

*Filosofía de la biología, biología del conocimiento y
biotecnología*

*Philosophy of biology, biology of knowledge and
biotechnology*

José Luis González Recio

Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

El presente trabajo intenta definir las fases principales por las que ha pasado la filosofía de la biología durante el siglo XX. Partiendo de la ya clásica distinción, consagrada por Alexander Rosenberg, entre filosofías de la biología provincialistas y filosofías de la biología autonomistas, amplía dicha perspectiva, incorporando, además, las que podrían llamarse filosofías de la biología *colonialistas* (vinculadas a la sociobiología, la biología del conocimiento o la biología de la cultura), para explorar sus fundamentos, significado y consecuencias.

ABSTRACT

The present work tries to define the principal phases crossed by philosophy of biology during the XXth century. Departing from the already classic distinction, promoted by Alexander Rosenberg, between provincialist philosophies of biology and autonomist philosophies of biology, the paper enlarges these perspectives incorporating what might be called *colonialist* philosophies of biology (linked to sociobiology, the biology of knowledge or the biology of culture), to explore their foundations, meaning and consequences.

PALABRAS CLAVE: Filosofía de la biología, biología del conocimiento, biotecnología, sociobiología, reduccionismo, provincialismo, autonomía, colonialismo, biología molecular, biología fisiológica, evolución, esencialismo, pensamiento poblacional.

KEY WORDS: Philosophy of biology, biology of knowledge, biotechnology, sociobiology, reductionism, provincialism, autonomy, colonialism, molecular biology, physiological biology, evolution, essentialism, population thinking.

Hoy no resulta difícil comprender el impacto que en 1969 produjo la reedición en castellano de la venerable obra de Bertand Russell, publicada originalmente en 1928 y titulada *La perspectiva científica*¹. Tras dedicar su primera parte a la descripción de los rasgos metodológicos del conocimiento científico, Russell

presentaba en ella el cuadro –el boceto, cabría llamarlo con mayor exactitud– de la sociedad científico-técnica que creía adivinar en un horizonte histórico no muy lejano. Refiriéndose al previsible desarrollo de la técnica biológica, aventuraba:

Aunque es temerario hacer profecías detalladas [...] es evidente que en el porvenir un cuerpo humano, desde el momento de la concepción, no será considerado meramente como algo que debe dejarse crecer según las fuerzas naturales y sin ninguna intervención humana [...] La tendencia de la técnica científica es la de considerar toda cosa, sea cual fuere, como material adecuado para la realización de algún propósito [...] El niño, y aun el embrión, serán considerados cada vez más desde este punto de vista, a medida que la mentalidad relacionada con la técnica científica se haga más dominante. En esto, como en todas las otras formas del poder científico, existen posibilidades de bien y de mal.²

La realidad de nuestro momento tecnocientífico nos obliga a reconocer el innegable valor premonitorio de estas palabras. El control técnico de la organización biológica –incluyendo la humana– no es ya una ficción; y sus traducciones terapéuticas o profilácticas parecen tan prometedoras como inquietantes o perturbadoras sus implicaciones morales. En efecto, si el siglo XIX es el siglo en que se produce la revolución de la que nace el conocimiento biológico contemporáneo, el siglo que acaba de terminar ha visto gestarse no sólo las revoluciones relativista y cuántica sino, asimismo, una química de las macromoléculas orgánicas –con especial atención a las moléculas biológicas– que tuvo su fase fundacional en el estudio de la estructura tridimensional de las proteínas, que deparó en 1953 el modelo molecular del gen de Watson-Crick y que desde entonces ha gozado de la espectacular continuación tan detalladamente narrada en *The Philosophy and History of Molecular Biology*³, coordinada por Sahotra Sarkar. Garland Allen había descrito con anterioridad los momentos más importantes que atravesó la constitución y el desarrollo de la biología molecular, atendiendo a lo que creyó que era la naturaleza misma de la disciplina, sus antecedentes en la investigación física o química, la fase en que se gestaron los enfoques estructuralistas, el período en el que se originó la escuela informacionista y el papel desempeñado por la bioquímica, hasta llegar a la aparición de la perspectiva informacionista unificada⁴. Robert Olby contribuiría poco después, con *The Path to the Double Helix*⁵ –hoy ya un clásico–, a desentrañar aún más el juego intelectual, la historia interna cabría decir, del vasto empeño –basado en la experimentación y en la creación de teoría– que condujo a resultados científicos tan notables. En su

reconstrucción del camino recorrido por la biología molecular, se destaca el tránsito desde el examen de las partículas coloidales al estudio de las moléculas de cadena larga; el acercamiento a la naturaleza del material hereditario; el seguimiento de la transformación bacteriana, su carácter y sus consecuencias; la contribución de físicos como Delbrück o Schrödinger; para terminar con la etapa en que se registran los trabajos fundamentales de Furberg, Wilkins, Gosling, Franklin, Watson y Crick.

Frente a las de Allen y Olby, la mencionada obra de Sarkar tiene el valor de incluir –junto al seguimiento de los peldaños que hubo de ascender la biología molecular misma en su proceso de consolidación– un recuento de los estadios por los que han pasado la historia y la filosofía de esta parte de la biología, pero que su autor considera un patente reflejo de lo ocurrido con carácter general en la filosofía de la biología y hasta en al amplio campo de la historia y la filosofía de la ciencia. Sarkar reconoce la existencia de cinco aproximaciones practicadas. La primera se ha centrado en la evaluación del *contexto* y los *detalles intelectuales*. A ella pertenecen el libro de Olby, así como *The Eighth Day of Creation*, publicado por Judson en 1979⁶ o, incorporando acentos en cuestiones complementarias, los estudios de Keller⁷. La segunda ha convertido en objeto de investigación los *aspectos estrictamente experimentales*, siguiendo con especial cuidado los procedimientos mediante los que ciertos organismos o moléculas –*Escherichia coli*, hemoglobina... – fueron estudiados. En este capítulo merece atención, para Sarkar, la labor realizada por Kevles, Lederman y Tolin, Summers o Zallen⁸. Puede reconocerse, en tercer lugar, un grupo de historiadores preocupados por la matriz sociocultural del conocimiento, atentos a la interacción entre los diferentes grupos de investigadores e interesados por la dimensión *antropológica* de la ciencia. Entre ellos cabe citar a Rheinberger, Creager y Gaudillière⁹. Los *estilos nacionales* han sido reconocidos también como un posible eje en la reconstrucción de los elementos dinamizadores de la biología molecular. Sin duda, la tradición anglo-americana es la que ha gozado de un mayor reconocimiento, si bien no ha dejado de tenerse en cuenta el papel desempeñado por la biología francesa o la japonesa¹⁰. No han faltado especialistas, finalmente, dispuestos a explorar las *presiones o fuerzas ideológicas* aparecidas en el afianzamiento de esta rama de la biología. Abir-Am y Kay son ejemplos destacados al respecto¹¹. La obra colectiva de la que Sarkar es editor ilustra bien, en definitiva, la existencia de diversas orientaciones historiográficas que se han entregado al propósito común de hacer comprensible el nacimiento, la evolución, el asentamiento teórico y el reconocimiento

institucional de este capítulo reciente de la biología. Como he señalado ya, el coordinador del volumen cree, sin embargo, que tal panorama es un reflejo del estado de cosas que con carácter general encontramos hoy en la historia y la filosofía de la ciencia, dándose en ellas el protagonismo de las mismas o muy similares corrientes, enfoques e intereses. A su parecer, si hubiera que seguir el rastro de los acontecimientos que han jalonado la constitución de la moderna química biológica, en busca de instancias interpretativas o explicativas, tendríamos que ligar la posibilidad de una cada vez más sofisticada técnica biológica a la articulación teórica de la biología molecular, y ésta a la confluencia de factores conceptuales, experimentales, socioculturales, nacionales e ideológicos. Desde luego, el trabajo experimental en el laboratorio, con todos sus medios técnicos, ha sido una condición necesaria para el asalto conceptual que requerían los desarrollos teóricos conseguidos, pero ello confirma simplemente la mutua dependencia que la observación y la teoría siempre han manifestado a lo largo de la historia.

Bertrand Russell adivinó que en el itinerario inmediato de la biología se iba a contar con un marco tecnocientífico capaz de controlar y modificar la estructura de los sistemas biológicos; previó que las consecuencias que cabía esperar de semejantes medios de actuación sobre la naturaleza y la vida podrían ser tan esperanzadoras como abominables; no obstante, no imaginó que entre aquellas consecuencias se encontraban algunas mucho más devastadoras. Para él, la esfera de lo moral era la única capaz de ordenar la relación y el equilibrio entre los medios y los fines. No podía adivinar que la biología –a través de algunos de sus programas de investigación– aspiraría a convertirse en el último plano explicativo, en el soporte primario para una justificación de las raíces de la cultura, de la ciencia e incluso de la moral. Es este terreno fronterizo entre la biología y la filosofía el que falta en la panorámica dibujada a lo largo de la obra que Sarkar dirigió. Se trata de un dominio con inigualable relevancia, porque afecta tanto al andamiaje epistemológico de la biología como al sentido, papel o alcance que quepa adjudicar a cualquier forma de lo que hemos venido llamando conocimiento –sin excluir la historia, la teoría y la sociología de la ciencia–. Dicho de otro modo, existiría una cuestión, derivada del estado actual de la teoría biológica, más acuciante y previa a la suscitada por Russell: la que se refiere al carácter, a la naturaleza de todo el conocimiento humano –científico, filosófico y ético–, una vez interpretado como mera estrategia filogenética puntual –y tal vez sólo transitoria–, puesta al servicio de la eficacia biológica, del éxito en la supervivencia y en la

reproducción. Lo verdaderamente relevante tiene que ver con el hecho de que algunos de los proyectos teóricos inaugurados por la biología y la filosofía de la biología en la segunda mitad del siglo XX han convertido en problema no ya la salvaguarda del bien moral sino su definición.

La provincia

La inserción sociocultural de lo que conocemos como genética molecular o biología molecular, unida al darwinismo, piensa Monod que ha hecho despertar al hombre del sueño milenario de su singularidad cósmica. “Es cierto –añade en *El azar y la necesidad*– que la ciencia atenta contra los valores”. Y continúa: “No directamente, ya que no es juez y *debe* ignorarlos; pero ella arruina todas las ontogénias míticas o filosóficas sobre las que la tradición animista [...] hace reposar los valores, la moral, los deberes, los derechos, las prohibiciones”¹². No creo que a nadie pase desapercibido el sabor filosófico de la posición del científico francés –pues no deja de ser singular la posibilidad de conocer que no somos singulares–, pero prefiero no detenerme en ello para hacer una constatación más general: la articulación y el curso de la investigación biológica se han visto acompañados en los últimos ciento cincuenta años por una reflexión de segundo orden en la que han sido evaluadas tanto las credenciales como las implicaciones epistemológicas de sus construcciones teóricas, tanto el fondo científico-filosófico del que dependían como el horizonte ontológico que inauguraban. Desde luego, el reconocimiento de la filosofía de la biología como disciplina es mucho más reciente y está vinculado a la implantación académica de la filosofía de la ciencia en su conjunto. En todo caso, simplificando mucho su diversidad y ductilidad programáticas, la filosofía de la biología se ha entregado a tres perspectivas básicas: el provincialismo, el autonomismo y el colonialismo. Tomo las dos primeras rúbricas de Alexander Rosenberg¹³, y añado la última categoría, a falta de un término mejor, para referirme a un modo de entender la biología y sus dimensiones filosóficas que me parece identificable, activo e influyente, y que Elliot Sober ha definido como *extensiones* de la teoría de la evolución¹⁴. En mi opinión, esta síntesis de las corrientes que han guiado a la filosofía de la biología mejora la propuesta por Sarkar en diversos aspectos, de los que quiero destacar tres: incorpora el problema de la reducción como problema nuclear de la biología; no da por supuesta la equivalencia de los factores internos o externos que han operado en la

construcción de las diferentes ciencias de la naturaleza –permite, así, distinguir con claridad las cuestiones conceptuales de la crónica social de la ciencia, impidiendo que uno u otro modo de aproximación se hagan equiparables–; y es, además, una síntesis compartida por destacados biólogos y filósofos de la biología como Ayala, Dobzhansky y Mayr, o los arriba mencionados Rosenberg y Sober.

El biólogo o el filósofo provincialista concibe la biología como una provincia de la física, cuyo desarrollo depende de la aplicación de los métodos, patrones explicativos y sistemas teóricos consagrados en física y en química orgánica. De acuerdo con el provincialismo, la conformación teórica de la biología debe ser no simplemente compatible con la de la física –tesis que admitiría cualquier autonomista–, sino específicamente reducible a esta última. En síntesis, el provincialismo –que con justeza podemos entender como una apuesta reduccionista, sea ésta ontológica o sólo epistemológica– supone que las diferencias entre la biología y la física se originan en un defecto de planteamiento por parte de la primera o en los vestigios de un pensamiento biológico caduco que hay que extirpar. Ciertas regiones de la biología contemporánea, y en particular las conquistas recientes de la biología molecular, sirven como modelo ideal de articulación interdisciplinar a los ojos del científico reduccionista. Podría decirse –sigo de nuevo a Rosenberg– que la noción clave es aquí la noción de coherencia. La profundidad y la fertilidad científicas se supone que descansarían en el grado en que cierta rama del conocimiento es capaz de aplicar y extender la imagen más detallada, precisa y abarcadora conquistada por la ciencia natural, es decir, la que descansa en las teorías físicas. La química, por ejemplo, adquiere el valor de ciencia explicativo-predictiva a través de su conexión con la teoría atómica –con la mecánica cuántica– y con la termodinámica. De modo similar, la biología debe adquirir, más que cierta consistencia pasiva con los hallazgos de la física y la química, una articulación plena, una derivabilidad lógica –cabría decir– respecto de las teorías pertenecientes a la ciencia fundamental. Los neopositivistas de principios del siglo XX habrían estado próximos al espíritu del provincialismo, si bien éste es compatible –según acabo de decir– con el reduccionismo constitutivo u ontológico y, por tanto, con cualquier tradición de investigación cuya ontología o compromisos metafísicos de fondo –por emplear expresiones de Larry Laudan¹⁵– tomen las entidades físicas como únicas entidades básicas. Smart, reconocido provincialista, resumía con claridad su posición en 1963: "Si se me pregunta si la biología puede llegar a ser una 'ciencia exacta', la respuesta es que ni más ni menos que la tecnología.

No tenemos leyes y teorías de la ingeniería electrónica o química, y los ingenieros no se preocupan por semejante carencia. Ellos perciben que los asuntos que les ocupan adquieren exactitud científica mediante la aplicación de la física y la química. No hay reales leyes de la biología por la misma razón por la que no hay leyes específicas de la ingeniería"¹⁶. Hempel, desde el positivismo, Schrödinger, desde el realismo científico, o Crick desde su protagonismo en la biología molecular han sido fieles propagandistas del provincialismo. Este último así lo reconoce con inequívoca claridad: "El fin último de la corriente moderna en biología es [...] explicar *toda* la biología en términos de física y química. Hay buenas razones para ello en la medida en que la química y partes importantes de la física, como la mecánica cuántica, nos proveen de un fundamento cierto sobre el que construir la biología"¹⁷. Schrödinger, por su parte, afirmaba en 1943, al preguntarse por el carácter de la ley responsable del mantenimiento del orden biológico: "No. No creo que tengamos que llamarla ley no-física. Porque el nuevo principio subyacente es genuinamente físico [...], no es otra cosa que el mismo principio de la teoría cuántica [...]. En esta forma, parecería como si el 'nuevo principio', el del 'orden a partir del orden', al cual hemos señalado con gran solemnidad como la verdadera clave para comprender la vida, no fuera del todo nuevo para la física"¹⁸. Con un tono positivista, y de mayor prudencia epistemológica, Hempel sostenía en una de sus obras más conocidas:

Las teorías físicas y químicas y las leyes conectivas de que al presente disponemos no son suficientes para reducir los términos y las leyes de la biología a los de la física y la química. Pero la investigación en este campo avanza rápidamente y va ampliando constantemente el alcance de una interpretación físico-química de los fenómenos biológicos [...]. El mecanicismo queda quizá mejor interpretado no como una tesis o teoría específica acerca del carácter de los procesos biológicos, sino como una máxima heurística, como un principio guía de la investigación. Así entendido, el mecanicismo recomienda al científico que persista en la búsqueda de teorías básicas físico-químicas de los fenómenos biológicos, y que no se resigne a pensar que los conceptos y principios de la física y de la química son incapaces de dar cuenta adecuadamente de los fenómenos de la vida."¹⁹

La reflexión sobre la arquitectura lógica, metodológica y epistemológica de las teorías que conformaban la estructura conceptual de la biología desde los inicios del siglo XIX –así como en torno a sus dimensiones ontológicas– se había iniciado con anterioridad. En ella participaron, entre otros, Weismann, Haeckel, Verworn, Bütschli, Roux, Driesch, J.S. Haldane, J.B.S. Haldane, Loeb, Meyer-Abich, Smuts, De Vries,

Bateson, Johansen, Morgan, Alexander, E.S. Russell, Ritter, Auerbach, Bergson, Guye, Lillie, d'Arcy Thompson, Whitehead, Francé, Dacqué, Naef, Goebel, Troll, Uexküll, Schaxel, von Bertalanffy, Woodger o Needham. No puedo detenerme en el comentario de cada una de las visiones o posiciones que defendieron. Baste señalar que el tiempo transcurrido entre la primera formulación de la teoría celular por Schleiden y Schwann (1838-39)²⁰ y la aparición en *Nature* del artículo de Watson y Crick sobre la estructura molecular del ADN (1953)²¹ constituye una larga etapa en la que tiene lugar la fundación de la biología contemporánea, acompañada de un intenso debate sobre su régimen filosófico. Dentro de las controversias abiertas pudieron escucharse propuestas mecanicistas, vitalistas, irracionistas, organicistas, dialéctico-materialistas o sistémicas, que han tenido continuidad en líneas de investigación conducentes al autonomismo biológico, a las *exploraciones colonialistas* emprendidas por algunos biólogos o a las actuales aportaciones de las ciencias de la complejidad y los sistemas dinámicos no-lineales, realizadas por Kauffman, Goodwin o Gould²². Con todo, la influencia del empirismo lógico –tan dependiente del fenomenismo de Mach y del primer horizonte filosófico de Wittgenstein, tan conectado con el escenario intelectual presidido por la teoría de la relatividad y la teoría cuántica²³– llegó a ser hegemónica en lo que empezó a llamarse *filosofía de las ciencias inductivas* y, por lo tanto, en aquel apartado subalterno –siempre sometido a la *filosofía de la física*– que podía denominarse *filosofía de la biología*. El provincialismo reinó dentro de ella durante el segundo tercio del siglo XX con notable aceptación. Woodger procuró ofrecer una axiomatización de la genética clásica hacia 1937 y concibió el germen de lo que se entendería más tarde como modelo estándar de la reducción teórica. Carnap retomaría el primero de los dos empeños de Woodger, y Nagel el segundo²⁴. A pesar de que prefiero valerme del esquema *provincialismo-autonomismo-colonialismo* para resumir las principales tendencias aparecidas en filosofía de la biología durante los últimos cien años –apartándome del sugerido por Sarkar–, comparto plenamente su valoración sobre lo que significó, en este dominio, el legado del positivismo lógico, con su manifiesta fe provincialista:

Por lo que atañe a la explicación mecanicista, Ernest Nagel consiguió poco más de lo que había alcanzado Hogben, si atendemos a los problemas biológicos sustantivos. Todo lo que hizo fue trasladar las cuestiones más simples al armazón filosófico de los empiristas lógicos. Sometiéndose a una tradición filosófica lamentablemente bien establecida, los escritos de Nagel sobre biología no aportaron nada a los biólogos –incluidos los biólogos teóricos de

orientación filosófica— que ellos pudieran encontrar de valor. Peor aún que esto, fue el que Nagel demostrara un reseñable desinterés por los desarrollos característicos de la biología moderna. Entre 1949 y 1961 no halló ningún motivo para modificar su esquemático análisis sobre el estado de la explicación mecanicista-reduccionista en Genética —los acontecimientos de 1953 fueron completamente ignorados por él o, por alguna razón desconocida, no consiguieron impresionarle—. *The Structure of Science* (1961) tiene varias secciones dedicadas al reduccionismo en biología, pero no hace mención a la doble hélice o a cualquier otro desarrollo en la biología molecular que hubiera llevado a un nivel completamente nuevo de refinamiento las posibilidades de una reducción. Nagel se encontraba un paso atrás respecto a Woodger, por no hablar de Hogben. Mientras, la filosofía de la física continuaba siendo explorada de forma sistemática. Hacia finales de los sesenta y primeros de los setenta, muchos filósofos como Abner Shimony y Howard Stein habían conseguido alcanzar un nivel enteramente nuevo de sofisticación en las discusiones filosóficas sobre la física. La filosofía de la biología quedaba rezagada muy atrás.²⁵

El reino

Ernst Mayr —fallecido a la edad de cien años en 2005, uno de los más ilustres biólogos de nuestro tiempo y creador con Dobzhansky y Simpson de lo que conocemos como teoría sintética de la evolución— ha sistematizado con claridad algunas de las sugerencias que mejor definen al autonomismo y ha convocado a una nueva filosofía de la biología que entiende ha de erigirse sobre el forzoso abandono del provincialismo²⁶. Una filosofía de la biología en la que han de conjugarse las ideas de lo que llama biología fisiológica —es decir, de una biología funcional basada en el enfoque cibernético-organizacional— con los conceptos de una biología evolutiva, dependiente de un enfoque histórico-poblacional. Reconoce Mayr que en el momento presente se trata, más que de un sistema conceptual maduro, de un manifiesto en espera de ser materializado. Posee hasta ahora mayor contenido como crítica al positivismo lógico, al esencialismo, al fisicalismo y al reduccionismo, que como propuesta efectiva de tesis compartidas con unanimidad. Es por ello por lo que Ayala, Dobzhansky o Hull pueden, a sus ojos, ser contabilizados entre los autonomistas, pese a sus diferencias en lo que atañe a la aceptación o el rechazo de principios tan fundamentales como el emergentismo. Así es porque comparten un punto de partida común y para todos fuera de duda: el viejo vitalismo y el reduccionismo explicativo de carácter atomista son inaceptables. La consolidación gradual de esta nueva interpretación filosófica del conocimiento biológico ha tenido que sortear —explica Mayr— numerosas dificultades. Entre ellas, la necesidad de una maduración de la biología misma como ciencia no ha sido la menor. Una vez conseguida, los primeros

pasos se dieron en los trabajos de Waddington o Ghiselin. Sin embargo, sólo con la llegada de nuevas generaciones de filósofos de la biología –las encabezadas por David Hull y Michael Ruse– puede decirse que las antiguas posiciones, como el vitalismo o la ortogénesis, han quedado superadas por completo.

Mayr cree que el estudio de los fenómenos biológicos nos sitúa ante una pregunta decisiva: ¿en qué medida la metodología y la estructura conceptual de las ciencias físicas pueden entenderse como modelos apropiados para la biología? Se trata de una pregunta que no se refiere tan sólo a problemas excepcionales como el de la conciencia o la mente, sino que se proyecta sobre cualquier fenómeno o concepto biológico: el de *población*, el de *especie*, el de *digestión*, el de *competición* o el de *selección*. ¿Podemos aceptar que semejantes conceptos cuentan con un correlato, aunque sea lejano, en la física? La respuesta es inequívocamente negativa. Sin embargo, la convicción de que en las ciencias de la vida nos enfrentamos a fenómenos y procesos inexistentes dentro del ámbito de los sistemas inanimados no es en absoluto nueva. La historia de la ciencia ha sido –desde Aristóteles, en realidad,– una historia en la que han proliferado los intentos autonomistas; ensayos contruidos sobre la denuncia del dogmatismo que ha acompañado a la consagración de las explicaciones cuantitativo-reduccionistas como las exclusivamente científicas; intentos que con frecuencia han sido ridiculizados o calificados de *mala ciencia*, al destacarse en ellos la importancia de lo cualitativo, de la dimensión temporal que posee la organización biológica o de la unicidad que define a los organismos. Tales propuestas –etiquetadas como vitalistas, sin serlo,– acabaron cristalizando en concepciones que la ciencia oficial consideraba más allá de sus límites ortodoxos. Pero tal estado de cosas ha obedecido simplemente a la vocación absolutista de cierta filosofía de la física, capaz de convertir en patrón de legitimidad científica sus criterios metodológicos, su diseño epistemológico, su articulación lógica, su entramado ontológico o, de ser necesario, incluso su apuesta en favor del fenomenismo. La emergencia paulatina de una biología y de una filosofía de la biología autónomas ha seguido un camino lento y difícil. Los primeros ensayos estuvieron condenados al fracaso por el desconocimiento de las estructuras y funciones biológicas o por la utilización de conceptos erróneos. Mayr piensa que la filosofía de la biología de Kant puede ilustrar este extremo con claridad. Kant no entendió que, en primera instancia, los problemas a que la ciencia se enfrenta han de ser planteados en su forma correcta por los propios científicos. Por ejemplo –abandonando el período de vida del filósofo alemán–, que es una tarea de los

sistemáticos el explicar causalmente la jerarquía linneana –tarea cumplida por Darwin en su teoría de la descendencia–, o que justificar el origen de la adaptación, sin acudir a fuerzas sobrenaturales, es el desafío fundamental que ha acuciado al biólogo evolucionista. Cuando la ciencia ha cumplido sus objetivos es cuando el filósofo puede iniciar su trabajo. Tal vez por ello las iniciales aportaciones de valor a la filosofía de la biología llegaron de la mano de biólogos como Rensch, Simpson o Medawar, y no de filósofos sometidos a la disciplina académica marcada por la filosofía de la física –digamos Popper, Hempel o Nagel–. De hecho, la era del autonomismo en filosofía de la biología se inició –como ya ha sido anticipado– cuando una nueva generación de filósofos comenzó a publicar sus trabajos. Se trata –según Mayr– de aquella generación a la que pertenecieron Beckner, Hull, Munson, Wismatt, Beatty o Brandon. Los supuestos que todos asumieron pueden resumirse con facilidad: el vitalismo, la ortogénesis, la macrogénesis y el dualismo, pero no menos el positivismo o el reduccionismo, tenían que ser abandonados por su apreciable esterilidad. En tales apuestas filosóficas latían asunciones que las modernas teorías de la vida convierten en inaceptables. Valga como muestra de ello el determinante papel desempeñado por la interpretación esencialista de las entidades naturales desde Platón.

Mayr subraya que el pensamiento occidental ha estado dominado por el esencialismo durante más de dos mil años. Hay que esperar a la llegada del siglo XIX para que una nueva imagen de la naturaleza emerja y se consolide. Debemos vincular dicha imagen a la aparición del *pensamiento poblacional*, a la tesis de la unicidad que posee todo aquello que forma parte del mundo orgánico: un mundo en el que lo importante en verdad no es el *tipo* sino el *individuo*. El *individuo-tipo* no existe y los valores medios son abstracciones. Gran parte de lo que la biología había venido denominando *clases* eran *poblaciones* integradas por *individuos únicos*. Mirando al pasado, puede hallarse un antecedente del pensamiento poblacional en la teoría leibniziana de las *mónadas*: cada una de ellas es concebida como única, distinta de todas las demás. Aun así, el esencialismo no deparó ninguna consecuencia apreciable en la ciencia alemana, demasiado afecta a la lógica de clases. El desarrollo de la perspectiva poblacional tuvo otras raíces, en realidad: la que hicieron posible los criadores británicos, quienes comprendieron que cualquier individuo de sus rebaños era portador de caracteres heredables diferentes; y la proporcionada por los sistemáticos, que llegaron a convencerse de la inexistencia de dos individuos exactamente iguales en una especie. No sólo Darwin asumiría el naciente principio

poblacional: incluso críticos del darwinismo como Wollaston lo aceptaron y lo promovieron, extendiéndose la categoría de *unicidad* a crecientes instancias biológicas, puesto que, por ejemplo, no tardó en sostenerse que las agrupaciones de individuos diferentes o los estadios del ciclo vital de un mismo individuo eran también únicos. Semejantes concreciones de la unicidad nos obligan a acercarnos a los grupos biológicos de un modo que usualmente no aplicamos cuando hacemos ciencia del mundo inorgánico. Las diferencias entre los individuos biológicos son reales, mientras que los valores medios que calculamos al comparar grupos de individuos –como especies– representan inferencias con un respaldo empírico más o menos problemático. Esta distancia entre las clases sobre las que trabajan los físicos y las poblaciones que estudian los biólogos tiene varias consecuencias. Tal vez la primera sea que cualquier biólogo incapaz de apreciar la unicidad de los individuos que observa no podría entender cómo opera la selección natural.

Mayr enfatiza igualmente en qué forma difieren la estadística del esencialista y la del poblacionista. Cuando el primero mide una constante física, supone que bajo circunstancias similares no encontrará desviaciones en los datos obtenidos y que cualquier variación sería debida a la inexactitud en las mediciones efectuadas. La primera estadística –de Petty y Graunt a Quetelet– fue marcadamente esencialista. Quetelet –seguidor de Laplace– estaba interesado en lo que cabe llamar leyes deterministas. Con sus métodos podía *calcular* las características del *hombre-medio*. Apunta Mayr que tal vez fue Francis Galton el primero en comprender que los valores promedio dentro de las poblaciones biológicas variables son un constructo. Muy al contrario, los parámetros de mayor interés en la estadística de las poblaciones naturales son la variación actual, su cantidad y su naturaleza: algo que otorga a la biología una conformación lógica que nada tiene que ver con la propia de la física y que obliga a conceder al pensamiento biológico un legítimo estatuto de autonomía.

Podemos acudir, para terminar, al repertorio de rasgos que Mayr nos brinda como implícitos en el autonomismo:

1° El completo conocimiento, la completa comprensión de los organismos no puede adquirirse con el exclusivo recurso a las teorías de la física y la química.

2° La naturaleza histórica de los organismos no puede ser olvidada. Muy al contrario, ha de ser traída a un primer plano, en el que quede patente que los sistemas biológicos, los seres vivos, están en posesión de un programa genético adquirido en el tiempo.

3° Los individuos, en la mayor parte de los niveles jerárquicos son únicos; aunque pertenecen a poblaciones cuyo grado de variación interna es una de sus características más relevantes. Tal hecho exige poner en marcha un pensamiento poblacional apartado del esencialismo, en el que las especies eran tomadas como clases naturales fijas.

4° Hay dos biología. Una biología fisiológica o funcional que atiende a las causas próximas, y una biología evolutiva que aborda lo que Mayr denomina literalmente causas últimas.

5° La clase de complejidad inherente a los sistemas biológicos está organizada jerárquicamente, de tal manera que los niveles más altos de la jerarquía se caracterizan por la emergencia en ellos de novedad.

6° Ha de reconocerse que la observación y la comparación son métodos con la misma legitimidad científica y valor heurístico que el experimento.

7° La insistencia en la autonomía de la biología no significa el regreso a ningún ámbito de creación teórica que esté en conflicto con las leyes de la física o la química.

Una filosofía de la biología practicada con rigor debe prestar atención a *todos* los conceptos específicamente biológicos y no sólo a aquellos provenientes de la biología molecular, la fisiología o la embriología. Debe, pues, atender a aquellos otros que le proporciona la biología evolutiva. Por ejemplo, los de *selección natural, adaptación, progreso, especie, competición o ecosistema*. No parece necesario subrayar, en definitiva, que el programa autonomista queda vinculado a un conjunto de “sies” y “noes” ontológicos y metodológicos. Cabe añadir también –advierte Mayr– unas cuantas recomendaciones: no a una filosofía de la biología que emplee más tiempo en el intento inútil de conseguir reducciones teóricas; no a las filosofías de la biología que toman como punto de arranque las filosofías de la física existentes, y que tan alejadas están de la práctica actual de la investigación biológica; y no al papel de las leyes como único elemento capaz de medir la fertilidad de las teorías biológicas. En conclusión, llamamiento a una filosofía de la biología que permanezca apartada por igual del vitalismo y del fisicalismo reduccionista, dado que ambos son incapaces de explicar todo aquello que define la especificidad de los fenómenos y los sistemas biológicos²⁷.

Las colonias

Como he dicho, introduzco la fórmula *biología colonialista*, a falta de otra más feliz, para recoger en ella los intentos de ampliación, de implantación de una

perspectiva biológica en dominios de los que la biología había estado tradicionalmente ausente. Son versiones de tal proyecto la sociobiología, la biología de las instituciones culturales, pero, sobre todo, la biología del conocimiento, que es su conformación más elaborada, de mayor contenido conceptual y de efectos epistemológicos y filosóficos más destacables.

Biología del conocimiento es el título que Rupert Riedl dio a un estudio, aparecido en 1981, al que subtitó *Los fundamentos filogenéticos de la razón*²⁸. Riedl pretendía desarrollar una teoría de carácter biológico que intentaría dar cuenta del fenómeno del conocimiento como una forma de conducta que abarca a todo aprendizaje creativo: desde la orientación adaptativa de las primeras estructuras vitales hasta nuestra reflexión consciente. "Aquello que no está en condiciones de hacer la sola teoría del conocimiento –en opinión de Riedl – lo logra la biología, porque puede proporcionar al observador una posición fuera de los objetos investigados; puede estudiar la formación de los modelos de orden, la formación de los mecanismos de aprendizaje desarrollados en ellos y de los resultados de este aprendizaje, desde la información de las biomoléculas y de las bioestructuras, hasta la de los modos de comportamiento". Y aunque pudiera parecer que tales objetivos o hallazgos nos ponen en contacto tan sólo con ciertas condiciones extremadamente simples, si pensamos en la aparición de nuestra razón consciente, Riedl está convencido, sin embargo, de que "permiten formular hipótesis empíricamente contrastables sobre las estructuras innatas de conocimiento y sobre su desarrollo filogenético"²⁹. Hipótesis que se proyectan incluso sobre el carácter de la epistemología misma, puesto que, según sostiene, "aquí no hay ningún fondo"³⁰. Muy al contrario, desde su punto de vista, la teoría del conocimiento, la epistemología, la filosofía de la ciencia, la filosofía de la biología o la filosofía sin más –y no menos la ciencia– devienen capítulos del proceso biológico mismo, de la aventura adaptativa de los organismos –sin excluir los humanos– en la historia de la vida. El trayecto a recorrer será largo, mas sus etapas están bien delimitadas. En un primer paso:

Se habrá de mostrar cómo los organismos llegan a captar sus problemas vitales, qué algoritmos, es decir, qué procedimientos de cálculo han resultado eficaces para los datos procedentes de su medio y de su actividad, y cómo se han fijado éstos en los organismos. Esta forma de tratar el problema es de una inmediatez suma, ya que uno puede cerciorarse en cualquier momento por observación y experimentación de los mecanismos de herencia que ayudan a los

organismos a solventar sus problemas. Toda la teoría del conocimiento se rige por este enfoque, en la medida en que no se eluden los hechos complejos.³¹

Inmediatamente después será preciso investigar cómo se han constituido dichos mecanismos. Ahora bien, éste es un ámbito de indagación claramente biológico, filogenético. Permanecemos, pues, en el dominio de las competencias del biólogo, para avanzar a continuación hacia empresas más ambiciosas: constatada la existencia de procedimientos mediante los que formas simples de vida resuelven sus problemas, y aceptado el marco teórico del evolucionismo, cabe integrar ambos campos de indagación en busca de una teoría evolucionista de los mecanismos cognoscitivos. Riedl piensa que habrá de ser edificada con referencia a cuatro ejes: la investigación biológica de la conducta; el estudio de las condiciones sistemáticas de la evolución – que ya ha mostrado que los modelos que hallamos en la naturaleza son la causa de los modelos del pensamiento–; la confirmación de la perfecta continuidad del proceso evolutivo –continuidad perceptible a través de las variadas aportaciones que han realizado Eigen, Lorenz o Koenig, que abarcan desde las estrategias características del mundo prebiótico a la transmisión de los modelos culturales–; y, en cuarto lugar, la prolongación de aquella continuidad a todos los procesos cognitivos –tarea a la que se han entregado, de un modo más o menos consciente, Freud, Jung, Brunswik, Lorenz, Campbell, Popper u Oeser–. La teoría evolutiva del conocimiento se asienta, además, en algunos postulados básicos, entre los que debe destacarse el de que nuestra capacidad cognoscitiva consciente es la última que ha aparecido, dentro de un continuo de procesos tan antiguos como la vida en el planeta. Riedl se proponía, en síntesis:

...solucionar algunos enigmas de la razón...alcanzar un punto de vista a partir del cual podamos hablar de nuestra razón de forma suficientemente objetiva. Lo que queremos solventar son problemas fundamentales del conocimiento no resueltos, y pretendemos solventarlos precisamente a partir del marco de la teoría de su evolución. Al familiarizado con estos temas, se los enumeraremos: el problema de la realidad, el problema de la conclusión inductiva, de nuestra postura ante la causalidad, el espacio y el tiempo, los *a priori* kantianos de la razón pura y el *a priori* de los fines de nuestra facultad de juicio.³²

Es patente, en consecuencia, que la biología del conocimiento reclama para sí los grandes temas y problemas que han ocupado al pensamiento de Occidente durante

siglos. Pretende brindar la nueva plataforma privilegiada desde la que podremos inaugurar un modo de acercamiento inesperado a cada uno de ellos: a una teoría de lo real, al problema elemental de conocimiento empírico, a la cuestión de las relaciones causales, a nuestras formas de intuición o a la teleología. No se nos presenta, por consiguiente, como una teoría científica en germen o como un ensayo especulativo más, sino como la Teoría de las teorías científicas, la Teoría que, conservando el sueño de la absoluta radicalidad, nos permitirá entender el origen, la vertebración, la naturaleza y el alcance de cuantas apuestas científico-filosóficas la humanidad ha sabido formular. A pesar de todo ello, es decir, pese a que la biología del conocimiento pretende reservarse como objeto de investigación la propia epistemología, creo que es posible entenderla como una manera de practicar la filosofía de la biología por tres motivos: a) porque incluye una toma de postura respecto a lo que la biología es capaz de explicar; b) porque atiende a problemas abiertamente metacientíficos; c) y, sobre todo, porque pretende situarse en la clase de atalaya última por la que siempre ha luchado la filosofía: aquella desde la que se divisa la *realidad radical*.

En el famoso curso del año 1929, que tuvo que interrumpir tras el cierre de la Universidad y que siguió impartiendo en el teatro Infanta Beatriz, Ortega sentenciaba:

Los biólogos usan la palabra ‘vida’ para designar los fenómenos de los seres orgánicos. Lo orgánico es tan sólo una clase de cosas que se encuentran en la vida junto a otra clase de cosas llamadas inorgánicas. Es importante lo que el biólogo nos diga sobre los organismos, pero es también evidente que al decir nosotros que vivimos y hablar de ‘nuestra vida’, de la de cada cual, damos a esta palabra un sentido más inmediato, más amplio, más decisivo. El salvaje y el ignorante no conocen la biología y, sin embargo, tienen derecho a hablar de ‘su vida’ y a que bajo este término entendamos un hecho [...] previo a toda biología, a toda ciencia, a toda cultura –el hecho [...] que todos los demás hechos suponen e implican–. El biólogo encuentra la ‘vida orgánica’ dentro de su vida propia, como un detalle de ella: es una de sus ocupaciones vitales y nada más.³³

La biología del conocimiento, con idéntica radicalidad, con similar ultimidad, contempla la vida de que nos habla Ortega –con sus creaciones de cultura, con sus códigos morales, con su constelación de emociones– como forma diversificada de un proceso también primario, y por ello igualmente previo a todos los demás, que ahora es la historia evolutiva regida por las estrategias de supervivencia de los genes. Sin duda, este colonialismo admite matices y puede convivir con cierto espontaneísmo cultural, como el encerrado en estas palabras de Dawkins, pertenecientes al *Gen*

egoísta: "No debemos buscar valores de supervivencia biológica convencionales de características tales como la religión, la música, y las danzas rituales [...] Una vez que los genes han dotado a sus máquinas de supervivencia con cerebros que son capaces de rápidas imitaciones, los *mimes* automáticamente se harán cargo de la situación"³⁴.

Pocas páginas antes, ha aclarado:

Pienso que un nuevo tipo de replicador ha surgido recientemente en este mismo planeta. Lo tenemos frente a nuestro rostro. Se encuentra todavía en su infancia, aún flotando torpemente en su caldo primario, pero ya está alcanzando un cambio evolutivo a una velocidad que deja al antiguo gen jadeante y muy atrás. El nuevo caldo es el caldo de la cultura humana. Necesitamos un nombre para el nuevo replicador, un sustantivo que conlleve la idea de una unidad de transmisión cultural o una unidad de *imitación*. 'Mímesis' es la apropiada raíz griega, pero deseo una palabra corta, parecida a 'genes'. Espero me perdonen si abrevio mímesis y la dejo en 'mimes'. Ejemplos de mimes son: tonadas o sones, ideas, consignas, modas en cuanto a formas de vestir, formas de fabricar vasijas o de construir arcos. Al igual que los genes se propagan en un acervo génico, al *saltar* de un cuerpo a otro mediante los espermatozoides o los óvulos, así los mimes se propagan en el acervo de los mimes al *saltar* de un cerebro a otro.³⁵

El colonialismo biológico, no obstante, puede practicarse con exclusiva referencia a los replicadores genéticos y sin otorgar *autonomía alguna* a las formas culturales. Lo que está en juego es el sometimiento completo de las colonias, del terreno colonizado –en este caso, todas las regiones de la conducta y la cultura: el arte, la moral, la ciencia, la filosofía o las instituciones sociales, económicas y políticas– a la metrópoli rectora en que resulta convertida la biología evolutiva. La evolución orgánica, en uno de sus productos, el hombre, se ha hecho consciente de sí misma, de su efectividad generadora, de sus estrategias adaptativas, de su competencia en la resolución de problemas. La historia evolutiva es narrada por uno de sus caprichosos apéndices: la especie humana. Y la narración se ha hecho objetiva al poder articularse como teoría biológica del conocimiento y la cultura. En otras palabras: nuestra vida personal, ese mundo vivido como centro existencial del que ciertas filosofías han hablado, pasa a ser territorio sometido al imperio de la descendencia con modificación y la selección natural. Para corroborarlo, basta escuchar a uno de los colonialistas más implacables, Edward Wilson, quien en la tercera página de su *Sociobiología* proclama:

Dijo Camus que la única cuestión filosófica sería es el suicidio. Esto es un error incluso en el sentido estricto con que fue dicho. El biólogo que se ocupa de los problemas de la fisiología e historia de la evolución se da cuenta de

que su propio conocimiento está forzado y condicionado por los centros de control emocionales situados en el hipotálamo y en el sistema límbico del cerebro. Estos centros inundan nuestra consciencia con todas las emociones – odio, amor, culpabilidad, miedo y otras– estudiadas por los filósofos de la ética que desean intuir los patrones del bien y del mal. De este modo, nos vemos obligados a preguntar ¿qué es lo que originó los sistemas límbico e hipotalámico? Esos sistemas evolucionaron a través de la selección natural. Debe hacerse hincapié en esta simple afirmación biológica para entender no sólo la ética y a los que la estudian, sino también a la epistemología y a los epistemólogos.³⁶

Y a la Biología y los biólogos, debería haber añadido Wilson, para salvaguardar la consistencia lógica. Porque el principal problema que comporta la expansión hacia el imperialismo epistemológico de una teoría científica es precisamente el de su propia supervivencia. Sólo desde el realismo más candoroso y con ayuda de unas nociones de "verdad" y "objetividad" que probablemente ningún epistemólogo estaría hoy dispuesto a aceptar cabe entregarse a un pasatiempo filosófico semejante. Si nuestro conocimiento, como interacción con el mundo, está determinado, incluso en su articulación conceptual, por la deriva y los ensayos filogenéticos, la teoría evolutiva del conocimiento, la sociobiología y la teoría de la evolución misma no pueden constituir excepciones: también han de estarlo. Sin duda, la era de las epistemologías desentendidas de lo que a la teoría del conocimiento pueden aportar las diferentes ciencias ha concluido. Sin embargo, no para que alguna de ellas sustituya a la epistemología. La razón es un producto de la evolución, pero no es menos cierto que la evolución es un producto de la razón. No es posible una victoria incondicional de una u otra perspectiva. Encontramos a la razón soportada por complejas y diversas estructuras del sistema nervioso: la evolución ha inventado al sistema nervioso y a la actividad racional; pero la razón ha inventado al sistema nervioso –sin excluir al hipotálamo o al sistema límbico– y a la teoría de la evolución; *aquí tampoco hay fondo*. Esta polaridad filosófico-científica a la que está abocada la teoría del conocimiento no puede ser superada ni descartando las aportaciones de la ciencia, por introducir el naturalismo, ni desestimando los requerimientos elementales de la consistencia lógica. Probablemente, sea una polaridad con la que estemos condenados a vivir.

Pero es preciso añadir algo más. La biología del conocimiento o la sociobiología no pueden ser tomadas en la actualidad como genuinas teorías científicas. Constituyen ensayos programáticos, áreas de indagación cuyos cimientos teóricos apenas pueden reconocerse aún como incipientes. Si la prolongación de una

teoría científica, más allá de su ámbito de aplicación natural, suele nacer de los sueños del visionario, querer hacer filosofía colonialista con un proyecto de investigación naciente sólo puede ser fruto de la temeridad. Como todo colonialismo, éste también puede estar alimentado esencialmente por los abusos:

Si se acepta la determinación biológica, no es necesario cambiar nada, pues lo que entra en el campo de la necesidad está fuera del campo de la justicia. La cuestión de la justicia surge solamente cuando hay posibilidad de elegir [...]. La biología es irrelevante en la medida en que somos libres para tomar decisiones éticas que pueden llevarse a la práctica, pero en la medida en que estamos condicionados por nuestra biología, son los juicios éticos los que resultan irrelevantes. El gran atractivo del determinismo biológico se debe precisamente a que es autoexculpatorio.³⁷

Un atractivo con derivaciones éticas y políticas que justifican por qué he empezado estas líneas refiriéndome a aquellas cuestiones aún más graves que las implícitas en la inquietud de Bertrand Russell ante los peligros de técnica biológica.

* * * * *

NOTAS

¹ RUSSELL, B.: *La perspectiva científica*. Trad. de G. Sans, Barcelona, Ariel, 1969.

² *L.c.*, pp. 142-143.

³ SARKAR, S.(ed): *The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1996.

⁴ ALLEN, G.: *La ciencia de la vida en el siglo XX*. Trad. de F. González, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1983, pp. 387-467 (primera edición en inglés, aparecida en Nueva York, John Wiley & Sons, 1975).

⁵ OLBY, R.: *The Path to the Double Helix*, Seattle, University of Washington Press, 1974.

⁶ JUDSON, J.F.: *The Eighth Day of Creation*, Nueva York, Simon and Schuster, 1979.

⁷ KELLER, E.F.: *Secrets of Life / Secrets of Death*, Londres, Routledge, 1992; *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth Century Biology*, Nueva York, Columbia University Press, 1995.

⁸ Véanse KEVLES, D.J.: "Renato Dulbecco and the New Animal Virology: Medicine, Methods and Molecules", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 409-442; LEDERMAN, M. y TOLIN, S.A.: "OVATOOMB: Other Viruses and the Origins of Molecular Biology", *Journal of the History of*

Biology, 26 (1993), 239-254; SUMMERS, W.C.: "How Bacteriophage Came to Be Used by the Phage Group", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 255-267; ZALLEN, D.T.: "The 'Light' Organism for the Job: Green Algae and the Photosynthesis Research", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 269-279.

⁹ RHEINBERGER, H.-J.: "Experiment and Orientation: Early Systems of in Vitro Protein Synthesis", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 443-471; CREAGER, A. y GAUDILLIÈRE, J.-P.: "Meaning in Search of Experiments or *Vice-Versa*: The Invention of *Allosteric Regulation* in Paris and Berkeley", Draft, 1995.

¹⁰ Véase BURIAN, R., GAYON, J. y ZALLEN, D.: "The Singular Fate of Genetics in the History of French Biology", *Journal of the History of Biology*, 21 (1988), 357-402; GAUDILLIÈRE, J.-P.: "J. Monod, S. Spiegelman et l'adaptation enzymatique: programmes de recherche, cultures locales et traditions disciplinaires", *History and Philosophy of the Life Sciences*, 14 (1992), 29-98; GAUDILLIÈRE, J.-P.: "Molecular Biology in the French Tradition? Redefining Local Traditions and Disciplinary Patterns", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 473-498; UCHIDA, H.: Building a Science in Japan: The formative Decades of Molecular Biology", *Journal of the History of Biology*, 26 (1993), 499-517.

¹¹ ABIR-AM, P.: "The Politics of Macromolecules: Molecular Biology, Biochemists and the Biomolecular Revolution", *Osiris*, 7 (1993), 164-199; KAY, L.: *The Molecular Vision of Life: CalTech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of New Biology*, Nueva York, Oxford University Press, 1992.

¹² MONOD, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Trad. de F. Ferrer, Barcelona, Barral, 1970, p. 186.

¹³ Véase ROSENBERG, A.: *The Structure of Biological Science*, Cambridge University Press, 1985, pp.13-36.

¹⁴ Véase SOBER, E.: *Filosofía de la biología*. Trad. de T.R. Fernández y S. Del Viso, Madrid, Alianza, 1996, pp. 295-343.

¹⁵ Véase LAUDAN, L.: *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Trad. de J. López, Madrid, Ediciones Encuentro, 1986, p. 114 y ss.

¹⁶ SMART, J.J.: *Philosophy and Scientific Realism*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1963, p. 58.

¹⁷ CRICK, F.: *Of Molecules and Men*, Seattle, University of Washington Press, 1966, p. 10.

¹⁸ SCHRÖDINGER, E.: *¿Qué es la vida?* Trad. de R. Guerrero, Barcelona, Tusquets, 1983, pp. 124-126.

¹⁹ HEMPEL, C.G.: *Filosofía de la ciencia natural*. Trad. de A. Deaño, Madrid, Alianza, 1973, pp. 154-155.

²⁰ Schwann, T. (1839): *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen*, Berlín.

²¹ WATSON, J.D. y CRICK, F.H.C.: "Molecular Structure of Nucleic Acids", *Nature*, 171(1953), 737-738.

²² Véase KAUFFMAN, S.: *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993; GOODWIN, B.: *How the Leopard Changed Its Spots: The Evolution of Complexity*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994; GLOUD, S.J.: *The Structure of Evolutionary Theory*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 2002.

²³ Véase GONZÁLEZ RECIO, J.L.: *Introducción a Moritz SCHLICK: Filosofía de la naturaleza*, Madrid, Encuentro, 2002, pp. 5-12.

-
- ²⁴ Véase NAGEL, E.: *The Structure of Science*, Nueva York, Harcourt Brace & World, 1961.
- ²⁵ SARKAR, S. (ed.): *O.c.*, p. 2.
- ²⁶ Vease MAYR, E.: *The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, 1982, pp. 32-76.
- ²⁷ Para la presentación de las ideas de Mayr, he seguido, casi en su literalidad, la formulación por él desarrollada en *The Growth of Biological Thought*, pp. 21-76.
- ²⁸ RIEDL, R.: *Biologie der Erkenntnis*, Berlín-Hamburgo, Paul Parey Verlag, 1981. En lo sucesivo cito la edición española de J. P. Acordagoicoechea, Barcelona, Labor, 1983.
- ²⁹ RIEDL ,R., *o.c.*, pp. 209-210.
- ³⁰ *L.c.*, p. 211.
- ³¹ *L.c.*, p. 10.
- ³² *L.c.*, p. 12.
- ³³ ORTEGA Y GASSET, J.: *¿Qué es filosofía?* Madrid, Revista de Occidente, 8ª edición, 1972, p.213.
- ³⁴ DAWKINS, R.: *El gen egoísta*. Trad. de J. Robles, Barcelona, Salvat, 1988, p. 296.
- ³⁵ *L.c.*, pp. 285-286.
- ³⁶ WILSON, E.O.: *Sociobiology, The New Synthesis*, Harvard University Press, 1975, p.3.
- ³⁷ LEWONTIN, R.C., ROSE, S. Y KAMIN, L.J.: *No está en los genes*. Trad. de E. Torner, Barcelona, Crítica, 1987, p. 287.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, G.: *La ciencia de la vida en el siglo XX*. Trad. de F. González, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1983.
- CRICK, F.: *Of Molecukes and Men*, Seattle, University of Washington Press, 1966.
- DAWKINS, R.: *El gen egoísta*. Trad. de J. Robles, Barcelona, Salvat, 1988.
- GOODWIN, B.: *How the Leopard Changed Its Spots: The Evolution of Complexity*, Simon & Schuster, Nueva York, 1994.
- GLOUD, S.J.: *The Structure of Evolutionary Theory*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 2002.
- GONZÁLEZ RECIO, J.L.: *Introducción a Moritz SCHLICK: Filosofía de la naturaleza*, Madrid, Encuentro, 2002.
- HEMPEL, C.G.: *Filosofía de la ciencia natural*. Trad. de A. Deaño, Madrid, Alianza, 1973.
- JUDSON, J.F.: *The Eighth Day of Creation*, Nueva York, Simon and Schuster, 1979.
- KAUFFMAN, S.: *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolutrion*, Oxford University Press, 1993.
- KELLER, E.F.: *Secrets of Life / Secrets of Death*, Londres, Routledge, 1992.

-
- *Refiguring Life: Metaphors of Twentieth Century Biology*, Nueva York, Columbia University Press, 1995.

LAUDAN, L.: *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Trad. de J. López, Madrid, Ediciones Encuentro, 1986.

LEWONTIN, R.C., ROSE, S. Y KAMIN, L.J.: *No está en los genes*. Trad. de E. Torner, Barcelona, Crítica, 1987.

MAYR, E.: *The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, 1982.

MONOD, J.: *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Trad. de F. Ferrer, Barcelona, Barral, 1970, p. 186.

NAGEL, E.: *The Structure of Science*, Nueva York, Harcourt Brace & World, 1961.

OLBY, R.: *The Path to the Double Helix*, Seattle, University of Washington Press, 1974.

ORTEGA Y GASSET, J.: *¿Qué es filosofía?* Madrid, Revista de Occidente, 8ª edición, 1972.

RIEDL, R.: *Biología del conocimiento*. Trad. de J. P. Acordagoicoechea, Barcelona, Labor, 1983.

ROSENBERG, A.: *The Structure of Biological Science*, Cambridge University Press, 1985.

RUSSELL, B.: *La perspectiva científica*. Trad. de G. Sans, Barcelona, Ariel, 1969.

SARKAR, S.(ed): *The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1996.

SCHRÖDINGER, E.: *¿Qué es la vida?* Trad. de R. Guerrero, Barcelona, Tusquets, 1983.

SMART, J.J.: *Philosophy and Scientific Realism*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1963.

SOBER, E.: *Filosofía de la biología*. Trad. de T.R. Fernández y S. Del Viso, Madrid, Alianza, 1996.

WILSON, E.O.: *Sociobiology, The New Synthesis*, Harvard University Press, 1975.