
OBJETIVIDAD *VERSUS* INTELIGIBILIDAD
DE LAS FUNCIONES BIOLÓGICAS:
LA PARADOJA NORMATIVA
Y EL AUTISMO EPISTEMOLÓGICO
DE LAS CIENCIAS MODERNAS

ALBERTO MOLINA PÉREZ

ABSTRACT. Finality, design and purpose have been excluded from the language of the natural sciences since the eighteenth century. Darwin succeeded in disallowing them from his theory of evolution appealing to a blind and mechanical natural selection. Today, the most usual definitions for the concept of biological function take for granted that these: 1) are not dependent on a goal; 2) are not dependent on observers, but only on nature; 3) are explicable in causal terms, either with reference to the causal history of the organ (etiologi- cal definition), or with reference to its present structure and causal capabilities (dispositional definition). However, such presuppositions cannot take into account the normative character of the concept of biological function. We show that a generalization of the concept of scientific objectivity can make us affirm that functions: 1') are dependent on a goal; 2') are dependent on both observers and nature; 3') cannot be reduced to causality, nor break the laws of physics, and yet, 4) are truly objective.

KEY WORDS. Biological function, objectivity, intelligibility; normativity, teleology, reductionism, complementarity, pluralism, internalism.

1. INTRODUCCIÓN

La teleología y la normatividad son los dos principales escollos del concepto de función biológica. El primero está relacionado con la intuición según la cual la función de algo es aquello para lo que fue diseñado. Pero ni Dios ni las causas finales son recursos explicativos que la ciencia moderna considera válidos. Por suerte, la teoría darwiniana de la evolución permite excluir las nociones de finalidad, propósito e intención recurriendo a la evolución por selección natural, que Dawkins compara con un "relojero ciego". El segundo escollo es la normatividad. Las cosas no sólo funcionan, sino que lo hacen bien o mal, y la disfunción es a primera vista un rasgo esencial del concepto de función: sin infracciones a la norma no podríamos hablar de normalidad biológica [Canguilhem 1943: 72; Man-

Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne, UFR 10 philosophie. /
Alberto.Molina@malix.univ-paris1.fr

ning 1997: 72]. Ahora bien, este carácter normativo resulta problemático cuando consideramos el concepto a la luz del modelo epistemológico de las ciencias naturales.

Cuando hablamos de la función de un órgano, de una estructura, de un sistema, etcétera, ¿de qué estamos hablando? ¿En qué consiste dar una explicación funcional? Distinguiremos dos estrategias explicativas diferentes. La primera considera que la función biológica es una característica objetiva, propia de un objeto real. La concepción de la objetividad más comúnmente aceptada descansa históricamente en el modelo de la física, cuyos objetos son independientes del observador y estrictamente causales. Por tanto, salvo adoptando una postura de tipo vitalista, parece conveniente entender las funciones biológicas en términos causales, y como propias del organismo en lugar de ser propias del observador. Esa es la razón por la que excluimos la finalidad y las intenciones del discurso de la biología.

La otra estrategia explicativa no se preocupa tanto por la naturaleza o por el estatuto ontológico de las funciones, sino por la inteligibilidad del discurso biológico y por su autonomía respecto de las demás ciencias. No se trata, entonces, de describir o de descubrir la función “verdadera” de un órgano o sistema, sino de atribuirle la función correcta, esto es, la que hace más inteligible su presencia y/o su papel en el organismo. Desde esta perspectiva, las funciones son relativas al observador que las asigna *como si* fueran características objetivas, propias de la naturaleza.

Desde los años setenta, dos concepciones dominan la filosofía de la biología en cuanto a la interpretación del concepto de función. La concepción etiológica [Wright 1973; Millikan 1984, 1989; Neander 1991] hace hincapié en la historia causal o historia reproductiva de un órgano en el marco de la selección natural para explicar su función —la razón por la que existe—, mientras que la concepción disposicional [Cummins 1975; Rosenberg 1985; Bigelow y Pargetter 1987; Proust 1995] se basa en sus capacidades causales presentes, efectivas o potenciales, y en su contribución a las capacidades biológicas del organismo. La primera se llama también *selected effects conception*, y la segunda *causal role conception*. Las dos tienen éxito en su estrategia de objetivación causal de las funciones al excluir el vitalismo, las intenciones, las causas finales, la voluntad divina, etcétera.

Ahora bien, si tratamos de averiguar a cuál de las dos estrategias explicativas arriba expuestas obedece cada una de estas concepciones, no hallamos ninguna respuesta satisfactoria. En efecto, en ambos casos las funciones biológicas se presentan como realidades objetivas y se justifican apelando a causas y efectos. Esas dos concepciones han sido identificadas más propiamente [Godfrey Smith 1993; Caponi 2001] con los modelos explicativo de las dos áreas de la biología que distingue Ernst Mayr [1961]:

la biología funcional y la biología evolucionista. La biología funcional, como la concepción disposicional, se interesa sobre todo por la actividad y la interacción de los elementos del sistema orgánico individual. Su pregunta es “¿Cómo?” (*How does something operate, how does it function?*). La biología evolucionista, en cambio, como la concepción etiológica, se pregunta “¿Por qué?”, con el significado histórico de “¿Cómo llegó a ser?” (*How come?*), aunque también puede significar “¿Para qué?” (*What for?*).

Partiendo del presupuesto que la normatividad es una dimensión esencial del concepto de función, el problema que planteamos es el siguiente: Desde la perspectiva del modelo epistemológico de las ciencias naturales, la objetividad del lenguaje funcional no es compatible con su inteligibilidad biológica. Las explicaciones funcionales estrictamente causales no son biológicamente inteligibles y las explicaciones inteligibles no son objetivas.

Trataremos de mostrar en este trabajo la necesidad de un planteamiento epistemológico renovado que permita dar cuenta de la normatividad y que garantice la autonomía de la biología respecto de la física.

Señalaremos, en la primera parte, la dificultad —si no la imposibilidad— de conciliar esa autonomía con una descripción físico-química de los organismos vivos —incluso desde planteamientos emergentistas. Veremos que la primera de las dos estrategias explicativas arriba expuestas es una vía sin salida: Porque el lenguaje funcional no está libre de valores; porque las funciones no son propiedades intrínsecas, y porque tampoco son independientes del observador. Trataremos de mostrar que detrás del reduccionismo metodológico imperante se esconden presupuestos epistemológicos más antiguos y más perniciosos, que afectan por igual las concepciones etiológica y disposicional.

Seguiremos, en la segunda parte, una estrategia explicativa diferente, concentrada sobre la inteligibilidad antes que en la causalidad. Desde planteamientos tan dispares como la filosofía de la física, la filosofía de la mente y las neurociencias cognitivas, la filosofía de la historia y la filosofía de la técnica, exploraremos varias vías argumentativas convergentes en la defensa de su objetividad.

2. NORMATIVIDAD Y REALIDAD OBJETIVA

De las cuatro causas de la física de Aristóteles, la ciencia moderna se quedó con una sola: la causa eficiente. El principio de causalidad y el monismo materialista son dos de los presupuestos metodológicos en los que descansa la racionalidad científica, incluso después de la Relatividad y de la teoría cuántica [Bitsakis 2004]. Toda realidad objetiva obedece a las leyes de la física, las cuales, *por principio*, no pueden ser incumplidas, ni admiten anomalías, ni toleran disfunción, porque son leyes necesarias [Paty 2004].

Si pudiéramos registrar, como el demiurgo de Laplace, todo lo que ocurre en el mundo desde un punto de vista estrictamente causal, no emplearíamos el concepto de función. Observaríamos hechos, no normas. La física describe lo que hay, lo que *es*, o incluso lo que *puede ser*, pero no lo que *debe ser*, luego, ignora la normatividad. En el mundo de la física las cosas no funcionan ni bien ni mal, simplemente ocurren o no ocurren.

Para mostrarnos lo que *debe ser*, la naturaleza tendría que manifestar paradójicamente lo que *no es*. A la idea de una naturaleza susceptible de error, de equivocación, de disfunción, le acompaña la idea de corregir esa naturaleza, restaurando a nivel teórico lo que, en su inmediatez, manifiesta erróneamente. Pero esa duplicación de la naturaleza nos llevaría de regreso a la caverna de Platón, es decir, a la ilusión metafísica por excelencia [Rosset 1976]. Y si, al contrario, la naturaleza inmediata no es la sombra de una naturaleza ideal, si lo real es lo que hay y no lo que debe ser, si las normas no son naturales, ¿acaso es la normatividad algo *sobre-natural*? De Caribdis a Escila...

2.1. NORMALIDAD Y ESTADÍSTICA

Función y normalidad biológica están relacionadas, pero no son iguales. Ni una ni otra es reductible al lenguaje de la física [Wachbroit 1994]. La concepción etiológica define y justifica un concepto normativo de normalidad desde una perspectiva histórica: Un corazón anormal (malformado, dañado), incapaz de bombear sangre, *sí* posee la función que corresponde a su *tipo*, porque su historia evolutiva ha seleccionado los corazones para —o mejor dicho *por*— eso. Pero el argumento es discutible [Davis 2000]: La historia evolutiva ha seleccionado, entre todos los corazones, solamente aquellos *efectivamente* capaces de bombear sangre, dejando atrás los que no lo hacen. Y si la selección es lo que convierte en función esa capacidad suya, habremos de concluir, según Davis, que sólo los corazones sanos poseen la función de bombear sangre. En cuanto a los otros, la selección natural se hizo *contra* ellos, por lo que no poseen, ni por pasivo ni por activo, la función correspondiente. Ni funcionan, ni disfuncionan.

Por otra parte, lo estadísticamente normal en una clase de organismos no explica ni justifica su normatividad biológica. Varios contraejemplos se oponen a ese tipo de reducción. Una enfermedad puede llegar a ser estadísticamente normal en una población, pero no deja de ser una enfermedad [Neander 1991: 182]. Si alguien saca 180 en un *test* de cociente intelectual, ¿acaso lo ha hecho mal? La normatividad biológica es relativa tanto a la población en su conjunto como a cada individuo particular y a su relación con el entorno.

Por razones históricas evidentes, la biología se entiende mejor desde la medicina que desde la física, y la patología es lo que más se aproxima a la disfunción biológica. En *Lo normal y lo patológico*, Georges Canguilhem

insiste mucho en esa irreductibilidad de la normatividad biológica a la normalidad estadística. De la variabilidad biológica, dice, surgen muchas anomalías morfológicas y funcionales que no son patológicas. En un primer momento, sólo las anomalías patológicas, por el hecho de ser males orgánicos, fueron objeto de estudio científico. Pero después, de acuerdo con el modelo epistemológico en vigor, la ciencia de las anomalías echó de más aquello mismo que motivó su existencia: la normatividad [1943: 85].

2.2. HECHOS Y VALORES

En la medida en que establece una distinción entre lo biológicamente favorable y desfavorable, la adscripción funcional supone un juicio de valor. Ventaja adaptativa, beneficio, etcétera, son términos comunes en biología, y etimológicamente “beneficio” es aquello que hace bien. ¿Podemos decir de algo que es bueno o malo para el organismo o para la especie sin presuponer un ideal, una finalidad (supervivencia, reproducción) con relación a la cual esa cosa puede ser considerada buena o mala? Manning [1997: 71] critica la concepción disposicional por apelar a *finés* propios del organismo sin ser capaz de justificarlos satisfactoriamente. Pero lo mismo podría decirse, desde otro punto de vista, de la concepción etiológica. ¿Cuál es el estatuto de los fines? ¿Existen de por sí o son relativos al análisis del observador? Ni siquiera identificar los fines con la *autopoiesis* del organismo [Caponi 2001] permitiría levantar las dudas en este aspecto: ¿En qué sentido puede decirse que la autorganización y la autoconstitución del organismo constituyen un fin?

El carácter normal de un hecho, si entendemos por ello su generalidad, dice el *Vocabulaire* de Lalande en su crítica del artículo “Normal”, no implica para nada que sea bueno o deseable. Es, sin embargo, un término equívoco que sirve tanto para designar un hecho científico como el valor que se le atribuye. Un psicoanálisis al estilo de Bachelard del discurso de la biología mostraría con seguridad que, lo queramos o no, pensamos y hablamos, implícita o explícitamente, según pautas teleológicas y axiológicas. Los biólogos no dejan de ser animales; como tales, tienen un conocimiento intuitivo, afectivo, visceral, intrínseco de lo que son y significan la vida, la muerte, la enfermedad, el dolor y el deseo. Pese al ideal de objetividad científica que persiguen, no son ni pueden ser sujetos epistémicos desencarnados, incorpóreos, angélicos. Y no es fácil distinguir entre juicios de valor y juicios de hecho cuando nos va la vida en ello.

2.3. FÍSICA Y META-FÍSICA

Queda por saber si, además de las leyes y de las propiedades físico-químicas, existen otras leyes, otros objetos, otras propiedades distintas que

podieran justificar el uso de conceptos normativos en biología. Dicho de otro modo, ¿pueden las demás ciencias de la naturaleza ser otra cosa que niveles de descripción más cómodos para dar cuenta de realidades que, al fin y al cabo, son *sólo* realidades físicas?

La cuestión de la autonomía de la biología ha suscitado y sigue alimentando un encendido debate. Para algunos [Smart 1963], ni hay propiedades emergentes ni puede la biología ser una ciencia genuina porque carece de leyes universales, porque sus leyes son reducibles a las de la física [Oppenheim y Putnam 1958], o porque se pueden reducir todas las explicaciones funcionales de la biología a explicaciones físico-químicas carentes de implicaciones teleológicas [Nagel 1961]. Para otros, al contrario, la biología es una ciencia autónoma y de pleno derecho [Mayr 1996]. Ninguna ciencia puede dar cuenta de la totalidad de lo real desde su única perspectiva, y es preciso asumir una unidad abierta y una jerarquía flexible de modelos explicativos [Grene 1974]. Y si entendemos las teorías científicas no en términos de leyes empíricas universales, sino como modelos explicativos, entonces la biología dispone de teorías genuinas [Sober 1993]. Las leyes biológicas, si las hay, se distinguen por su carácter histórico y contingente, limitado y contextual [Gayon 1993]. Pero aun admitiendo una jerarquía de niveles de organización, con leyes emergentes y causalidad descendente, el antirreduccionismo y la autonomía de la biología no se deducirían de ello [Campbell 1974]. Ahora bien, si actualmente la mayoría de los filósofos de la biología rechaza el reduccionismo fiscalista, el estatuto ontológico de las entidades biológicas y su relación con las leyes de la física sigue siendo poco claro y, cuanto menos, problemático. Una tesis antirreduccionista común supone que los sistemas biológicos poseen poderes causales distintos de las estructuras físico-químicas que los constituyen. Pero, dice Alex Rosenberg, “si el hecho de conceder a las entidades biológicas poderes causales distintos resulta ser incompatible con el fiscalismo, entonces la autonomía de la biología se paga al precio de un ‘emergentismo’ metafísico inexplicable y apenas diferente de una forma de vitalismo que nadie quisiera asumir” [1999: 28].

Aunque no son exclusivos de la biología, los fenómenos de autorganización, destacados por las llamadas “ciencias de la complejidad”, son lo que más se acerca a la idea que tiene Canguilhem de la normatividad como institución de normas propias por el organismo entendido como un sistema dinámico y no como materia inerte. La física de estructuras disipativas o termodinámica del no equilibrio, estudiada por Ilya Prigogine, parece dar sentido a la autonomía —en sentido literal— de la biología respecto de un universo físico cuyas leyes conducen a la muerte entrópica [Prigogine y Stengers 1979: 263]. Los seres vivos funcionan lejos del equilibrio termodinámico gracias a procesos disipativos que exteriorizan la entropía. Esos procesos mantienen un medio interno diferenciado,

estable y relativamente aislado del exterior, con sistemas de autorregulación y de autorreplicación que, si bien suponen una retroacción de la causalidad, nada tienen de esotérico, ya que ponen en juego mecanismos físico-químicos tan conocidos como la autocatálisis. Esa reflexividad de los procesos causales del sistema es un requisito, dice Ayala [1970: 8], de las explicaciones teleológicas. Además, su irreversibilidad y su sensibilidad no solamente los hace capaces de evolucionar de manera imprevisible, sino que les confiere un carácter histórico y contingente que no poseen los demás objetos que estudia la física.

En términos estrictamente causales, los sistemas dinámicos no tienen disfuncionamientos, porque las normas que los rigen son las leyes de la física, y esas normas no pueden no cumplirse. Todo lo que ocurre en esos sistemas es *normal*. En cuanto a las propiedades emergentes, sean o no reductibles a un nivel de organización inferior, sean o no capaces de "causación descendente", no contravienen al principio de causalidad ni al monismo materialista de la ciencia. Son las manifestaciones de un modo de acción, más complejo, más dinámico y no aditivo, de la causalidad. Por muy impredecible y no lineal que sea la interacción de las causas, por muy cuánticas e indeterminados que sean los fenómenos implicados, ningún proceso del mundo físico puede dar lugar a una norma como *deber ser*. El proyecto de una física moral, haciendo eco a la física social de Comte, no está a la orden del día.

Por otra parte, la consideración del genoma como un *programa*, cuyo autor es la evolución, permite hablar de una orientación hacia fines (*goal-directedness*) sin recurrir a causas finales, en la medida en que los fines están codificados desde el principio en dicho programa. El concepto de programa justifica, por tanto, dice Ernst Mayr [1992], una teleonomía biológica ajena al fiscalismo pero no incompatible con las leyes de la física.

Sin embargo, e independientemente de la crítica que hace Nagel [1977: 267-72] a esta noción, resulta difícil deducir de la teleonomía de los seres vivos una normatividad objetiva. En primer lugar, porque el fin (*goal*) de un programa—lo que *debe* hacer—no es un concepto filosóficamente muy claro [Kripke 1982]. En segundo lugar, porque los errores que la teoría de la información permite en la transcripción y en la interpretación del programa genético tienen sentido si distinguimos entre los procesos programados—que *deben* producirse—y las series causales contingentes. Pero esa distinción entre unas causas y otras descansa en una restricción cognitiva, no en una diferencia ontológica. De hecho, algunos consideran ya el universo entero como una supercomputadora cuántica [Lloyd 2005; Fontana 2006; Lloyd 2006; Seife 2006] donde *todos* los procesos causales son computacionales y donde, por tanto, los organismos vivos se encuentran de nuevo reducidos a objetos físico-químicos complejos. La metáfora informática está de moda, pero no solamente entre los biólogos. Los

programas de vida artificial parecen hoy demostrar que la evolución no es un relojero, sino un informático ciego. El reloj y los autómatas de Descartes y de LaMettrie han sido sustituidos por la computadora y las redes, pero la concepción del mundo y de la vida que subyace a estas imágenes no ha cambiado mucho desde hace más de tres siglos.

2.4. PROPIEDADES Y RELACIONES

Küppers [1995] argumentó que la información biológica, si entendemos el material genético como un código, no es una propiedad intrínseca de los organismos ni una entidad natural. Por el contrario, información y contexto están interrelacionados de tal forma que constituyen una unidad indisoluble. Lo mismo puede decirse de las funciones biológicas. No son propiedades objetivas, como la carga eléctrica o la masa de un objeto. Una función no es propia ni intrínseca al elemento orgánico del que se predica, sino relativa al organismo entero y a las condiciones externas en las que vive ese organismo.

En la definición de Cummins [1975], la asignación de una función a un subsistema orgánico depende de su contribución a las capacidades del sistema que lo contiene o, mejor dicho, a una de las capacidades biológicas globales elegida por el observador. Un rasgo no es funcional de por sí, lo es como parte de un organismo que lo integra. El análisis funcional sólo cobra sentido en una relación parte/todo dentro de un sistema suficientemente complejo. Luego, la función no es propia de un objeto o sistema, sino propia de la relación dinámica que mantiene con otros subsistemas dentro de un sistema más amplio (el organismo) y relativa a una determinada capacidad de ese sistema escogida por el analista.

En su crítica a la definición de Cummins, Millikan analiza esa contribución a las capacidades biológicas como una propensión para la selección. Ahora bien, apunta este autor, sólo cabe hablar de una propensión para la selección cuando hay una presión selectiva, es decir, dentro de un ecosistema y en condiciones medioambientales determinadas. Bigelow y Pargetter [1987: 192] lo asumen al decir que la propensión es relativa a un hábitat natural. La función es relativa al contexto en el que vive el organismo, y el contexto cambia como resultado de la evolución de los seres vivos. Walsh [1996] también afirma que las funciones no son intrínsecas sino relativas a un entorno selectivo (*selective regime*).

Según Searle [1995: 14] las funciones son relativas a observadores y usuarios, pero no son arbitrarias. Desde el planteamiento de Searle, el observador asigna valores, propósitos, intenciones, etcétera, que configuran un marco normativo dentro del cual *descubre* —no asigna— la función de las cosas. Dentro de ese marco normativo, constituido por valores como

la supervivencia y la reproducción —por ejemplo— la determinación de la función de un órgano *se impone* al observador.

2.5. REDUCCIONISMOS Y PRESUPOSICIONES

Bajo el rótulo “función biológica” de un elemento orgánico entendemos habitualmente aquella función que el mundo o la “Madre Naturaleza” le ha asignado. En otras palabras, entendemos que las funciones son propiedades objetivas que dependen de la naturaleza y no del observador. De otro modo, pensamos, la asignación funcional sería subjetiva y carente de valor científico. Sin embargo, como hemos ido mostrando, las funciones no son asignadas por “Madre Naturaleza” ni son propiedades intrínsecas de ningún objeto o proceso.

El reduccionismo fiscalista de los positivistas lógicos ha dejado de ser atractivo para muchos, especialmente para aquellos que se dedican a la biología. Ahora bien, existe, dice Agazzi [1988: 14], otro reduccionismo más radical y más sutil que el reduccionismo que descansa en un monismo ontológico, esto es, en la idea que la realidad es solamente física. Este otro reduccionismo descansa en un monismo metodológico que le reconoce a cada ciencia el derecho de dedicarse a sus objetos propios, a condición que el método que usan sea el *verdadero método* científico (empírico, cuantitativo, etcétera), cuyo modelo es el de la física. Pero ese método descansa en una ontología o, mejor dicho, en una objetividad diseñada a medida para los objetos de la física. Las demás ciencias, al adoptar el método científico “verdadero”, han de someter sus objetos propios a un modo de objetivación que no les corresponde y que no respeta su especificidad. Los objetos de las demás ciencias, dicho de otro modo, sólo se consideran científicos —*objetivos*— en la medida en que se parecen a los de la física, en la medida en que pueden ser pensados como tales.

Más allá del reduccionismo metodológico que confunde la objetividad con la objetivación física, el marco epistemológico de las ciencias modernas descansa en un conjunto de presupuestos y de hábitos mentales que conforman una suerte de “pensamiento único”. Damos por sentado que el reduccionismo es una cuestión empírica que la ciencia puede zanjar [véase Rosenberg 1997], cuando se trata en realidad de una antinomia kantiana. El reduccionismo es programático, no descriptivo. Pretender demostrarlo científicamente es cometer la falacia de la afirmación del consecuente. Es parte de una “doctrina de combate” materialista que no puede ser ni verdadera ni falsa, sino eficaz o ineficaz, exitosa o no.

Damos por sentado que los órganos tienen o no tienen una función, y que la respuesta a esa pregunta es independiente de nosotros. La contribución de un elemento orgánico a las capacidades biológicas del organismo es independiente del observador. También lo son los efectos favorables

de ese elemento que contribuyeron a su propia reproducción y selección en el tiempo. Pero, ¿por qué habrían de serlo las funciones? ¿Por qué ha de ser independiente el hecho que esas causas y esos efectos *son o no son* lo que entendemos por función?

Damos por sentado que las funciones *son* algo y que existe *una* definición correcta —o más correcta que las demás— del concepto. La mayoría de los autores en filosofía de la biología presenta las distintas definiciones vigentes como alternativas contrapuestas entre las que elegir, o como intuiciones que sintetizar, y es el pluralismo un recurso de última instancia ante la persistente dificultad de hallar una definición única y aceptable por todos [véanse Godfrey Smith 1993; y Walsh 1996].

El reduccionismo metodológico y el “pensamiento único” de la epistemología tradicional son el punto de partida y el punto de llegada de la primera estrategia explicativa que hemos comentado. La otra estrategia, como veremos, no se preocupa tanto por lo que *son* las funciones sino por lo que *significan*; y no le interesan tanto las *causas* que explican una funcionalidad como las *razones* que la hacen inteligible. Es cierto que podemos *explicar* en términos causales el funcionamiento de los elementos de un sistema orgánico así como su contribución a las capacidades biológicas del mismo. También es cierto que podemos *explicar* la aparición y la evolución histórica de los elementos funcionales de un organismo en términos causales, que no remiten a ninguna inteligencia trascendente ni a ningún diseñador. Pero no podemos *comprender* plenamente las funciones biológicas limitándonos al vocabulario de las relaciones causales.

3. INTELIGIBILIDADES

3.1. COMPLEMENTARIEDAD

Una profunda revolución tuvo lugar, a principios del siglo veinte, cuando las teorías, los conceptos y los métodos de objetivación de la física clásica entraron en crisis. El fracaso del modelo epistemológico mecanicista frente a fenómenos y objetos de escala subatómica llevó los padres de la teoría cuántica a analizar, a explicitar y a reconsiderar una serie de presuposiciones fundamentales que subyacen a nuestra concepción del mundo externo y a nuestra concepción del conocimiento científico. Según Niels Bohr [1933: 155], esta revisión de los fundamentos de la mecánica, incluyendo una crítica de la idea misma de explicación física, ha creado un nuevo marco de discusión para los problemas biológicos examinados desde su relación con la física. Sin embargo, como si fueran ajenas a esa revolución intelectual, muchas discusiones en filosofía de la biología siguen teniendo a la física decimonónica como marco epistemológico de referencia.

La dicotomía objetivo/subjetivo es una de esas presuposiciones que se deben reconsiderar. Damos por sentado que la independencia del objeto

respecto del observador es una condición *sine qua non* de su objetividad. No obstante, tras casi ochenta años de esfuerzos, ninguna interpretación satisfactoria de la mecánica cuántica ha sido capaz de sustraer sus objetos de la "influencia" del observador. Mejor dicho, ninguna ha logrado abstraerlos de sus condiciones de objetivación. Por lo que sus características no pueden considerarse como propiedades intrínsecas, ni pueden definirse independientemente de un contexto experimental. Contextos incompatibles dan lugar a observables incompatibles o, cuando se trata del mismo observable, incommensurables. Bernard d'Espagnat [1994], asumiendo que el objeto de la física no es la descripción de una realidad independiente, definió para la teoría cuántica un concepto de objetividad "débil" sinónimo de intersubjetividad.

Para Niels Bohr, la incompatibilidad de las condiciones de observación de un objeto da lugar a descripciones complementarias que no pueden ser sintetizadas en una única descripción completa. En varias ocasiones [1933; 1937; 1946] propuso aplicar ese concepto de complementariedad a la biología. Considerando que las condiciones de observación que caracterizan la física son inaplicables a los organismos vivos como tales, presentaba el mecanicismo y el finalismo en biología como descripciones complementarias desde situaciones observacionales incompatibles. Los éxitos posteriores de la biología molecular parecen haberle quitado la razón [Küppers, 1995], pero veremos que la aplicación del concepto de complementariedad a la biología era más acertada que las justificaciones del físico danés.

La irreductibilidad física de los conceptos de la biología no es una consecuencia de la limitación inherente a nuestros métodos materiales de objetivación frente a fenómenos demasiado complejos y/o demasiado sensibles. No se trata de una supuesta perturbación, como habitualmente se interpreta, del objeto observado por el acto de observación (menos aún por la conciencia del observador). Es fácil dar ejemplos donde esa misma complementariedad se manifiesta sin que ninguna perturbación física permita explicar la irreductibilidad de las descripciones. El juego de ajedrez es uno de ellos. Un demiurgo de Laplace podría dar cuenta de manera exhaustiva, desde un punto de vista físico-químico, de todas las series causales implicadas en el desarrollo de una partida, incluyendo los procesos neuronales de los jugadores. Podría explicar y predecir con certeza el desenlace de una partida; mejor dicho, podría predecir la disposición final de las piezas en el tablero, pero sería incapaz de decir quién ha ganado. No tendría sentido para él la distinción entre movimientos lícitos y prohibidos, ni podría entender por qué una jugada es mejor que otra. Su conocimiento exhaustivo y exacto de todas las características físicas de las piezas sería tan inútil como irrelevante para explicar la necesidad de un enroque o la importancia de un jaque. Podría explicar, en términos causales, todo lo que ocurre en un tablero, pero no podría *comprender* una partida

desde un punto de vista causal. Un enroque o un jaque sólo tienen sentido si los observamos desde la perspectiva del juego, esto es, como una actividad orientada a fines y gobernada por reglas que son ajenas e irreductibles a las de la física.

En términos causales, el conocimiento exhaustivo y exacto de todos los procesos neurales de los jugadores es esencial para la explicación y la predicción de los movimientos de las piezas. No obstante, ese conocimiento no aporta nada a la comprensión del juego como tal. En "How is it like to be a bat?", Thomas Nagel [1991] explica que, aunque tuviéramos un conocimiento exhaustivo de lo que ocurre en la cabeza de un murciélago, seguiríamos sin saber lo que se siente siendo un murciélago. Argumentos parecidos son aplicables al ser humano. A pesar de saberlo todo sobre el fenómeno de la luz, sobre su interacción con los objetos, y sobre los procesos ópticos y neurales implicados en la percepción de los colores, un científico ciego no sabría lo que es el rojo o, al menos, carecería de una parte esencial de lo que cualquier vidente sabe. Lo mismo puede decirse de cualquier percepción [véase Díaz 1999]. Desde el punto de vista de una explicación causal podemos decir que no falta nada por conocer; no obstante, desde otro punto de vista, la explicación causal es incompleta. En el juego de ajedrez, como en las situaciones perceptivas, hay algo esencial que escapa irremediabilmente al discurso científico sin que por ello exista ninguna limitación en los métodos de observación científicos, sin que por ello exista ninguna laguna en la descripción causal.

Mucha gente tiene la intuición que la vida y la conciencia son algo más que procesos físico-químicos. Pero a la vez están convencidos que hablar de cosas que se salen o que rebasan las leyes de la física es hacer metafísica. Por eso las propiedades emergentes y las teorías de la complejidad están de moda, pues hacen compatibles las dos intuiciones, dando un contenido científico a ese *algo más*. El ajedrez, sin embargo, no es una propiedad emergente del tablero, ni es algo paranormal o metafísico. Tampoco tiene por que llevarnos a poner en tela de juicio la tesis del cierre causal del mundo. Siguiendo la senda abierta por Francisco Varela, Michel Bitbol [2000] muestra el camino de una disolución conjunta del problema que, en física cuántica como en filosofía de la mente, plantea la imposible y necesaria oposición sujeto-objeto. Esa disolución pasa por una desontologización del discurso. Las parejas de opuestos: mente-cuerpo, vida-materia, etcétera, no pertenecen a la misma realidad ni a realidades distintas, por lo que toda investigación empírica de la relación que los une está abocada al fracaso. Su oposición no es ontológica, ni estrictamente metodológica, sino lingüística. Se oponen en el ámbito del discurso como se oponen las descripciones en primera y tercera persona de un mismo hecho. El discurso distanciado e impersonal de la ciencia corresponde a un punto de vista *desde ninguna parte* [Nagel 1986] tan necesariamente

incompatible y complementario con el del sujeto —*desde dentro*— como la posición de actor y espectador en una exhibición aérea.

3.2. INTENCIONALIDAD

El mecanicismo y el finalismo no son opciones enfrentadas, ni puede la inteligibilidad biológica reducirse a una sola de ellas. Sea posible o no reducir un organismo vivo a los procesos físico-químicos que lo componen, la descripción resultante será la descripción de un objeto mecánico, no la de un ser vivo. El reduccionismo no es un problema, es un punto de vista. En mecánica cuántica, el punto de vista interno corresponde al de un sujeto cualquiera en situación de observación, mientras que el externo es un formalismo probabilista que describe el “estado cuántico” de un objeto no observado. La incompatibilidad entre esas dos descripciones es la base del llamado “problema de la medida” y de paradojas como la del “gato de Schrödinger”. Pero ninguna de las descripciones usa conceptos finalistas, intencionales o normativos.

En el ajedrez, la descripción del demiurgo corresponde a un punto de vista exterior al juego, mientras que la del jugador es interna. Aunque no estén jugando, los espectadores de una partida de ajedrez también adoptan el punto de vista interno, porque conocen las reglas y porque la única manera de entender lo que ven es mirando al tablero como si ellos mismos estuvieran jugando. De este modo pueden comprender la finalidad de un movimiento, anticipar la respuesta del otro y explicar las estrategias que aplican.

En biología tampoco podemos evitar asignar fines e intenciones a los organismos vivos o a la selección natural. Aunque sepamos que no obedecen a ninguna intencionalidad, sea propia o ajena, las palabras nos traicionan. El lenguaje funcional expresa una inteligibilidad espontánea de lo biológico que no se corresponde con la realidad “objetiva” (si por ello entendemos el ámbito de los objetos descritos o descriptibles por la física clásica), pero sin la cual los argumentos de Dawkins en *El gen egoísta*, como él mismo reconoce [1976: x-xi], carecerían por completo de sentido y de fuerza demostrativa. Ahora bien, esa inteligibilidad de lo biológico no sólo es conceptual. Los pollitos, por ejemplo, desde que nacen son capaces de diferenciar entre movimientos de tipo biológico y artificial [Vallortigara *et al.* 2005]. Entre siete y nueve meses, los bebés humanos distinguen correctamente, a nivel de categorización conceptual, entre animales y vehículos de juguete, independientemente del grado de semejanza entre unos y otros [Mandler y McDonough 1993]. Aún así, entre la edad de dos y siete años al menos, los niños de Piaget [1947] atribuyen vida y conciencia a casi todo lo que se mueve, especialmente si tiene movimiento propio. Creen, además, que no hay azar en la naturaleza y que todo ha sido *hecho para* los

adultos y los niños. Estudios más recientes muestran que, hacia la edad de un año, los bebés son capaces de reconocer el carácter intencional de ciertas acciones [Phillips y Wellman 2005] y de atribuir a un actor la disposición a realizar una acción determinada [Song *et al.* 2005]. De hecho, desde los cinco meses [Kuhlmeier *et al.* 2004], los bebés poseen sistemas diferentes de aprendizaje, interpretación y razonamiento sobre las acciones e interacciones de, por un lado, objetos materiales inanimados y, por el otro, agentes intencionales. Se han descubierto, además [Rizzolatti *et al.* 1996] en el córtex premotor de monos y humanos, es decir en una zona del cerebro implicada en la programación de movimientos voluntarios, “neuronas espejo” que se activan cuando el sujeto realiza acciones dirigidas a fines (*goal directed actions*) y también cuando observa a otro realizar esas acciones, e incluso cuando oye sonidos asociados con ellas. Otros experimentos han mostrado que las neuronas espejo también se activan cuando los monos observan emociones y sensaciones en el rostro de otros monos. Se interpretan como la base de un mecanismo de imitación y de comprensión de las acciones ajenas [Rizzolatti 2005]. Estudios posteriores en humanos han puesto de manifiesto que “cuando observamos una acción realizada por otra persona, las zonas del córtex premotor y del córtex parietal especializadas en la generación de acciones intencionales se activan”, y “existe también otra región del córtex temporal posterior implicada en la percepción de movimientos biológicos y en la observación de acciones intencionales”, la cual “podría jugar un papel en la comparación entre nuestras intenciones y las percibidas en otros a partir de sus movimientos” [Decety 2004].

3.3. EMPATÍA

La evolución biológica nos ha provisto con herramientas cognitivas que permiten adoptar el punto de vista de otros y comprender sus fines e intenciones, incluso cuando no pertenecen a nuestra misma especie. También ha dispuesto mecanismos diferenciados de aprendizaje, interpretación y razonamiento sobre objetos materiales, por un lado, y agentes intencionales, por el otro. La manifestación más evidente de esas capacidades innatas es nuestra irreprímible tendencia a usar, metafóricamente o no, términos finalistas para hablar de lo biológico. Sin embargo, muchos siguen creyendo que la única forma correcta de entender los seres vivos es adoptando un modo de explicación, interpretación y razonamiento diseñado para objetos inanimados. De hecho, el modelo de la física y la explicación causal siguen imponiéndose frente al método comprensivo (*verstehen*), incluso en aquellas ciencias cuyo objeto es el hombre [Busino 1988]. En psicología y en etología, a pesar del valor epistémico reconocido a la empatía y a la intuición por gente como Konrad Lorenz, los compor-

tamentalistas (*behavioristas*) lograron prohibir durante gran parte del siglo veinte la atribución de estados mentales e intencionales a sus objetos de estudio (hombres y animales), impidiendo de paso la adscripción funcional. Sin embargo, además de sus virtudes heurísticas, el uso de la empatía en etología podría ser no sólo una mejor protección contra el antropomorfismo que la observación neutral, sino la mejor manera de comprender los organismos en su relación con el entorno [Servais 2004].

¿Para qué, pregunta Dennett [1987: 278], “estimular a la gente a pensar en la selección natural como si fuera un relojero, mientras se agrega que este relojero no sólo es ciego, sino que ni siquiera está tratando de hacer relojes”? El finalismo, admite Rosenberg, confiere a la biología una inteligibilidad de la que nunca podremos prescindir: “As long as biology, like the other sciences, embraces the aims of *intelligible* explanation and useful prediction, teleological attributions will always have a place” [1985: 65]. Así pues, Rosenberg asume la autonomía *de facto* de las explicaciones teleológicas por razones prácticas, esto es, por las limitaciones cognitivas que nos impiden abarcar una descripción física completa de los organismos biológicos. Niels Bohr, por su parte, justificaba la complementariedad de las descripciones mecanicista y finalista en las limitaciones intrínsecas del contexto observacional de la física respecto del fenómeno de la vida. Hemos visto, sin embargo, que la única limitación pertinente, tanto en mecánica cuántica como en el juego de ajedrez o en biología, es la que nos impide ser a la vez sujetos implicados (punto de vista interno) y observadores distanciados (punto de vista externo). Entendemos ahora por qué el finalismo vale para la biología pero no para la física: Estamos hechos para empatizar con seres vivos, no con cosas inertes; también podemos hacerlo, pero no sirve de mucho.

La falta de empatía empieza a aparecer como una de las características esenciales del autismo. Los niños autistas no logran adoptar el punto de vista de otro ni reconocen la intencionalidad de sus acciones. Son altamente competentes para analizar y construir sistemas: máquinas, matemáticas, taxonomías y clasificaciones, pero no para comunicarse ni empatizar con los demás. Si esto es así, entonces la ciencia moderna, que desde Descartes no reconoce en la naturaleza —humanos y animales incluidos— más que sistemas mecánicos, leyes causales y relaciones matemáticas, es una ciencia que sufre *autismo metodológico*.

3.4. NARRACIÓN

La biología tiene una dimensión histórica que puede ser analizada desde la perspectiva de la filosofía de la historia. En su *Analytical Philosophy of History*, Arthur Danto [1965] considera el discurso histórico como constituido por *frases narrativas*. Su característica más general es que remiten a

dos acontecimientos separados en el tiempo, aunque sólo describen (son sólo *acerca de*) el más antiguo de los dos [1965: 143]. La frase “El autor del *Quijote* nació en 1547” no tenía sentido en 1547 ni en 1560; ni la misma significación en 1605, año de publicación de la novela, que en 2005. El nacimiento de Cervantes en 1547 fue adquiriendo, a la luz de una estructura temporal más amplia, un significado histórico que ningún cronista de la época podía relatar. Esa estructura es la del relato: “To ask for the significance of an event, in the *historical* sense of the term, is to ask a question which can be answered only in the context of a *story*. The identical event will have a different significance in accordance with the story in which it is located or, in other words, in accordance with what sets of *later* events it may be connected” [1965: 11]. Aunque existiera, dice Danto, un Testigo Ideal que, como un demiurgo, fuera escribiendo la crónica de todos los acontecimientos del mundo a medida que ocurren, su descripción de los hechos sería necesariamente incompleta.

Del mismo modo que el significado de un hecho histórico, la función de los elementos orgánicos en la concepción etiológica va definiéndose a la luz de sus efectos en las generaciones posteriores a su primera aparición. Podemos decir: “En el momento T_1 el animal A adquirió la función F ”, aunque el animal A no poseyera todavía esa función en el momento T_1 , como tampoco era autor del *Quijote* el bebé que nació en 1547. Le atribuimos ese significado desde nuestra perspectiva actual. No existe ningún momento preciso en que el animal A adquirió la función F , pero podemos designar un momento T_2 donde el animal *ya* poseía esa función. Cuando decimos que un corazón malformado, en el momento T_3 , sí posee la función de bombear sangre, lo estamos considerando desde la perspectiva de una estructura histórica cuyo inicio se sitúa entre T_1 y T_2 . Esa estructura es la etiología del órgano, y es ella la que determina su función en T_3 .

La concepción disposicional no tiene en cuenta el pasado del organismo sino su futuro (*forward looking*); pone en relación la estructura presente de los subsistemas orgánicos con las capacidades biológicas que —*de ahora en adelante*— le confieren esos sistemas al organismo. Es decir, que su significado funcional *presente* depende de la *historia futura* del organismo que anticipamos en nuestro análisis. Dicho de otro modo, asignamos la función F en el momento presente T_1 , desde la perspectiva de un momento futuro T_2 que, por definición, no ha ocurrido todavía y que podría no ocurrir. De forma que no dirigimos realmente la mirada hacia el futuro; lo que hacemos es situarnos virtualmente en T_2 (futuro) para ver el momento T_1 (presente) como si fuera un momento pasado, siguiendo el modelo de las frases narrativas. Por lo tanto, la concepción disposicional no es tan diferente de la concepción etiológica: *Es una concepción etiológica que cuenta una historia futura físicamente posible como algo ya realizado.*

La concepción etiológica es narración histórica; la disposicional es novela de anticipación. El significado de los elementos de un relato va cobrando espesor a medida que avanza la narración, pero siempre depende, en mayor o menor medida, del final de la historia. En ese sentido, las concepciones etiológica y disposicional son finalistas: Sitúan ese final entre ahora (el momento de enunciación) y antes, o entre ahora y después, y asumen los mismos fines: supervivencia y reproducción.

Los fines no son naturales ni artificiales, por lo que la función de un artefacto o de un elemento orgánico es en sí misma indeterminada. Explica Dennett: "La Madre Naturaleza no se compromete explícita y objetivamente con ninguna atribución funcional; todas esas atribuciones dependen del conjunto mental, de la actitud intencional en la que damos por sentado lo óptimo para interpretar lo que encontramos" [1987: 283]. Nosotros no elegimos la función que asignamos a los organismos, pero sí elegimos los fines y la secuencia temporal en la que los elementos funcionales cobran sentido. Lo mismo ocurre con el discurso histórico: "A narrative organization is something that *we* do. Not merely that, but the imposition of a narrative organization involves us with an inexpugnable subjective factor. There is an element of sheer arbitrariness in it" [Danto, 1965: 142].

No hay duda que los hechos que relatan los historiadores ocurrieron realmente, en el espacio y en el tiempo. Y un demiurgo de Laplace o un cronista ideal podrían dar de ellos una descripción completa. Pero la descripción exhaustiva del cronista no destacaría ninguno por encima de otro y el descubrimiento de América no tendría mayor importancia a sus ojos que la muerte de una mosca. Lo que convierte un hecho espacio-temporal en acontecimiento histórico es el *significado* que le asignamos. Del mismo modo, no hay duda que las funciones tienen una base físico-química, pero, como tales, no son hechos físico-químicos. Son el significado que tienen para el organismo con relación a su entorno y con relación a una finalidad.

La validez del discurso funcional, teleológico y normativo no depende de la existencia "objetiva", es decir independiente de funciones, fines y normas en la naturaleza, sino de su idoneidad para una comprensión propiamente biológica de los organismos y de su quehacer en el mundo.

3.5. TÉCNICA

Si las funciones son relativas a fines, y si los fines son asignados por nosotros, la validez de las explicaciones funcionales depende de la justificación racional de los fines que asignemos. Mostraremos, pues, que sí se justifica racionalmente la asignación de fines y que, por tanto, también se justifica la objetividad del discurso funcional.

El jueves 19 de septiembre de 1991, una pareja de senderistas alemanes descubrió, en las montañas del Ötztal (Tyrol), el esqueleto de un hombre medio hundido en el hielo. Ni ellos ni los socorristas austriacos se dieron cuenta, al principio, que no era un alpinista cualquiera atrapado por el frío, sino el cuerpo de una momia dos mil años más vieja que Tutankamon. Había sido asesinado 5 300 años atrás y recubierto, con toda su ropa y equipaje, por milenios de hielo y olvido. "Ötzi", como le llamaron, sufría artritis y diarrea, tenía costillas rotas en el lado derecho y un quiste en el dedo meñique de un pie. Su cuerpo llevaba una serie de 57 pequeños tatuajes azulados, incisiones frotadas con carbón vegetal, que coinciden al 80 por ciento con los puntos de acupuntura utilizados actualmente contra los dolores de reuma. Vestía calzones de piel de cabra, un vestido sin mangas, una capa de hierbas trenzadas, un gorro de piel de oso y unas zapatillas de piel de ciervo con los pelos hacia dentro, suela de cuero de oso y espuma natural a modo de plantillas. También llevaba un cuchillo de sílex en la cintura, un arco y sus flechas, un hacha con filo de cobre, dos cajas de corteza de abedul donde tal vez transportara brasas y comida, una red como para cazar pájaros, y un curioso pequeño objeto con mango de tilo y punta de cuerno de ciervo endurecido al fuego. Ese pequeño objeto, único en el mundo, fue identificado por los arqueólogos como un "retocador" que servía para afilar las herramientas de piedra.

¿Cómo dar cuenta de un artefacto desconocido hallado en una excavación arqueológica? Podemos dar una descripción precisa de sus características físicas: composición, tamaño, peso, forma, color, etcétera, así como del contexto material en que fue descubierto: localización geográfica, posición relativa respecto de otros objetos, etcétera. También podemos identificar la época y la cultura en la que fue realizado, y señalar coincidencias con otros artefactos de esa época, o de épocas y culturas diferentes. Todas esas informaciones son necesarias para conocer la función del artefacto, pero no son suficientes. Necesitamos conocer los fines de quienes crearon y usaron ese artefacto, las razones que tenían para hacerlo y el *significado* que le daban. Para averiguarlo, tenemos que ponernos en su lugar, adoptando un punto de vista interno: el suyo.

Wright y Cummins comparten la opinión de que la función de un artefacto es aquello para lo que fue diseñado y que, a diferencia de los artefactos, los organismos biológicos no tienen creador intencional. Frente a esa diferencia reaccionan de manera diferente. Mientras Cummins deja de lado la intuición del diseño para concentrarse en las propiedades presentes del sistema orgánico, Wright reformula la intuición en términos de origen no intencional. Veremos a continuación que ambos se equivocan: La función de un artefacto no es aquello para lo que fue diseñado y tampoco requiere siquiera un creador intencional.

La categorización de artefactos pone en juego intuiciones análogas a las que rigen la adscripción funcional en biología: Por un lado, la forma, las propiedades y el uso actual; por el otro, la historia y la intención original. Ahora bien, ambas intuiciones contribuyen, de manera complementaria o conflictiva, en la decisión de nombrar un artefacto, y su importancia respectiva va cambiando con el desarrollo cognitivo de la persona [Gutheil *et al.* 2004]. Los niños y los adultos disponen de una multiplicidad de marcos explicativos diferentes para razonar tanto sobre artefactos como sobre seres biológicos [Gutheil *et al.* 1998]. Por consiguiente, desde un punto de vista psicológico, no hay *una* intuición verdadera, sea etiológica o disposicional, sino una pluralidad de intuiciones correctas según el contexto.

Con la edad atribuimos una importancia creciente a la intención inicial, frente al uso actual, en la adscripción funcional. German y Johnson [2002] sugieren que la intuición que deriva la función de la intención inicial es más compleja que la del uso actual y requiere mayor madurez cognitiva: “Understanding design is more complex, in representational terms, than understanding a simple goal-directed object use. [...] the notion of ‘intentionally made for purpose *x*’ involves coordinating two mental states: first, that of the maker, and second, that of a subsequent user” [2002: 297]. Dicho de otro modo, la intuición del diseño (*design stance*), requiere la capacidad de adoptar dos puntos de vista diferentes a la vez, el del diseñador y el de un usuario posterior.

Con la intención de crear una bicicleta, un inventor loco podría fabricar un objeto que no sirve en absoluto para desplazarse pero que sí indica la hora perfectamente y tiene el aspecto de un reloj. En ese caso, incluso si el diseñador tenía la intención sincera de fabricar una bicicleta, diremos que se ha equivocado —o que está loco— y que, aunque quisiera crear una bicicleta, el artefacto es un reloj. La intención del diseñador es algo subjetivo; al contrario, la relación entre la estructura y los usos posibles de un artefacto es una característica objetiva que, además, puede ser analizada en términos causales. Por consiguiente, la intención del diseñador no es la referencia última de la función de un artefacto. La intención puede ser arbitraria, la función no.

En la mayoría de los casos, la intención del diseñador es desconocida e inaccesible. No obstante, la función de muchos artefactos no deja de ser evidente. Aunque desconocemos el propósito verdadero del diseñador, interpretamos con facilidad cuál pudo haber sido. Un criterio clave —pero discutido [véase Allen y Bekoff 1955: 615-7]— de esa interpretación es la optimalidad [Dennett 1990]: La función de un artefacto —la razón por la que fue creado— es con mayor probabilidad aquello para lo que mejor sirve. Siempre es posible que un artefacto tenga un mejor uso que aquello para lo que fue diseñado, pero a falta de conocer la intención original, la

mejor interpretación es la que adecua el diseño a la función. Por consiguiente, cuando ignoramos la historia de un artefacto, la función que le atribuimos no es aquello para lo que fue diseñado, sino aquello para lo que *debió* ser diseñado.

Imaginemos, propone Paul Bloom [1996: 20-21], que un rayo cae sobre una roca y que, por una increíble coincidencia, la transforma en un objeto de exactamente la misma forma y tamaño que una típica silla de oficina. Alguna gente (especialmente filósofos), dirán que a pesar de tener el aspecto y de poder ser usado como una silla, el objeto en cuestión no llega a serlo porque no fue creado con esa intención. Otros, sin embargo, estarán dispuestos a reconocerlo como silla (y no solamente como silla potencial). Este ejemplo, dice Bloom, refuta la idea que los miembros de una clase de artefactos son necesariamente vistos como productos de un acto de creación intencional.

Algo puede ser miembro de una clase de artefactos si tiene la estructura física que tendría *si* hubiera sido creado con la intención de ser miembro de esa clase de artefactos. Efectivamente, tenemos la intuición que cuanto más complejo es un objeto, más parece ser el resultado de un proceso de creación intencional. Dicho de otro modo, la complejidad de un objeto es inversamente proporcional a la probabilidad que sea creado por un proceso no intencional y/o aleatorio.

La categorización de la roca como miembro del género artificial "silla" es el resultado de verla "como si" hubiera sido intencionalmente creada. Esto permite entender el carácter intuitivo del argumento del diseño:

Just as the complex structure of the eye led theologians to infer that it was an artifact created by a benevolent God, the highly intentional appearance of the rock-chair might license the inference that it too was created (or is of the same form *as if* it was created) by some intentional force that is basing its actions on knowledge of current y previous chairs. y this might lead us to categorize it as actually being a chair [Bloom 1996: 22].

Los seres vivos *no* son el resultado de un proceso de creación intencional, pero *es como si* lo fueran. Ni la biología ni la técnica requieren la existencia de un autor intencional para justificar las atribuciones funcionales con sentido teleológico; es suficiente que podamos, dentro de ciertos límites, interpretarlos de ese modo. La función de algo no es aquello para lo que fue diseñado, sino aquello que podemos ver *como si* hubiera sido diseñado para ello.

3.6. DISEÑO

Una piedra no es más que una piedra, pero puedo verla *como si* fuera un percutor y usarla como tal para romper nueces. Un martillo no es más que un trozo de metal agarrado a un palo, pero lo veo *como* una herramienta.

Podríamos decir que no existen los martillos, que no forman parte del mobiliario ontológico del universo. Pero sería absurdo. Al menos tan absurdo como decir que no existen las funciones, ni los fines, ni las normas, ya que en realidad sólo existen partículas y procesos físico-químicos.

Es cierto que ni los martillos ni los percutores existen de por sí en la naturaleza, y que son relativos a nosotros y a nuestras acciones. Miguel Ángel Quintanilla [1989] define una "realización técnica" como un sistema intencional de acciones orientadas a la transformación de objetos concretos para obtener de manera eficiente un resultado que se considera valioso. Simplificando un poco, significa que un artefacto, esto es, una realización técnica en sentido amplio, es un sistema de acciones cuyo propósito es realizar, en condiciones normales especificadas y con cierta eficiencia, un determinado fin (el resultado que se considera valioso),

Los organismos vivos tienen mucho que ver con los artefactos, y especialmente con las herramientas. Marc Hauser [2002: 62], citando a Pinker, señala el hecho de que ambos poseen un diseño, el cual se manifiesta a través de signos de precisión, de complejidad, de eficacia, de fiabilidad y de especialización para resolver el problema que se les asigna, especialmente si se lo compara con el número inmenso de otros diseños posibles. Es *como si* la selección natural fuera un agente intencional que busca soluciones eficientes para problemas adaptativos. Lo importante es subrayar que, tanto los organismos vivos como las herramientas, son considerados desde la perspectiva de un sistema de acciones, no de causas. La complementariedad de descripciones que aplicamos a la biología y a la historia (las frases narrativas son características de un lenguaje de la acción) también se aplica a los artefactos técnicos, aunque no exactamente de la misma manera. Los puntos de vista incompatibles son los de las causas (externo) y el de las acciones (interno); mientras que la comprensión de un sistema técnico no supone ninguna capacidad de empatía con el objeto, la comprensión de las acciones de un organismo vivo, en cambio, de algún modo requiere ponerse en su lugar.

Decíamos antes que la validez de las adscripciones funcionales dependen de la racionalidad de la atribución de fines. Entendemos ahora que los fines son los resultados valiosos del sistema de acciones protagonizadas por el organismo con relación a su entorno. Al adoptar su perspectiva, podemos plantearnos sus acciones en términos de resolución de problemas. Comer, crecer, desplazarse, etcétera, son problemas cotidianos de los seres vivos. Cada especie, en función de su entorno, se ha especializado de una forma u de otra para solucionar lo más eficientemente posible ese tipo de problemas. La presión selectiva no es más que el nombre genérico de la mayoría de los problemas a los que se enfrenta un organismo vivo en su existencia. Y las diversas funciones que cumplen sus órganos y estructuras son las soluciones que han encontrado para resolver sus pro-

blemas [Caponi 2001: 69]. Es como si los órganos fueran sus herramientas. Un mismo órgano puede ser utilizado, en condiciones distintas, para resolver problemas diferentes. La racionalidad de la atribución de fines dependerá, por consiguiente, de la identificación de los problemas vitales a los que se enfrentan los organismos vivos, desde su propio punto de vista. Hablar de fines y de problemas es la forma que *nosotros* tenemos de interpretar lo que ellos "hacen", pero no por ello han de ser forzosamente arbitrarios o irracionales los fines y problemas que les asignamos. Porque en alguna medida son *sus* problemas [véase Uexküll 1956].

Dicho esto, podemos defender el carácter objetivo de la explicación funcional. Al adoptar la perspectiva de un organismo vivo, considerado como un agente y no meramente como una maquinaria de causas y efectos, categorizamos desde nuestros conceptos y desde nuestro lenguaje aquello que, de alguna manera, reconocemos como *propio* del organismo: sus problemas existenciales. Y esa categorización es susceptible de validación intersubjetiva. Como podría decir Churchill, la empatía es la peor forma de entender la biología, exceptuando todas las demás.

Los fines son intersubjetivamente fijados por el observador, las funciones no. Una herramienta tiene características funcionalmente pertinentes y otras que no lo son, y eso es relativo, no al observador o al usuario, sino al problema. El color de un martillo es *de por sí* funcionalmente irrelevante para clavar puntas. La pertinencia funcional, así como la eficacia y eficiencia de un rasgo son empíricamente observables e independientes de nosotros. En ese sentido tenía toda la razón Francisco Ayala [1970] cuando proponía la "utilidad" como criterio *objetivo* en la determinación de la teleología biológica. Desde la edad de dos o tres años, los infantes humanos empiezan a distinguir en los artefactos las características funcionalmente relevantes de las que no lo son [Hauser 2002: 55]. Algunos monos y otros animales, como los cuervos, también distinguen la pertinencia funcional en sus herramientas y, entre todas, eligen las mejor adecuadas al problema que quieren resolver [2002: 60-61]. Si los elementos orgánicos son *como* herramientas, y si los "problemas" de supervivencia, reproducción, etcétera, son *como* fines, entonces la teleología y la normatividad del lenguaje funcional expresan una realidad independiente de nosotros y, en ese sentido, plenamente objetiva.

4. CONCLUSIÓN

Hemos visto, en la primera parte de este trabajo, que la normatividad y la teleología son incompatibles con una descripción estrictamente causal de los organismos biológicos. El reduccionismo considera que en teoría, aunque no en la práctica, la biología puede prescindir de esas dos dimensiones del lenguaje funcional. El antirreduccionismo también lo hace.

Ambos comparten la idea de que una explicación científica es una explicación causal (aunque discrepan sobre el tipo de causalidad implicado) y que la objetividad significa independencia respecto del observador. Desde ese punto de vista, el lenguaje funcional, cuando integra la normatividad y el finalismo, no es objetivo.

Ahora bien, una descripción causal completa de los organismos vivos sería, en la práctica, inabarcable. Aunque fuera posible reducir toda realidad biológica a relaciones causales, las limitaciones cognitivas del ser humano nos impedirían entender una descripción de ese tipo y la harían impropia para la comunicación científica. Por el contrario, el finalismo y la normatividad del lenguaje funcional son poderosamente intuitivos y universalmente comprensibles, hasta tal punto que todos los autores, reduccionistas o no, los emplean en su discurso. Desde ese punto de vista, el lenguaje de la biología cuando no integra la normatividad ni el finalismo, no es inteligible.

Los filósofos se han esforzado en formular concepciones de la atribución funcional (etiológica, disposicional, y demás) que fueran compatibles con un tipo de explicación causal que las ciencias de la naturaleza consideran válido. De este modo, han tratado de conciliar la inteligibilidad intuitiva de un tipo de discurso con la objetividad del otro. Pero ese intento descansa en una confusión. Si uno solo de ellos satisface los requisitos de la racionalidad científica, entonces el otro ha de ser contemplado como una metáfora o, mejor dicho, como un mito. En efecto, a diferencia de la explicación racional, el mito no requiere ni justificación ni demostración, y su autoridad no se plantea en términos de verdad o falsedad. Es una llave que abre a la comprensión de un enigma [Veyne 1983: 42]: El enigma de los orígenes de la función. ¿Cómo entender que las cosas tengan funciones cuando no existen *de por sí* en un universo causal? Tanto Wright como Cummins asumen, para los artefactos, que la respuesta está en sus orígenes: la función de un artefacto es aquello para lo que fue diseñado. Y eso es lo que hace el mito: contar los orígenes, el nacimiento de una cosa. No obstante la etiología mítica tiene lugar en un tiempo heterogéneo a la temporalidad histórica y causal: es otro mundo [Veyne 1983]. Es sólo "después" de ese origen cuando la cosa empieza su existencia mundana, causal, temporal. Las concepciones etiológica y disposicional de las funciones biológicas se interesan respectivamente por cada uno de esos "momentos", pero situándolos en un mismo plano. De ahí la confusión.

Si la realidad es causal y las funciones son un mito, es inútil explicarlas causalmente. Al contrario, si las funciones son reales y autónomas respecto de la física, también es inútil explicarlas causalmente (a menos que se justifique científicamente una causalidad no física). El discurso funcional tiene una autoridad, esto es, una fuerza intuitiva, de la que carece el discurso causal aplicado a la biología. Pero éste tiene una legitimidad, esto

es, una objetividad, de la que carece aquél. El problema es que no disponemos (o no queremos disponer) de otra forma de legitimación de la explicación científica que no sea causal. Las concepciones etiológica y disposicional, en su intento de conciliar las funciones con las causas, son, pues, dos variaciones de una misma estrategia de legitimación del discurso funcional.

Hemos bosquejado, en la segunda parte de este trabajo, una estrategia de legitimación diferente. Argumentamos a favor de un pluralismo epistémico, donde el finalismo y la causalidad no son compatibles pero sí complementarios, donde las concepciones etiológica y disposicional no son opciones enfrentadas, y donde no hay una definición “verdadera” del concepto de función, sino interpretaciones mejores y peores.

El modelo epistemológico de la física clásica fue puesto en entredicho por la revolución cuántica a principios del siglo veinte. Tras su paso, algunos de los presupuestos más arraigados de las ciencias modernas empezaron a tambalearse: el determinismo, la causalidad, el realismo y la objetividad, entendida como independencia respecto del observador. Asumiendo el cambio epistemológico que supuso, en física, el advenimiento de la teoría cuántica, podemos franquear algunas de las barreras mentales que limitaban el pleno reconocimiento de la autonomía biológica. El materialismo, el mecanicismo y el positivismo marcaron hitos de inestimable valor y valentía en el desarrollo intelectual de Occidente; es hora de ir más allá.

La complementariedad entre descripciones incompatibles es una expresión de las condiciones de posibilidad de toda acción posible en el mundo que la mecánica cuántica puso de manifiesto en microfísica [Bitbol 1996]. Mostramos que esa complementariedad no resulta de una perturbación del objeto observado por el acto de observación, sino de la incompatibilidad entre los puntos de vista interno y externo; entre la perspectiva del agente epistémico en situación de observación y la perspectiva impersonal “desde ninguna parte” [Nagel 1986]. Desde el punto de vista del agente implicado, las acciones son normativas e intencionales, obedecen a razones y son guiadas por fines. Vistas desde fuera, las acciones obedecen a causas y producen efectos; no pueden ser normativas ni existen siquiera como tales. En la medida en que no se puede eliminar la referencia a un agente epistémico en el formalismo de la teoría cuántica, el punto de vista interno viene a ser ineludible *incluso* en física, disciplina considerada como el paradigma de la objetividad científica.

Vimos que la complementariedad entre puntos de vista incompatibles tiene un correlato en las estructuras cognitivas del ser humano y de otros animales: Somos capaces de distinguir espontáneamente lo biológico de lo no biológico, y disponemos de mecanismos innatos específicos de

percepción, aprendizaje e interpretación para las acciones intencionales, por un lado, y las no intencionales, por el otro. Dicho de otro modo, disponemos de herramientas mentales especializadas en la percepción y comprensión de lo biológico y de las acciones dirigidas a fines. Si la aparición de estos mecanismos proporcionó a nuestros antepasados una ventaja adaptativa, su pleno reconocimiento e integración en el ámbito de la biología proporcionaría sin duda una ventaja epistémica. Limitarse a una descripción de los organismos en términos causales es como andar con las manos; se puede pero no es práctico.

La aplicabilidad del finalismo a la biología y no a la física se debe a una diferencia entre sus puntos de vista internos. Mientras que en física el agente es el sujeto humano en situación experimental, la independencia de los fenómenos biológicos respecto del observador, así como su complejidad intrínseca, se interpretan como la actividad dirigida a fines de un agente externo. La empatía, es decir, la capacidad de adoptar el punto de vista de otro sin abandonar el propio, permite entender a los organismos vivos y la selección natural *como si* fueran agentes intencionales. Desde ese punto de vista, la teleología biológica no constituye una causalidad heterodoxa, sino una característica del lenguaje de la acción.

Mostramos, a partir de la filosofía de la historia, que el lenguaje de la acción que caracteriza las explicaciones funcionales tiene la estructura temporal de una frase narrativa, donde se describe un hecho con relación a otro posterior. Las frases narrativas no son descripciones de hechos, sino interpretaciones de su *significado* desde la perspectiva de un fin asignado por el sujeto. Una función se define con relación a una finalidad. No es una entidad ni una propiedad atribuible a un elemento orgánico; es una relación de significado, dentro de una estructura temporal definida por el sujeto, entre ese elemento, el organismo al que pertenece y su contexto vital.

La mayoría de los filósofos defiende *una* definición —etiológica o disposicional— frente a las demás, o bien trata de conciliar las dos intuiciones en una formulación más general. Sin embargo, estudios recientes de psicología cognitiva demuestran que la categorización y la adscripción funcional no obedecen a un solo esquema interpretativo. Disponemos más bien de una pluralidad de intuiciones (históricas y no históricas) que compiten y se complementan a la vez con una fuerza respectiva que varía según la edad y el contexto. El error de los filósofos consiste en tratar de definir lo que *son* las funciones, en lugar de interpretar lo que *significan*, asumiendo el pluralismo de interpretaciones: “We cannot begin to make sense of functional attributions until we abandon the idea that there has to be one determinate, *right* answer to the question: What is it for? and if there is no deeper fact that could settle that question, there can be no deeper fact to settle its twin: What does it mean?” [Dennett 1990: 194].

Terminamos diciendo que la objetividad de una explicación funcional depende de la justificación racional de los fines que asignamos: supervivencia, reproducción, u otro. El análisis causal es un elemento importante y necesario de esa justificación, pero no es suficiente. Un fin ha de ser relevante desde el punto de vista del organismo o de la especie considerados como agentes y no sólo como mecanismos; y la función que deriva de este fin debe ser significativa dentro del entorno en que vive el agente. Los organismos, las especies y la selección natural no son agentes intencionales, pero podemos —y no podemos evitar— considerarlos *como si* lo fueran. Las funciones biológicas son las soluciones que encontraron esos agentes para resolver *sus* problemas vitales. Desde esa perspectiva, la empatía es lo más alejado al antropomorfismo y lo más próximo a la objetividad de un conocimiento propiamente biológico.

Quiero agradecer a Jesús Vega Encabo por sus críticas acertadas y constructivas. Es para contestar a algunas de esas críticas que el presente artículo fue escrito.

REFERENCIAS

- Agazzi, E., (ed.) (1988), *L'Objectivité dans les différentes sciences*. Fribourg: Editions Universitaires Fribourg, Suisse.
- Allen, C. and Bekoff, M. (1995), "Biological function, adaptation and natural design," *Philosophy of Science* 62:609-22.
- Ayala, F. J. (1970), "Teleological explanations in evolutionary biology," *Philosophy of Science* 37 (1): 1-15.
- Bigelow, J. and R. Pargetter (1987), "Functions," *The Journal of Philosophy* 84: 181-196.
- Bitbol, M. (1996), *Mécanique quantique: Une introduction philosophique*. Paris: Flammarion, "Champs".
- Bitbol, M. (2000), *Physique et philosophie de l'esprit*. Paris: Flammarion.
- Bitsakis, E. (2004), "Microphysique: pour un monisme de la matière," in *Les matérialismes (et leurs détracteurs)*, Dubessy, J., Lecointre, G. and Silberstein, M. (eds.), Paris: Syllepse, pp. 113-33.
- Bloom, P. (1996), "Intention, history, and artifact concepts," *Cognition* 60: 1-29.
- Bohr, N. (1933), "Lumière et vie," in *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris: Gallimard, pp. 149-63.
- Bohr, N. (1937), "Biologie et physique atomique," in *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris: Gallimard, pp. 165-79.
- Bohr, N. (1946), "La physique et le problème de la vie," in *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris: Gallimard, pp. 293-306.
- Busino, G. (1988), "L'objectivité dans les sciences humaines," in *L'objectivité dans les différentes sciences*, Agazzi, E. (ed.), Fribourg: Editions Universitaires de Fribourg, pp. 179-86.
- Campbell, D. T. (1974), "La 'causación descendente' en los sistemas biológicos jerárquicamente organizados", en *Estudios sobre la filosofía de la biología*, Ayala, F.J. and Dobzhansky, T. (eds.), Madrid: Ariel.
- Canguilhem, G. (1943), *Le normal et le pathologique*. Paris: PUF, "Quadrige", 2005.
- Caponi, G. (2001), "Función y adaptación: dos modos de la teleología," *Epistemología e Historia de la Ciencia* 7 (7): 66-70.
- Cummins, R. (1975), "Functional analysis," *The Journal of Philosophy* 72: 741-765.
- Danto, A. C. (1965), *Narration and Knowledge (including the integral text of Analytical Philosophy of History)*, New York: Columbia University Press, 1985.
- Davis, P. S. (2000), "Malfunctions," *Biology and Philosophy* 15 (1): 19-38.
- Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press. 30th anniversary edition, 2006.
- Decety, J. (2004), "L'empathie est-elle une simulation mentale de la subjectivité d'autrui?" in *L'empathie*, Berthoz, A. and Jorland, G. (eds.), Paris: Odile Jacob, pp. 53-88.
- Dennett, D. (1987), "La evolución, el error y la intencionalidad", en *La actitud intencional*, Barcelona: Gedisa, 1992, pp. 254-84.
- Dennett, D. (1990), "The Interpretation of texts, people and other artifacts," *Philosophy and Phenomenological Research* 50 (Supplement): 177-194.
- Díaz, J. L. (1999), "El dolor de María: un cuento de neurociencia ficción," *Ludus Vitalis* VIII (12): 181-187.
- Espagnat, B. d. (1994), *Le réel voilé: Analyse des concepts quantiques*. Paris: Fayard, "Le temps des sciences".
- Fontana, G. (2006), "Why we live in the computational universe," arxiv.org.
- Gayon, J. (1993), "La biologie: entre loi et histoire," *Philosophie* 38: 30-57.

- German, T. P. and S. C. Johnson (2002), "Functions and the origins of the design stance," *Journal of Cognition and Development* 3 (3): 279-300.
- Godfrey Smith, P. (1993), "Functions: Consensus without unity," in *The Philosophy of Biology*, Hull, D. and Ruse, M. (eds.), Oxford: Oxford University Press, 1998, pp. 258-79.
- Grene, M. (1974), "Reducibility: Another side issue?", in *The Understanding of Nature*, Cohen, R.S. and Wartofsky, M.W. (eds.), Dordrecht, Reidel.
- Gutheil, G.; A. Vera, et al. (1998), "Do houseflies think? Patterns of induction and biological beliefs in development," *Cognition* 66: 33-49.
- Gutheil, G.; P. Bloom, et al. (2004), "The role of historical intuitions in children's and adults' naming of artifacts," *Cognition* 91 (1): 23-42.
- Hauser, M. D. (2002), *A quoi pensent les animaux?* Paris: Odile Jacob.
- Kripke, S. A. (1982), *Wittgenstein: reglas y lenguaje privado*. México: UNAM.
- Kuhlmeier, V. A.; P. Bloom, et al. (2004), "Do 5-month-old infants see humans as material objects?" *Cognition* 94 (1): 95-103.
- Küppers, B.-O. (1995), "The context-dependence of biological information," *Ludus Vitalis* III (5): 5-17.
- Lloyd, S. (2005), "A theory of quantum gravity based on quantum computation," arxiv.org.
- Lloyd, S. (2006), *Programming the Universe : A Quantum Computer Scientist Takes On the Cosmos*. NY: Knopf.
- Mandler, J. M. and L. McDonough (1993), "Concept formation in infancy," *Cognitive Development* 8 (3): 291-318.
- Manning, R. N. (1997), "Biological function, selection, and reduction," *British Journal for the Philosophy of Science* 48 (1): 69-82.
- Mayr, E. (1961), "Cause and effect in biology," *Science* 134 (3489): 1501-1506.
- Mayr, E. (1992), "The idea of teleology," *Journal of the History of Ideas* 53 (1): 117-135.
- Mayr, E. (1996), "The autonomy of biology: the position of biology among the sciences," *Quarterly Review of Biology* 71 (1): 97-106.
- Millikan, R. G. (1984), *Language, Thought, and Other Biological Categories: New Foundations for Realism*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Millikan, R. G. (1989), "In defense of proper functions," *Philosophy of Science* 56 (2): 288-302.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York; Chicago; San Francisco: Harcourt Brace.
- Nagel, E. (1977), "Goal-Directed Processes in Biology," *The Journal of Philosophy* 74 (5): 261-279.
- Nagel, T. (1986), *The View From Nowhere*. Oxford: Oxford University Press.
- Nagel, T. (1991), *Mortal Questions*. Cambridge: Cambridge University Press, "Canto", 1979.
- Neander, K. (1991), "Functions as selected effects: The conceptual analyst's defense," *Philosophy of Science* 58: 168-184.
- Oppenheim, P. and H. Putnam (1958), "L'unité de la science: une hypothèse de travail" in *De Vienne à Cambridge*, Jacob, P. (ed.), Paris: Gallimard, 1980, pp. 370-416.
- Paty, M. (2004), "Matière et nécessité dans la connaissance scientifique," in *Les matérialismes (et leurs détracteurs)*, Dubessy, J., Lecointre, G. and Silberstein, M. (eds.), Paris: Syllepse, pp. 155-80.
- Phillips and Wellman (2005), "Infants' understanding of object-directed action," *Cognition* 98 (2): 137-155.

- Piaget, J. (1947), *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: PUF, "Bibliothèque de philosophie contemporaine", 1999.
- Prigogine, I. and I. Stengers (1979), *La nouvelle alliance: Métamorphose de la science*. Paris: Gallimard, "Folio essais", 1986.
- Proust, J. (1995), "Fonction et causalité," *Intellectica* 21 (2): 81-113.
- Quintanilla, M. A. (1989), *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid: Fundesco.
- Rizzolatti, G. (2005), "The mirror neuron system and its function in humans," *Anat. Embryol.* 210: 419-421.
- Rizzolatti, G.; L. Fadiga, et al. (1996), "Premotor cortex and the recognition of motor actions," *Cognitive Brain Research* 3: 131-141.
- Rosenberg, A. (1985), *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- Rosenberg, A. (1997), "Reductionism redux: Computing the embryo," *Biology and Philosophy* 12 (4): 445-470.
- Rosenberg, A. (1999), "Les limites de la connaissance biologique," *Annales d'Histoire et de philosophie du vivant* 2: 15-34.
- Rosset, C. (1976), *Le réel et son double*. Paris: Gallimard, "Folio essais", 1984.
- Searle, J. R. (1995), *The Construction of Social Reality*. NY: The Free Press, 1995.
- Seife, C. (2006), *Decoding the Universe: How the New Science of Information Is Explaining Everything in the Cosmos, from Our Brains to Black Holes*. NY: Viking Books.
- Servais, V. (2004), "L'empathie et la perception des formes dans l'éthologie contemporaine," in *L'Empathie*, Berthoz, A. and Jorland, G. (eds.), Paris: Odile Jacob, pp. 203-22.
- Smart, J. C. (1963), "Physics and biology," in *Philosophy and Scientific Realism*, New York: The Humanities Press, pp. 50-63.
- Sober, E. (1993), *Philosophy of Biology*. Boulder: Westview Press.
- Song, H.-J. and R. Baillargeon, et al. (2005), "Can infants attribute to an agent a disposition to perform a particular action?" *Cognition* 98 (2): B45-B55.
- Uexküll, J. V. (1956), *Mondes animaux et monde humain*. Paris: Denoël, "Méditations", 1965.
- Vallortigara, G., et al. (2005), "Visually inexperienced chicks exhibit spontaneous preference for biological motion patterns," *PLoS Biology* 3 (7); e208: 1312-1316.
- Veyne, P. (1983), *Les Grecs ont-ils cru à leurs mythes? Essai sur l'imagination constituante*. Paris: Seuil, "Points Essais".
- Wachbroit, R. (1994), "Normality as a biological concept," *Philosophy of Science* 61 (4): 579-591.
- Walsh, D. M. (1996), "Fitness and function," *British Journal for the Philosophy of Science* 47 (4): 553-574.
- Wright, L. (1973), "Functions," *The Philosophical Review* 82 (2): 139-168.