pongamos la presión selectiva. Para comprender mejor la dinámica de esta transformación puede ser interesante que se haga un breve excursus acerca del proceso de domesticación, y dejar así patente el mecanismo mediante el cual se producen estos cambios funcionales en los bio-artefactos.

La domesticación como una técnica para producir bio-artefactos.

Cuando los seres humanos comenzaron a domesticar animales y plantas no eran conscientes de la complejidad de los mecanismos implícitos en los procesos que estaban llevando a cabo. Durante un primer estadio de la domesticación se mantuvieron animales en cautiverio con el propósito de disponer de recursos alimenticios sin la necesidad perentoria de cazarlos. Por supuesto, los seres humanos ya habían pasado del estado de cazadores nómadas a recolectores asentados en una localización.⁶ Desde el momento en que comenzaron a mantener cautivos a estos animales realizaron un proceso selectivo, escogiendo entre las diferentes especies disponibles aquellas que reunían una serie de características interesantes. De hecho, hay muy pocas especies animales que hayan sido domesticadas:

In the case of livestock, among 148 non-carnivorous mammal species weighing more than 45 kg, only 14 have been domesticated (Diamond, 1999). Thirteen of these species come from Europe or Asia and only one from America (the llama). The proportion is even lower in birds, with 10 of around 10.000 species being domesticated. Finally, domestication of fish is beginning in a few species (Mignon-Grasteau et al, 2005: 4)

Esto no se debe a motivos irrelevantes. Hay una serie de rasgos que hacen que la domesticación de algunos animales sea más factible que la de otros. Entre esas características, probablemente el comportamiento gregario sea uno de los más interesantes (Diamond, 1999). Por otro lado, es importante que puedan ser

⁶ Hunter-gather behaviour began to change at the end of the Pleistocene because of increasingly unpredictable climate, decreases in big-game species that were hunters' first-choice prey, and increasing human occupation of available habitats (Diamond, 2000: 700)

alimentados fácilmente por los seres humanos, lo que explicaría porque haya tan pocos animales carnívoros entre las especies domesticadas. También es importante que tengan cierta precocidad, valiéndose rápidamente por sí mismos sin necesidad de ser atendidos por sus progenitores o por sus cuidadores (Diamond, 2002). Estos quizá sean los motivos por los que la mayor parte de los primeros animales domesticados como fuente de alimento fuesen mamíferos ungulados y gallináceas, ya que reunirían todos estos requisitos (Jensen, 2002). Además, es importante que puedan reproducirse con facilidad en cautiverio y que los síntomas de celo consistan en actitudes obvias más que en rasgos poco evidentes (Price, 1999). Por otro lado, aquellos animales gregarios y con una estructura jerárquica de dominación también son interesantes, ya que este rasgo permitiría que los seres humanos adoptasen el papel de animal dominante en el grupo (Jensen, 2002). La plasticidad en el comportamiento que permite una adaptación a las limitaciones propias del cautiverio o a una amplia variedad de entornos es, asimismo, un rasgo a tener en cuenta. Y por último, aunque no menos importante, los animales propicios para ser domesticados deben manifestar una actitud poco temerosa hacia los seres humanos (Price, 1999; Diamond, 2002). (Mignon-Grasteau et al, 2005: 6). Es así que, por ejemplo, aunque se ha intentado durante mucho tiempo domesticar cebras en África no se han obtenido resultados fructíferos debido a que estos animales, aún reuniendo parte de los requisitos, mantienen un comportamiento feroz hacia nosotros, siendo además una especie con una reacción de escape y ataque mucho más rápida que otros ungulados debido a su mejor visión periférica.

Sin embargo, como Houkes y Vermaas han señalado, la mera selección de un ítem no es lo mismo que producir un artefacto (Houckes & Vermaas, forthcoming, 2008). Escogimos aquellos animales por sus rasgos más convenientes para nuestros propósitos, de la misma manera que escogemos una bonita piedra en nuestro paseo por la playa para que nos sirva de pisapapeles. Usamos la piedra, pero ésta no es un artefacto puesto que simplemente estamos usando ciertas propiedades físicas de tal piedra sin cambiar sus propiedades físicas.

Ahora bien, hay una característica muy interesante de los fenómenos biológicos que nos permitiría distinguirlos de los objetos físicos. Cuando se comenzó a mantener en cautiverio a esos animales, comenzaron a producirse al mismo tiempo ciertos cambios de los que no éramos, en absoluto, conscientes. Durante el cautiverio se relaja la presión selectiva ya que pasamos a controlar las nuevas condiciones ambientales. Por ejemplo, los animales no tienen que volver a buscar comida, no tienen que evitar a los predadores o reproducirse sólo estacionalmente. Así, algunos rasgos relacionados con la presión selectiva fueron

desapareciendo porque ya no eran necesarios, dando lugar a ciertos cambios genéticos y morfológicos, tales como el tamaño, el color del pelaje o plumaje o sus hábitos alimenticios o reproductivos. Este no es el caso cuando lo que se seleccionan son entidades puramente físicas, que como no tienen la capacidad de reproducirse, lo máximo que podemos decir es que sus características pueden degradarse, no transformarse en otras.

En un segundo estadio de la domesticación, los seres humanos se volvieron más activos en el proceso selectivo, eliminando aquellos animales que no eran capaces de reproducirse en cautiverio y favoreciendo aquellos otros “*which can wean a high proportion of young in the environment provided by humans.*” (Mignon-Grasteau et al, 2005: 6). En este momento ya se tenía un propósito específico, manifestamos una intención positiva al preferir aquellos buenos reproductores frente a los reproductores deficientes. Asimismo, también se prefirió a los ejemplares jóvenes que fuesen capaces de alimentarse por sí solos de manera más precoz, en lugar de seguir alimentándose gracias a sus madres. En ese momento se comenzó a tener conciencia de que éramos capaces de seleccionar y mantener algunos animales que manifestaban ciertos rasgos interesantes, como, por ejemplo, ser capaces de poner más huevos o producir mayor cantidad de leche durante períodos que iban más allá del lapso normal de lactancia. Para entonces ya se habían producido algunos cambios en sus rasgos: algunos no intencionalmente buscados, como el aumento del número de ejemplares de color blanco entre las poblaciones domesticas (un rasgo poco interesante si se aplica un mecanismo de selección natural, salvo en muy excepcionales ocasiones como aquellos animales que viven sobre la superficie polar); o la disminución del tamaño de la cabeza y el cerebro hasta el punto de haber perdido capacidad sensitiva con respecto a sus antepasados evolutivos. Como bien explica Jared Diamond “Good brains and keen eyes are essential to survival in the wild, but represent a quantitatively important waste of energy in the barnyard, as far as human are concerned.” (Diamond, 2002: 701). También se produjeron otros cambios, en este caso intencionalmente buscados, como por ejemplo con respecto al tamaño de las especies: los uros (especie de la que desciende el ganado bovino) eran el doble de grandes que nuestras reses actuales, siendo la nueva especie domesticada mucho más fácil de manejar. Los pollos y los pavos, en cambio, aumentaron de tamaño, para poder producir una mayor cantidad de carne para consumo. Sin embargo, los cambios no se quedaron en el plano morfológico, también tuvieron lugar en el plano comportamental⁷.

⁷ Hay que tener presente que los cambios no se produjeron sólo en un sentido. En primer lugar los seres humanos tuvieron que enfrentarse a nuevas enfermedades que afectaban a estos animales y que hasta ese momento no habían supuesto un riesgo para nosotros. El sarampión o la tuberculosis surgen

En la siguiente tabla se resumen los cambios de comportamiento más destacables⁸. Se distinguirán los cambios que se produjeron en razón de una presión intencional de aquellos derivados meramente de los cambios contextuales (no intencionalmente pretendidos).

Comportamiento perseguidos intencionalmente	
Relaciones con los seres humanos: Docilidad	Los animales domésticos son mucho más dóciles que los salvajes. El temor ante los seres humanos puede seleccionarse, tal y como se ha demostrado en diversos experimentos realizados con codornices, pollos y pavos empleando el criterio de comportamiento (duración de la inmovilidad tónica) o los niveles de corticosterona después de ciertas situaciones estresantes
Comportamiento reproductivo	La mayor parte de los animales domésticos son más precoces que sus parientes salvajes. La diferencia puede deberse parcialmente a la selección activa. La pérdida de estación de celo y muda también es una característica de los animales domesticados, al proporcionar los humanos un entorno que asegure la supervivencia de los nuevos ejemplares incluso aunque nazcan en una estación desfavorable.
Comportamiento maternal	El comportamiento maternal es esencial para la supervivencia de los jóvenes, y parece ser más deficiente en el caso de los animales domésticos, aunque existen

a partir de enfermedades que afectaban al ganado domesticado, y la gripe parece que proviene de una mutación de un virus que afectaba a cerdos y patos. Asimismo, también se han producido cambios incluso en la fisiología de nuestro sistema digestivo. Por ejemplo, la absorción de lactosa por parte de los humanos adultos se puede interpretar en clave de co-evolución entre dos especies. Aquellas poblaciones humanas que tradicionalmente han consumido productos lácteos presentan niveles muy inferiores de individuos con intolerancia a la lactosa que en casos en los que no se consumen este tipo de productos, lo que se debe a que a lo largo de 6.000 años y aproximadamente 300 generaciones, se han producido diferencias genéticas responsables de esa diferencia fenotípica entre poblaciones humanas (Feldman & Laland 1996: 454). De esta manera, los riesgos derivados del consumo de productos biotecnológicos ha sido una constante desde el comienzo de nuestra relación con ellos, no siendo una característica definitoria de la biotecnología contemporánea. Y no sólo podemos hablar de cambios morfológicos, las nuevas relaciones con los animales y plantas domesticadas también dio lugar a cambios comportamentales en los seres humanos, de hecho el tipo de cultura y de organización social característico de las nuevas comunidades de recolectores y ganaderos provocó un cambio revolucionario en nuestra forma de vida.

⁸ Extraídos de Mignon-Grasteau et al. 2005 y de Price 1999

	<p>escasas comparaciones entre animales domésticos y salvajes. Las vacas Salers⁹ amamantan durante más tiempo a sus crías que las vacas Holstein (27.0 s vs 23.3 s), lamen a sus recién nacidos durante más tiempo (7.2 min vs 2.3 min)¹⁰, y son menos receptivas a amamantar a un ternero que no es el suyo (10% vs 50%), optimizando la leche para sus propios hijos.</p>
--	---

Comportamientos no-intencionalmente perseguidos	
Comportamiento hacia los predadores	<p><i>Relajación frente a los depredadores</i> Los animales domésticos manifiestan menos comportamientos anti-predadores, probablemente debido a la relajación en la selección de esos rasgos.</p>
Comportamientos alimenticios	<p>Los animales domésticos muestran una menor motivación para buscar comida que sus parientes salvajes. Estos buscan comida incluso aunque dispongan actualmente de ella, probablemente para aumentar la información ante alternativas de fuentes alimenticias Los animales domésticos también parecen ser menos capaces de adaptar sus estrategias de búsqueda en ambientes cambiantes.</p>

Así, es posible afirmar que el proceso de domesticación y de selección artificial da lugar a cambios significativos en las especies, aunque lo hace por mecanismos diferentes: (i) Por un lado estarían aquellos rasgos que han surgido no intencionalmente debido a una falta de presión selectiva y, por otro, (ii) aquellos que sí han sido seleccionados artificialmente y de manera intencional. Por ejemplo, el cambio en el color del pelaje o plumaje de los animales estaría entre los primeros. Aquellos animales con falta de pigmentación o con falta de capacidad de pasar desapercibidos en un entorno natural no perecerían en las nuevas condiciones controladas, ya que no se verían amenazados por depredadores antes de reproducirse, de manera que ese rasgo no se ha visto

⁹ Una raza considerada como de las más antiguas y genéticamente más puras de todas las razas europeas.

¹⁰ Las vacas lecheras por excelencia.

sometido a la presión selectiva. Por supuesto, podríamos pensar que los animales con esta característica no tendrían muchas oportunidades de sobrevivir en caso de que volvieran a un estado natural (si es que queremos considerar artificial su estado actual); sin embargo, desde el punto de vista adaptativo, puede decirse que estos animales han tenido un gran éxito, sobre todo si tenemos en cuenta el número de ellos que existe en la actualidad y su expansión por muy diferentes áreas del planeta. Así, la funcionalidad del color externo de los animales desaparece. No se puede hablar de una sucesión de reproducciones dentro de una línea familiar que justifique su presencia funcionalmente. Es decir, es un rasgo que no tiene función alguna. Algo similar sucede con los zorros del experimento siberiano de Dmitry K. Belyaev, que siendo seleccionados por su mayor docilidad han terminado manifestando rasgos físicos muy similares a los de otros animales domésticos, algo de lo que al parecer ya se había dado cuenta el propio Darwin (Trut, 1999).

El caso de los rasgos que se han seleccionado de manera intencional es diferente. Ahora la funcionalidad no desaparece, sino que cambia. El proceso de selección artificial ha dado lugar, sobre todo a partir del siglo XIX, momento en el que comenzaron a crearse la mayor parte de las razas especializadas, a un cambio en cuanto a la función de ciertos rasgos funcionales. De esta manera, y con el empleo de la selección artificial, se han producido intencionalmente ciertas razas capaces de llevar a cabo funciones un tanto particulares. Uno ejemplo que nos puede hacer comprender mejor este cambio funcional puede ser el de las vacas lecheras, destacando el caso de la raza Holstein. Esta raza de vacas se caracteriza por sus altos niveles de producción de leche y la capacidad de seguir produciéndola incluso sin la presencia de su cría. Podría decirse que, antes de que existiese ningún proceso de domesticación y de selección artificial intencional, la función de las ubres de las vacas era alimentar a su descendencia. Una vez que se comienza a llevar a cabo el proceso de selección artificial esta funcionalidad se transforma, las ubres de las Holstein pasan a tener una función distinta: producir grandes cantidades de leche para el consumo humano. Se han producido cambios genotípicos que dan lugar a una manifestación fenotípica funcional muy especial. Estos cambios podrían considerarse malfunciones si la interpretación no tuviese en cuenta la presión selectiva artificial y su relación artefactual con el ser humano: tanto es así que si no son ordeñadas con cierta frecuencia padecen trastornos que pueden dar lugar a la muerte del animal. Sin embargo, interpretar este rasgo como una malfunción es un error, porque precisamente ese rasgo y no otro es el que se escoge para ser reproducido. De hecho, podría considerarse una malfunción de estas vacas que dejen de producir leche cuando son apartadas de su ternero (algo que sucede en otras razas). Por lo

tanto, la función propia de la ubre de una vaca Holstein es producir grandes cantidades de leche, y en caso de que no lo haga será considerada como deficiente (o traducido al lenguaje funcionalista, no desempeñaría adecuadamente su función propia) y será sacrificada para que su carne sea consumida, y sus rasgos genéticos no sean perpetuados en un linaje. De esta forma, sólo si entendemos que la selección artificial introduce cambios significativos debido a la intencionalidad del proceso podremos dar una caracterización más completa y adecuada de las funciones de los bio-artefactos. Es precisa, entonces, una descripción funcional que reúna tanto la idea reproductiva en un linaje que aporta la concepción etiológica, como la noción de intencionalidad aportada exteriormente a través del diseño humano.

Sin embargo, la compleja naturaleza de los organismos bio-tecnológicos sometidos a una presión selectiva excesiva da lugar a ciertas consecuencias imprevistas. Así sucede con ciertos rasgos que surgen de manera no deseada y que parecen derivarse de una presión selectiva excesiva sobre otro rasgo concreto (Rauw, Kanis, Noordhuiszen-Stassen & Grommers, 1998). Estos nuevos rasgos no deseados, que pueden ser fisiológicos, inmunológicos o reproductivos dan lugar a una mala adaptación de los nuevos ejemplares por razón de la búsqueda de una eficiencia excesiva en una de las funciones artefactuales. La aparición de estos efectos no deseados se explica gracias a lo que se conoce como la teoría de la asignación de recursos (Resource Allocation Theory) propuesta por R. G. Beilharz, B. G. Luxford y J. L. Wilkinson en (Beilharz, Luxford & Wilkinson, 1993). Desde la perspectiva evolucionista, los animales que están mejor adaptados al entorno natural tienen una mayor contribución (o un mayor número de alelos transmitidos) a las generaciones futuras que los animales menos adaptados. Por esta razón, los alelos relacionados con la adaptación (la salud, la reproducción, la longevidad, etc.) sustituyen a aquellos alelos vinculados con una menor adaptación. Según la teoría de la asignación de recursos, cuando las condiciones (bien sean internas o externas) son limitadas, es preciso hallar un cierto compromiso sobre cómo repartirse los recursos entre los diferentes rasgos. Asumiendo que en la naturaleza los alelos relacionados con una mayor adaptación predominan, en la naturaleza el reparto óptimo de los recursos significará una asignación mayor de recursos para aquellos alelos que maximizan la adaptabilidad del organismo. No obstante, la cuestión es diferente si se plantea en un entorno limitado y controlado, como el proporcionado por la selección artificial:

With artificial selection, however, the 'optimal situation' is being redefined towards high production. Moreover, fitness does not necessarily

have to be as defined in nature, e.g. long reproductive life may not be necessary, but animals have to be (reasonably) healthy and reproductive. The theory implies that once a breeding goal has been defined, there is an optimum to what can be accomplished in a given, resource limited, environment. Increasing production by selection beyond this optimum will be compromised because the environment is not able to support the essential increase in resources required, resulting in a deviation from the optimum (Beilharz, et al. 1998). When a population is genetically driven towards high production, and thus allocating in a higher proportion of resources to this trait, less resources will be left to respond adequately to other demands, like coping with (unexpected) stressors. In this situation it is most likely that those traits not defined in the breeding goal will be the first ones from which resources will be diverted towards increased production (Rauw, Kanis, Noordhuiszen-Stassen & Grommers, 1998: 28-29)

Es decir, la presión ejercida a través de varias generaciones de animales sometidos a la selección artificial para transformar sus funciones puede dar lugar a efectos no deseados que no sólo afectan a la salud y el bienestar del animal, sino también a la posibilidad de transmisión de los alelos deseados a sucesivas generaciones. Así, las vacas Holstein actuales requieren de más tiempo para poder volver a gestar y producen leche de menor calidad que otro tipo de vacas no sometidas a la misma presión selectiva. Se han realizado estudios similares con pavos, pollos y cerdos y las conclusiones son similares. De esta manera, someter a las especies domesticadas a una presión selectiva excesiva orientada a mejorar la eficiencia de un cierto rasgo funcional puede conducir a efectos no deseados y difícilmente predecibles. Esta sería otra de las características que puede permitirnos distinguir los bio-artefactos de los artefactos físicos, nuevamente porque los primeros son portadores de funciones más allá de las artefactuales.

Conclusiones

A lo largo de este artículo se ha pretendido mostrar alguna de las principales diferencias que existen entre los bio-artefactos y los artefactos físicos. Para ello, se ha tenido presente que los bio-artefactos tienen una doble naturaleza: biológica y artefactual. Precisamente por su naturaleza biológica es posible describirlos desde una perspectiva funcionalista, aunque no intencional. Sin embargo, y en este caso por razón de su naturaleza artefactual, también son capaces de llevar a cabo funciones intencionalmente orientadas. De esta manera,

su naturaleza funcional requiere que dispongamos de algún criterio que nos permita diferenciar entre aquellas funciones que son característicamente biológicas de las que son puramente artefactuales.

Se ha prestado una atención especial a los procesos tradicionales de domesticación animal, aunque la intención es ampliar este análisis en el futuro a otros mecanismos biotecnológicos. Es posible que la presentación que aquí se ha hecho deba ser modificada y mejorada si lo que queremos es comprender los artefactos obtenidos gracias a las técnicas biotecnológicas actuales. No obstante, tanto en la domesticación animal como en la biotecnología actual, se da el caso de que para comprender las funciones que los bio-artefactos llevan a cabo es necesario ser conscientes de las constricciones propias de la naturaleza biológica de los mismos, sin por ello perder de vista que son artefactos, ya que, como bien defiende el grupo de Delft, su existencia en el mundo depende de nuestra producción y uso.

De entre las caracterizaciones que se han empleado para explicar qué queremos decir cuando hablamos de funciones parece que la propuesta etiológica-funcional es adecuada sólo hasta cierto punto para el propósito aquí perseguido. La razón de esa limitación, que es necesario destacar, es que la intencionalidad tiene un papel fundamental en el proceso de domesticación y de selección artificial, de tal manera que además de la historia reproductiva del ítem en cuestión, para comprender sus distintas disposiciones será preciso tener presente la naturaleza intencional de las creaciones humanas. Si los términos *reproducción* y *selección* no tienen un significado claro cuando son aplicados en el contexto tecnológico, parece que sí lo tienen cuando lo que se analiza son bio-artefactos.

El proceso de domesticación y selección artificial produce cambios significativos en ciertos rasgos de las especies a través de dos mecanismos diferentes. Así, es posible distinguir entre: (i) aquellos rasgos que han surgido no intencionalmente debido a una falta de presión selectiva y, (ii) aquellos que sí han sido seleccionados artificialmente y de manera intencional. Esta es una de las diferencias fundamentales que puede establecerse entre los bio-artefactos y los artefactos físicos. La complejidad del mecanismo de selección artificial y domesticación, unidos a la naturaleza también compleja de los fenómenos biológicos, hace que surjan propiedades a las que difícilmente se les puede asignar una función, aunque se deriven de rasgos que sí las tenían en el pasado. Por ejemplo, aquellos animales que provienen de antepasados que requerían camuflarse con el entorno, ahora han perdido esa necesidad y se han vuelto blancos o moteados. El nuevo color no tiene ninguna función, aunque tampoco

puede interpretarse en clave de malfunción: la funcionalidad del color externo de los animales simplemente ha desaparecido.

Un caso distinto es el de aquellos rasgos que se han seleccionado de manera intencional, en el que la funcionalidad no ha desaparecido, pero ha cambiado. Se han producido cambios en el genotipo que provocan manifestaciones fenotípicas funcionales artificiales. Estos cambios genotípicos y fenotípicos podrían considerarse malfunciones si la interpretación no tuviese en cuenta la presión selectiva artificial y su relación artefactual con el ser humano, pero llegar a esta conclusión sería un error porque precisamente ése es el rasgo escogido (intencionalmente) para ser reproducido. Cuando se tiene presente que la selección artificial introduce cambios significativos debido a la intencionalidad del proceso estamos en disposición de proporcionar una caracterización completa y adecuada de las funciones de los bio-artefactos.

También se ha visto otra diferencia importante entre los bio-artefactos y los artefactos habituales. Los organismos bio-tecnológicos que se ven sometidos a una presión selectiva excesiva pueden manifestar malfunciones contrarias a nuestras intenciones y a la capacidad adaptativa y de supervivencia de las propias especies. La aparición de estos efectos se ha explicado gracias a la teoría de la asignación de recursos (Resource Allocation Theory). De esta manera, la naturaleza compleja de los fenómenos biológicos da lugar a características imprevistas, algunas inocuas y otras perjudiciales. Posiblemente esta característica sea la que da lugar a la proclividad de los bio-artefactos a manifestar consecuencias indeseadas en comparación con otro tipo de artefactos. Sin embargo, gracias al conocimiento científico se nos asegura que estos factores son controlables.

La teoría etiológica parece insuficiente para dar cuenta de estas peculiaridades, debido a que su propuesta no puede recoger el aspecto intencional de la selección artificial. De esta manera, no tendríamos capacidad de saber si la desaparición o el cambio de un rasgo obedecen a una intención o son meros efectos colaterales. Asimismo, la teoría sistémica tampoco es idónea para tratar las características de los bio-artefactos, para los que la historia familiar y su pertenencia a un linaje son fundamentales si queremos dar cuenta del proceso por el que las funciones de una determinada especie han ido cambiando o se han mantenido a lo largo de la historia. La inclusión de los bio-artefactos en la reflexión funcional, un tipo de artefactos que no había sido considerado hasta ahora, provoca la necesidad de desarrollar una nueva perspectiva que tenga presente las cuestiones evolutivas (que por excelencia han sido no intencionales) con la intencionalidad propia de todo proceso tecnológico.

En este artículo se ha tratado acerca de un tipo muy específico de bio-artefacto, los organismos resultado de un largo proceso de selección artificial, dejándose de lado los nuevos productos de la ingeniería genética. Sin embargo, hay ciertas conclusiones sobre los organismos domésticos que pueden ayudar a la hora de analizar los bio-productos más modernos. La más importante tiene que ver con el último aspecto sobre el que se ha tratado en el apartado anterior. Cuando modificamos un organismo con un determinado propósito podemos estar alterando, sin ser conscientes de ello, otros rasgos. ¿Puede suceder lo mismo cuando la alteración se efectúa empleando los nuevos procesos?, ¿tienen fundamento los temores que muchos ciudadanos tienen con respecto a los artefactos biotecnológicos? Si tenemos presente que desde el mismo momento en el que se comenzó a domesticar plantas y animales asumimos riesgos y obtuvimos beneficios, ¿estamos dispuestos a asumir nuevos riesgos por los posibles beneficios futuros? Es más, ¿quiénes van a ser los principales beneficiarios de estas nuevas tecnologías y quiénes van a tener que asumir los riesgos? Todas estas preguntas quedan pendientes de su consideración futura, aunque para poder responderlas será necesario tener presente la complejidad funcional de los bio-artefactos.

Bibliografía

- Beilharz, R. G., Luxford, B. G., Wilkinson, J. L., “Quantitative Genetics and Evolution: Is our Understanding of Genetics Sufficient to Explain Evolution?”, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 110 (1993), 161-170
- Cummins, R., “Functional Explanation”, *The Journal of Philosophy*, LXXII, 20: 741-764.
- Diamond, J., *Guns, Germs and Steel: the Fate of Human Societies*, New York, Norton W. W., (1999).
- Diamond, J., “Evolution, Consequences and Future of Plant and Animal Domestication”, *Nature*, 418, 8: (2002), 700-7007.
- Feldman, M. W. & Laland, K. N., “Gene-Culture Co-Evolutionary Theory”, *Trends in Ecology & Evolution*, 11, 11, November (1996), 453-457.
- Houkes, W. & Vermaas, P. E., “Contemporary Engineering and the Metaphysics of Artefacts: Beyond the Artisan Model”. (forthcoming)
- Jensen, P., “Behaviour Genetics, Evolution and Domestication”, en P. Jensen (ed.), *The Ethology of Domestic Animals*, Wallingford: CABI Pub, 2002.
- Kroes, P. & Meijers, A., “The Dual Nature of Technical Artefacts”, *Studies in the History and Philosophy of Science*, 37, (2006), 1-4.

- Kroes, P., "Technical Functions as Dispositions: a Critical Assessment", *Techné*, 5, 3. (2001).
- Mignon-Grasteau, S.; Boissy, A.; Bouix, J.; Faure, J-M.; Fisher, A. D.; Hinch, G. N.; Per, J.; Le Neindre, P.; Mormede, P.; Prunet, P.; Vandeputte, M. & Beaumont, C., "Genetics of Adaptation and Domestication in Livestock", *Livestock Production Science*, 93, (2005), 3-14.
- Millikan, R. G., *Language, Thought, and Other Biological Categories*. Cambridge, MIT Press, 1984
- Millikan, R. G., "An Ambiguity in the Notion 'Function'", *Biology and Philosophy*, 4, (1984), 172-176.
- Millikan, R. G., *White Queen Psychology and Other Essays for Alice*, Cambridge, MIT Press, 1993.
- Millikan, R.G., "In Defense of Proper Functions", *Philosophy of Science*, 56, (1989b), 288-302.
- Neander, K., "Function as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense", *Philosophy of Science*, 58, (1991a), 168-184.
- Neander, K., "The Teleological Notion of 'Function'", *Australasian Journal of Philosophy*, 69, (1991b), 454-468.
- Newell-McGloughlin, M. & Re, E., *The Evolution of Biotechnology. From Natufians to Nanotechnology*, Dordrecht, Springer, 2006.
- Price, E. O., "Behavioral Development in Animals Undergoing Domestication", *Applied Animal Behavior Science*, 65, (1999), 245-271.
- Rauw, W. M.; Kanis, E.; Noordhuiszen-Stassen, E. N. & Grommers, F. J., "Undesirable Side Effects of Selection for High Production Efficiency in Farm Animals: A Review", *Livestock Production Science*, 56, (1998), 15-33.
- Salmon, W., "Four Decades of Scientific Explanation", en P. Kitcher, y W. Salmon (eds.): *Scientific Explanation*, Minneapolis, Univ. Minnesota Press, 1989. P.p. 3-219.
- Smith, J. E., *Biotechnology*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2004.
- Sperber, D., "Seedless Grapes: Nature and Culture", en E. Margolis & S. Laurence (eds.): *Creations of the Mind: Theories of Artifacts and their Representation*, Oxford University Press, 2007. P.p. 124- 137.
- Taylor, A. H.; Hunt, G. R.; Holzhaider, J. C. & Gray, R. D., "Spontaneous Metatool Use by New Caledonian Crows", *Current Biology*, September 4, 17, (2007), 1504-1507.
- Trut, L. N., "Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment", *American Scientist*, March-April, 87, 2, (1999), 160-169.

Vermaas, P. E. & Houkes, W., "Ascribing Functions to Technical Artefacts: A Challenge to Etiological Accounts of Functions", *British Journal of Philosophy of Science*, 54, (2003), 261-289.

Wright, L., "Functions", *Philosophical Review*, LXXXII, (1973), 139-168.