

El estado de la cuestión

En busca de *Lógos* para *Bíos* *Estado de la cuestión en Biofilosofía*

Ignacio Núñez de Castro

Resumen

Desde Aristóteles hasta nuestros días los problemas para la comprensión de los seres vivos son recurrentes. Así, una nueva alianza entre la Biología y la Filosofía es necesaria en la búsqueda de las bases epistemológicas y ontológicas del estudio de la vida. Se perfila una racionalidad diferente del mecanicismo lineal post-cartesiano, cuyas matrices conceptuales serían: totalidad, sistema, proceso, teleología, jerarquización, complejidad, emergencia de novedad y la evolución que da sentido. La explicación del hecho histórico de la evolución ha pasado por diferentes paradigmas: darwinismo, neodarwinismo, y últimamente la síntesis entre la evolución y el desarrollo epigenético, con el soporte experimental de la genómica y proteómica, ha alumbrado el programa de investigación interdisciplinar conocido como EVO-DEVO.

Abstract

From Aristotle still today, the issues for the living being comprehension are re-current. Thus, a new covenant between Biology and Philosophy is needed in the search of the epistemological and ontological bases for life study. A rationality, different from the post-cartesian lineal mechanism, arises, whose categories are: holistic view, system, process, teleology, hierarchical structure, complexity, emergence and evolution which gives sense. As a matter of fact, different paradigms explain the history of life evolution: darwinism, neodarwinism and, at last, the synthesis between evolution and epigenetic development, experimentally supported by the genomic and the proteomic, have given an interdisciplinary research program, known as EVO-DEVO.

Palabras clave: Reduccionismo, teleología, complejidad y emergencia, evolución, EVO-DEVO.

Key words: Reductionism, Teleology, Complexity and Emergence, Evolution, EVO-DEVO.

Introducción

Recuerdo que no hace mucho leí un artículo de Gustavo Caponi en *Ludus vitalis* sobre Biofilosofía y el futuro de la biología del desarrollo; el autor llama la atención sobre el énfasis que, en los últimos años, la Biofilosofía ha puesto en los problemas relativos a la filosofía de la evolución legitimando el paradigma neodarwinista imperante¹, citando a autores como Ernst Mayr, Elliott Sober, Michael Ruse, David Hull, etcétera. Para confirmar esta afirmación, basta dar un vistazo a los índices de la revista *Biology and Philosophy* y caer en la cuenta del sesgo y desequilibrio de los estudios publicados desde la fundación de la revista cuyo primer volumen es de 1986; los estudios relativos a los problemas evolutivos sobrepasan en mucho a los referentes a la epistemología de la Biología y al estatuto ontológico de los seres vivos. El autor termina su artículo con una frase muy sugerente: «Por una vez, por lo menos, seamos más gallos que búhos»². Aunque en el citado artículo no aparece ninguna referencia concreta, sin duda el autor se está refiriendo al conocido dicho de Hegel: «Cuando la Filosofía pinta el claroscuro, ya un aspecto de la vida ha envejecido y en la penumbra no se le puede rejuvenecer, sino sólo reconocer; el búho de Minerva inicia su vuelo al caer del crepúsculo»³. El canto del gallo es siempre mañanero y Gustavo Caponi nos anima a estar vigilantes en unos de los debates más actuales de la Biofilosofía, el EVO-DEVO, como después tendremos ocasión de ver.

Sin embargo, la pregunta pertinente que podemos hacernos es si siempre la reflexión filosófica sobre la vida ha llegado en el claroscuro del atardecer o si, por el contrario, ha sido tan temprana como la Biología misma. La Biología, como ciencia, no trata de la vida en sí misma, sino que con ayuda del método hipotético-deductivo estudia las manifestaciones o fenómenos de aquellos seres que llamamos organismos vivos por contraposición al mundo inorgánico. Así lo en-

¹ CAPONI, G.: «La filosofía de la Biología y el futuro de la Biología evolucionaria», en *Ludus vitalis* 28 (2007), pp. 199-202. Sobre Filosofía de la Biología pueden consultarse: BYRON J. M.: «Whence Philosophy of Biology?», en *British Journal for the Philosophy of Science* 58 (2007), pp. 409-422; HULL, D. L.: «Recent Philosophy of Biology: A Review», en *Acta Biotheoretica* 50 (2002), pp. 117-128; STERELNY, K.: «Understanding life: Recent work in Philosophy of Biology», en *British Journal for the Philosophy of Science* 46 (1995), pp. 155-183.

² *Ibidem*.

³ HEGEL, G. W. F.: *Filosofía del Derecho*. Editorial Claridad, Buenos Aires, 1955, p. 36. Citado por FERRER, J. J. y ÁLVAREZ, J. C.: *Para fundamentar la Bioética*. Desclée de Brouwer/Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2003, p. 83.

tendieron Treviranus⁴ y Lamarck, quienes al comienzo del siglo XIX utilizaron el término Biología para describir un campo específico de estudio: «todo lo que es común a vegetales y animales, como todas las facultades que son propias a estos seres sin excepción, debe constituir el único y vasto objeto de una ciencia particular, todavía sin fundar, que, incluso, no tiene nombre y a la que daré el nombre de Biología». Esta frase está sacada de una monografía de Lamarck publicada en 1801⁵. Lamarck creyó haber formulado un nuevo término y haber creado una nueva ciencia. Sin embargo, parece ser que no fueron ni Treviranus ni Lamarck los que acuñaron el término Biología, y habría que acudir a Michael Christoph Hanoi, discípulo de C. Wolff, quien ya en 1766 había utilizado el término Biología en el subtítulo del tercer tomo de su obra *Philosophia Naturalis sive Physica dogmatica: Geology, Biology, General Phytology and Dendrology*⁶.

El término, en sus orígenes, nos puede llevar a confusión, puesto que puede parecer que es usado como sinónimo de Zoología; confusión que puede ser originada por el hecho de que tenemos una doble raíz griega (*bíos* y *zoé*) para designar la vida⁷. Sea cual sea la primacía en el origen del término Biología, tal como fue concebida a comienzos del siglo XIX, la Biología nace con la pretensión de formar parte de una de las ciencias de la naturaleza (*Naturwissenschaft*) como oposición a la Filosofía natural (*Naturphilosophie*) que tanto había impresionado a Schelling y a los filósofos del romanticismo.

En una obra reciente, Rafael Amo Usanos, citando a F. T. Gottwald, ha propuesto que en la historia del pensamiento biológico se dan tres grandes periodos que se corresponden con otras tantas cosmovisiones (vitalista, materialista y organicista): la del *Timeo* platónico, donde el universo es imaginado como un inmenso viviente, la dominada por la cosmología mecanicista, y la tercera sería la del paradigma de la complejidad⁸. Ahora bien, desde el momento en que la Biología se constituye

⁴ G.R. Treviranus publicó en Gotinga, en 1802, *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur*. Cf. *Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico* (www.diccionimed.es).

⁵ Cf. LAMARCK, J.B.: *Recherches sur l'organisation des corps vivants; précédé d'un discours d'ouverture du cours de zoologie*. Maillard, 1801.

⁶ Cf. McLAUGHLIN, P.: «Naming Biology», en *Journal of the History of Biology* 35 (2002), pp. 1-4.

⁷ Cf. DANKER, F. W. (ed.): *A Greek-English Lexicon of the New Testament and other Early Christian Literature*. University of Chicago Press, Chicago, 2000.

⁸ AMO USANOS, R.: *El principio vital del ser humano en Ireneo, Orígenes, Agustín, Tomás de Aquino y la antropología teológica española reciente*. Editrice Pontificia Università Gregoriana, Roma, 2007, p. 295.

como ciencia que estudia lo que es común a todos los organismos vivos se plantea, como para todas las ciencias, la relación entre Biología y Filosofía. José Ferrater Mora distingue tres posiciones⁹: a) la de aquellos para quienes la Biología y la Filosofía no tienen ninguna relación; b) los que afirman que la Biología y la Filosofía están relacionadas en la búsqueda de las bases epistemológicas y ontológicas de la Biología o afirman que la Biología proporciona hechos que pueden ser elaborados en un marco general de una concepción del mundo, y c) la de aquellos que afirman que Biología y Filosofía no están relacionadas directamente, sino en la búsqueda de la metafísica del viviente (postura más propia de los filósofos vitalistas), o que la relación está solamente restringida al estudio de la semántica del lenguaje biológico (postura de los filósofos positivistas).

En la era de la Biotecnología la Biofilosofía vuelve a plantearnos los mismos problemas recurrentes, como podemos ver en el título de la obra de Étienne Gilson: *De Aristóteles a Darwin (y vuelta). Ensayo sobre algunas constantes de Biofilosofía*¹⁰. Podríamos parafrasear el título y decir: desde Aristóteles a la revolución biotecnológica (y vuelta). Puesto que tratar de definir la esencia de la vida ha sido una cuestión ardua desde Aristóteles hasta nuestros días. El camino más obvio y sencillo es la descripción de los fenómenos que manifiestan los seres que llamamos vivos; por eso la mayoría de las definiciones clásicas de la vida son puramente fenomenológicas o descriptivas¹¹, empezando por la definición aristotélica¹². Parece, pues, que un cierto «apofatismo», como indica Oana Iftime es inherente a la condición de ser vivo, «punto en que la vida escapa de la ciencia»¹³. Convenci-

⁹ Cf. FERRATER MORA, J.: *Diccionario de Filosofía*. Nueva edición actualizada por la Cátedra Ferrater Mora bajo la dirección de Joseph-María Terricabras. Tomo I. Ariel, Barcelona, 1994, pp. 380-383. Cf. SMITH, C.U.M.: *El Problema de la vida. Ensayo sobre los orígenes del pensamiento biológico*. Alianza, Madrid, 1977; MAYR, E.: *Así es la vida*. Debate, Barcelona, 2005.

¹⁰ Cf. GILSON, É.: *De Aristóteles a Darwin (y vuelta). Ensayo sobre algunas constantes de Biofilosofía*. EUNSA, Pamplona, 1976.

¹¹ Cf. BLANDINO, G.: *Problemas y Teorías sobre la Naturaleza de la Vida*. Razón y Fe, Madrid, 1964, pp. 42-43. Pueden consultarse la serie de definiciones dadas por diferentes pensadores en los últimos 200 años que describe RAMELLINI, P.: *Life and organism*. Pontifical Council for Culture, Roma, 2006. Cf. también DIÉGUEZ, A.: «¿Es la vida un género natural? Dificultades para lograr una definición del concepto vida», en *ArteFactos*, Vol. 1, nº 1, pp. 81-100 (edición digital).

¹² «Y solemos llamar vida a la autoalimentación, al crecimiento y el envejecimiento» (ARISTÓTELES: *De anima*, II, 1, 412a). Cf. ARISTÓTELES: *Acerca del Alma*. Gredos, Madrid, 1978, p. 168.

¹³ IFTIME, Oana: «Life sciences, apophatisme and Bioethics», en *European Journal of Science and Theology* 2 (2006), pp. 21-46.

dos de que la pregunta que se hizo Schrödinger ¹⁴, «¿Qué es la vida?», escapa a la Biología como ciencia experimental, intentaremos introducirnos en el planteamiento del estado de la cuestión de la Biofilosofía actual en la búsqueda de las bases epistemológicas y ontológicas de la Biología que puedan conducirnos a un discurso coherente; conjuntamente estudiaremos algunos problemas que el desarrollo de la Biología experimental plantea a la fundamentación del discurso coherente al que hemos hecho alusión.

1.- *Epistemología del discurso biológico. Una nueva racionalidad*

Si consideramos a la epistemología como la reflexión filosófica sobre la ciencia en general y, una vez adjetivada, sobre una ciencia particular, podríamos delimitar la epistemología de la Biología como aquella parte de la Filosofía que estudia los contenidos de verdad que las ciencias biológicas poseen y formula los cauces de significación; para ello será necesario reflexionar primeramente sobre la propia racionalidad de la Biología¹⁵. Para la construcción de las ciencias empírico-formales son necesarios una serie de postulados *cero*, que constituyen su punto de partida. Desde el Renacimiento tardío las ciencias físicas han determinado una racionalidad con un pretendido monopolio, de tal manera que racional y científico han llegado a ser para muchos interconvertibles o sinónimos. El conjunto de los puntos de partida de esta racionalidad podríamos formularlo así¹⁶:

- Todo fenómeno puede reducirse a unas cuantas leyes físicas.
- Todos los fenómenos son deterministas.
- El estudio de los sistemas complejos se reduce al resultado de la conducta de sus elementos.
- Afirmación del postulado de la objetividad, que supone «el rechazo *sistemático* de considerar como conducente a un cono-

¹⁴ Cf. SCHRÖDINGER, E.: *¿Qué es la vida?* Tusquets, Barcelona, 1983. Puede leerse: SAN MIGUEL DE PABLOS, J. L.: «¿Qué es la vida?» La pregunta de Schrödinger», en *Pensamiento* 62 (2006), pp. 505-520. Este pequeño libro «es considerado, más de seis décadas después, como una prueba clásica del valor de las búsquedas interdisciplinares movidas por un afán sintético claramente filosófico».

¹⁵ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Epistemología de la Bioquímica y Biología Molecular», en *Pensamiento*, 36 (1980), pp. 425-435.

¹⁶ Cf. SKOLIMOWSKI, H.: «Problemas de racionalidad en biología», en AYALA, F. J. y DOBZHANSKY, T. (eds.): *Estudios sobre la Filosofía de la Biología*. Ariel, Barcelona, 1983, pp. 267-291.

cimiento verdadero, toda interpretación de los fenómenos en términos de causas finales»¹⁷.

Frente a este tipo de racionalidad, aceptada por algunos como la única racionalidad científica posible, podemos considerar otro tipo de racionalidad que podríamos llamar «racionalidad teleológica evolutiva», propia de las ciencias biológicas, cuyas características serían:

- No todo el conocimiento es reducible al conocimiento derivado de la física; es decir, la negativa sistemática al reduccionismo epistemológico¹⁸.
- La afirmación de que la propia metodología física es incapaz de abarcar el estudio de los fenómenos de alto nivel de complejidad, como son el sistema nervioso central y los comportamientos psicosociales.
- La evidencia de que los organismos vivos se comportan como totalidades, donde los elementos estructurales y funcionales están interconectados entre sí, formando una unidad que al mismo tiempo es un sistema reactivo abierto al medio.
- La afirmación de que la finalidad, la emergencia y el progreso son categorías epistémicas necesarias para la construcción de todas las ramas de la Biología.

La no distinción de estas dos racionalidades y querer avanzar por la arista del diedro mental sin ningún balancín crítico sumió a Jacques Monod en lo que él llamó «flagrante contradicción epistemológica»¹⁹. Así pues, si queremos tener un discurso racional y coherente, que nos permita reflexionar sobre las ciencias biológicas, necesitamos delimitar una serie de categorías que conformen un nuevo paradigma de comprensión²⁰. La formulación de esas nuevas categorías constituye, a mi juicio, uno de los debates actuales en Biofilosofía, y tiene razón É. Gilson, pues los problemas son constantes y recurrentes. Las categorías o matrices conceptuales funda-

¹⁷ MONOD, J.: *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Éditions du Seuil, París, 1970, p. 37.

¹⁸ Sobre el reduccionismo en Biología se ha hecho ya clásica la triple distinción de F.J. Ayala: reduccionismo metodológico, reduccionismo epistemológico y reduccionismo ontológico; cf. CANO ESPINOSA, D.: «Autonomía y no reduccionismo de la Biología en el pensamiento de Francisco J. Ayala», en *Pensamiento* 64 (2008), pp. 267-287. Cf. también WEBER, M.: «Critical notice: Darwinian reductionism», en *Biology and Philosophy* 23 (2008), pp. 143-152.

¹⁹ MONOD, J.: *Op. cit.*, p. 37.

²⁰ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Las categorías del discurso biológico», en DOU, A. (ed.): *Evolucionismo y Cultura*. Biblioteca de Fomento Social, Mensajero, Bilbao, 1983, pp. 17-55.

mentales de este discurso para la comprensión completa de los fenómenos que presentan los organismos vivos serían: *comprensión holística (o totalidad), sistema, proceso, teleología, jerarquización, emergencia de novedad, evolución, desarrollo epigenético*²¹.

2.- La comprensión holística

Afirmamos que un organismo está vivo cuando percibimos su reactividad como una unidad con individualidad. Los organismos vivos se comportan como unidades interdependientes de estructuras y funciones integradas. «Hay un pequeño agregado de átomos y moléculas que no se encuentra en parte alguna del mundo que llamamos sin vida. Es exclusivo de los seres vivientes; muchos de ellos están constituidos por él, el cual forma parte de ellos como una unidad. Es una unidad con individualidad»²²; palabras de Sherrington, citadas por Waddington, que afirman la teoría celular y connotan el carácter de totalidad e independencia de todo organismo vivo; independencia del medio del cual paradójicamente no puede prescindir, pues el medio es parte de su misma vida. A esta unidad con individualidad Robert Hooke, en 1665, en su obra *Micrographia*, dio por vez primera el nombre de célula²³. Es interesante notar que este concepto primario de unidad lo sacamos de nuestra propia experiencia; nos contradistinguimos de nuestro entorno con la afirmación del «yo» como una unidad en el espacio y en el tiempo. El organismo vivo es un todo, aunque no clausurado en sí mismo. La unidad de análisis es la célula. Existe un modelo estructural único. Teilhard de

²¹ Von Bertalanffy afirma: «En comparación con el proceder analítico de la Ciencia clásica, con resolución en elementos componentes y causalidad lineal o unidireccional como categoría básica, la investigación de totalidades organizadas de muchas variables requiere nuevas categorías de interacción, transacción, organización, teleología, etc., con lo cual surgen muchos problemas para la epistemología y los modelos y técnicas matemáticos» (BERTALANFFY, L.V.: *Teoría general de sistemas*. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1976, p. xvi). Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Génesis de la vida desde la dinámica procesual de la materia», en *Pensamiento* 64 (2008), pp. 741-770.

²² WADDINGTON, C. H.: «Las ideas básicas de la Biología», en WADDINGTON et al. (eds.): *Hacia una Biología teórica*. Alianza, Madrid, 1976, p. 18.

²³ La teoría celular propuesta en 1839 por Th. Schwann en su tratado *Las investigaciones microscópicas sobre la coincidencia en la estructura de los animales y plantas*, sigue todavía vigente y ha sido confirmada en todos los organismos vivos. Cf. RADL, E. M.: *Historia de las ideas biológicas. II, Desde Lamarck y Cuvier*. Alianza, Madrid, 1988, pp. 66-70. Puede verse también: ALBARRACÍN TEULÓN, A.: *La teoría celular. Historia de un paradigma*. Alianza, Madrid, p. 198.

Chardin llamaría a la célula «grano elemental de vida, como el átomo es el grano natural de la materia inorgánica»²⁴. La vida comenzó en el planeta Tierra cuando comenzó la primera estructura individual, frágil e independiente, que llamamos célula. El paso de organismos unicelulares procariontes a unicelulares eucariontes y el paso de organismos unicelulares a organismos pluricelulares, así como la estructuración de ecosistemas, no son sino manifestaciones simbióticas²⁵ de organizaciones jerárquicas. Dicho en otras palabras, según vayamos cambiando de escala de observación, o niveles de organización, iremos percibiendo unidades integradoras de los fenómenos observados. Esta experiencia le hizo decir a Teilhard de Chardin: «considerada en su totalidad la sustancia viviente extendida sobre la Tierra dibuja, desde los primeros estadios de su evolución, las alineaciones de un único y gigantesco organismo»²⁶. Así pues, para percibir la vida, no hay que perder de vista esa unidad total de la biosfera que la Bioquímica actual confirma, puesto que son los mismos para todo viviente: los veinte aminoácidos proteinogénicos, las cuatro bases de los ácidos nucleicos, el código genético y los principales ciclos metabólicos. El que la vida sea una posibilidad que se le pueda aplicar calificativos aparentemente antinómicos y decir: que es una en una multidiversidad; caduca para cada individuo y sin embargo perenne; que cada célula es independiente y dependiente del medio; indivisa y, sin embargo, está en continua división en una fase determinada del ciclo celular; y que es invariante, cuando observamos poblaciones a pequeña escala temporal y, sin embargo, es lícito afirmar también que la vida está en continua evolución²⁷. La hipótesis sobre el origen simbiótico de los

²⁴ TEILHARD DE CHARDIN, P.: *El fenómeno humano*. Taurus, Madrid, 1971, p. 99. Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «La Biofilosofía de Teilhard de Chardin», en *Pensamiento* 61 (2005), pp. 231-252.

²⁵ La transición biológica entre bacterias y células con núcleo es uno de los pasos más críticos de toda la historia evolutiva y es tan repentino que no puede explicarse por cambios graduales en el tiempo. «La división entre bacterias y aquellas células nuevas es realmente la más espectacular que se da en toda la biología. Vegetales, animales, hongos y protistas están basados en el diseño nuclear de la célula, distinción que refleja la herencia común de estos organismos». Como las llama Lynn Margulis, las nuevas células «parecen haber sido confederaciones bacterianas. Cooperaron entre ellas y centralizaron las funciones formando un nuevo tipo de gobierno celular. Aquellos advenedizos tenían una organización cada vez más centralizada y sus diversos orgánulos celulares acabaron integrados en una nueva unidad biológica». Cf. MARGULIS, L. y SAGAN, D.: *Microcosmos. Cuatro mil años de evolución desde nuestros ancestros microbianos*. Tusquets, Barcelona, 1995, pp. 131-133.

²⁶ TEILHARD DE CHARDIN, P.: *El fenómeno humano*, *Op. cit.*, p. 137.

²⁷ Las siguientes palabras de Hans Jonas pueden completar esta idea: «Entre-

organismos eucariontes, ardorosamente defendida por Lynn Margulis, tiene cada día más comprobación experimental.

3.- *El ser vivo como sistema jerarquizado*

Somos herederos de una cultura mecanicista en la que se ha dado un predominio analista, que tiene la pretensión de que el conocimiento exhaustivo de las partes nos llevaría a la comprensión del todo. La Física clásica concibió un universo determinista, en un espacio y tiempo concebidos como absolutos en el que se postulaba la ausencia de toda finalidad. En esta concepción no cabía una visión organicista del ser vivo. Por contraposición, la racionalidad sistémica interpreta el universo mediante un discurso no lineal, sino complejo, en el que se entrelazan diferentes niveles que se relacionan entre sí a partir de bucles interactivos²⁸. Así, la racionalidad sistémica actúa por aproximaciones, utilizando conceptos preñados de significación, con gran apertura semántica y complementariedad

gada a sí misma y en completa dependencia de su propio rendimiento, para cuya prestación está sin embargo en manos de condiciones que no puede controlar y que se le pueden negar; dependiente por tanto del favor o desfavor de la realidad externa; expuesta al mundo, contra el cual y simultáneamente a través del cual tiene que ir afirmándose; independizada de la causalidad del mundo a la par que sometida a ella; habiendo salido de la identidad con la materia y necesitada de ella; libre, pero dependiente; aislada, si bien precisada de contacto; buscando el contacto, amenazada de destrucción por él, y no menos amenazada por la carencia del mismo; puesta en peligro por todos los lados, tanto por el poder, como por la fragilidad del mundo, y situada en la más floja de las cuerdas entre uno y otro riesgo; fácilmente perturbable en su proceso, que sin embargo no debe detenerse nunca; vulnerable es su reparto organizado de funciones, que sólo es eficaz en su totalidad; en su centro mortalmente atacable y en su temporalidad expuesta en cualquier instante al final; así es cómo la forma viva lleva su atrevida existencia particular en la materia, paradójica, lábil, insegura, rodeada de peligros, finita, profundamente hermanada con la muerte» (JONAS, H.: *El principio Vida. Hacia una biología filosófica*. Trotta, Madrid, 2000, p. 18).

²⁸ La obra *La Méthode* de Edgar Morin (incluso en su grafía) está continuamente salpicada por esos bucles de términos y conceptos: «Conservar la circularidad es rechazar la reducción de un dato complejo a un principio mutilante; es rechazar las hipótesis de un concepto primero (la materia, el espíritu, la energía, la información, la lucha de clases, etc.). Es rechazar el discurso lineal con un punto de partida y un término. Es rechazar la simplificación abstracta (...). Conservar la circularidad es, por el contrario, respetar las condiciones objetivas del conocimiento humano, que conlleva siempre una parte de paradoja lógica y de incertidumbre» (MORIN, E.: *La Méthode, 1. La Nature de la Nature*. Éditions du Seuil, París, 1977, p. 18).

comprensiva. La misma etimología de la palabra sistema (del griego: *syn-ístemi*, «lo colocado conjuntamente») indica un conjunto de elementos y acontecimientos que, relacionados jerárquicamente entre sí, contribuyen a un determinado fin. Cualquier elemento estructural o funcional de un sistema no puede entenderse sino en relación con todos los otros elementos estructurales y funcionales del mismo. Todo sistema es una unidad, aunque no clausurada en sí misma, puesto que el sistema puede estar en continua interacción con otros sistemas jerárquicamente relacionados, formando un nuevo sistema de nivel superior, así «una función no viene determinada nunca por una estructura particular, sino por el contexto de la organización y del medio en que dicha estructura se encuentra sumergida»²⁹.

El control jerárquico es una de las características esenciales y diferenciales de los sistemas vivos. Los niveles de organización y de complejidad³⁰ creciente pueden observarse tanto en el orden estructural, como en el orden funcional. Afirma Fritjof Capra: «en el marco mecanicista de la ciencia cartesiana hay fuerzas y mecanismos a través de los cuales estas interactúan dando lugar a procesos. En la ciencia sistémica cada estructura es vista como la manifestación de procesos subyacentes. El pensamiento sistémico es siempre pensamiento procesual»³¹. No tendría sentido fijarse únicamente en la organización jerarquizada para la atribución a un sistema de la cualidad de vivo. Todos los artefactos contruidos por el hombre, desde el más sencillo como sería una rueda, pasando por un instrumento musical, hasta el más complejo aeroplano supersónico, son sistemas jerarquizados en todos sus elementos estructurales, pero todos ellos responden a una finalidad externa que les impuso el inventor de la rueda, el *luthier* o el equipo de ingenieros aeronáuticos, pues ninguno de estos aparatos por sí mismos son capaces de funcionar. El violín, junto con la fricción del arco y los ágiles dedos comandados por el cerebro del violinista forman parte de una uni-

²⁹ PATTEE, H. H.: «El problema de la jerarquía biológica», en *Hacia una Biología teórica*, *Op. cit.*, pp. 531-555.

³⁰ Sobre sistemas complejos puede verse LEVINS, R.: «Sistemas complejos», en *Hacia una Biología Teórica*, *Op. cit.*, pp. 479-498. «Un tipo de estructuración de sistemas lo constituye el modelo de niveles. (...) Un modelo de niveles es una estructuración jerárquica de componentes en sistemas y subsistemas de tal manera que un grupo de sistemas están al mismo nivel si para ellos se han definido las mismas propiedades y componentes».

³¹ CAPRA, Fritjof: *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama, Barcelona, 1998, p. 62. Puede verse también: WEBER, Michel : «La vie de la nature selon le dernier Whitehead», en *Les Études Philosophiques* 3 (2006), pp. 395-408

dad jerárquica superior compuesta por el violinista y su instrumento. La Biología desde Aristóteles hasta nuestros días se sigue preguntando, una vez superado todo tipo de animismo, por esa cualidad que tiene un ser vivo, un pajarillo, que le hace poder cantar y volar proclamando el territorio en el bosque en un día soleado.

4.- La imprescindible finalidad

Una gran parte del *Corpus Aristotelicum* que ha llegado hasta nosotros trata de estudios sobre Biología³². Para Aristóteles el principio de animación de todo organismo viviente es el alma definida como *entelequia*. La misma etimología del término, formado a partir de dos palabras griegas: *entelés* y *échein*, es decir, lo que tiene el fin en sí mismo³³, nos refiere a la *entelequia* como causa final. El alma dice Aristóteles es «la entelequia primera de un cuerpo natural que en potencia tiene vida»³⁴. Para el Estagirita el alma, a contraposición de Platón, no es una realidad subsistente irreconciliable con el cuerpo, sino la forma substancial que, estructurando el cuerpo, hace que sea lo que es. Así pues, desde su definición de ser vivo Aristóteles introduce las explicaciones teleológicas en Biología; Rober Friedman admite que Aristóteles acepta tanto las explicaciones teleológicas como las necesarias³⁵.

Étienne Gilson comienza el estudio *De Aristóteles a Darwin*, arriba comentado, diciendo: «La noción de finalidad no ha tenido éxito»³⁶. Una de las causas de la hostilidad es sin duda el temor a ser contaminada con cualquier tipo de connotación teológica³⁷. El deba-

³² Los tratados *De anima*, *De partibus animalium*, *Historia animalium*, *De generatione animalium*, y las dos pequeñas monografías *De incessu animalium* y *De motu animalium*. Cf. MARCOS, A.: *Aristóteles y otros animales. Una lectura filosófica de la Biología aristotélica*. PPU. Barcelona, 1996.

³³ Cf. CHANTRAINE, P.: *Dictionnaire Étymologique de la langue Grecque. Histoire de mots*. Éditions Klincksieck, París, 1968, p. 352; HEREDICUS, B.: *Novum Lexicon manuale Graeco-Latinum et Latino- Graecum*. Tomus I, Impensis Jo. F. Gleditsch, Lipsiae, 1825, p. 1127.

³⁴ ARISTÓTELES: *De anima*, II, 412a, 27. *Op. cit.*, p. 128.

³⁵ FRIEDMAN, R.: «Necessitarianism and Teleology in Aristotle's Biology», en *Biology and Philosophy*, 1 (1986), pp. 355-365.

³⁶ GILSON, É.: *Op. cit.*, p. 19.

³⁷ SKOLIMOWSKY, H.: *Op. cit.*, p. 271: «En contraste el biólogo evolucionista y todos los que toman en serio a la evolución (...) tienden a creer un cierto número de propuestas que presentan alguna disconformidad fundamental con la doctrina de los positivistas. Las más importantes de estas propuestas son (...) que estos «agentes» o fuerzas que van más allá del alcance y extensión de la ciencia actual

te sigue abierto por el estricto darwinismo ortodoxo de nuestros días³⁸, aunque sostenemos que Darwin, en este punto como en otros, no fue darwinista. Por otra parte, no es infrecuente que los biólogos actuales en su discurso usen, más o menos veladamente, categorías finalistas. Es muy interesante a este respecto la correspondencia entre Theodosius Dobzhansky y John C. Greene, en la que el abanderado del neodarwinismo reclama para los biólogos el poder hablar en términos que tienen un cierto regusto finalista como finalidad (*purpose*), creatividad (*creativity*), crecimiento (*improvement*) y tanteo (*trials and errors*), cuando se observa que esto es lo que ocurre de hecho en la naturaleza. Arguye que el mismo Ernest Nagel acepta que los biólogos utilicen este lenguaje, puesto que algunos procesos evolutivos: a) suponen aparición de algo nuevo, b) hacen avanzar la vida, y c) pueden resultar en éxito o fracaso. El mismo Greene confiesa que la teoría moderna de explicación del hecho histórico de la evolución está cargada de términos valorativos (*higher, lower, success, failure, progress*) y concluye: o los biólogos eliminan estos términos de su discurso o tienen que reconocer que la Biología requiere conceptos que solamente pueden interpretarse en una Filosofía de la Naturaleza en cuyo lenguaje las expresiones valorativas tienen sentido. Según Greene el mismo Darwin se encontró a sí mismo prisionero entre los hechos biológicos y la implacable (*pitiless*) lógica de una Filosofía natural mecanicista. De la correspondencia de estos dos biólogos se desprende que el debate sobre la finalidad, una vez más, está planteado en los diferentes presupuestos por los que consciente o espontáneamente se ha optado³⁹.

Al hablar de finalidad es pertinente hacer una aclaración terminológica. El término *teleología* fue usado por vez primera (1728) por Christian Wolff en su *Philosophia naturalis sive Logica*⁴⁰; así, la teleo-

no deben ser temidos o llamados "supernaturales"; y que no debemos ponernos nerviosos ante la obsesión o paranoia que entraña la restitución de Dios y de la teleología cuando intentamos extender el alcance de nuestro conocimiento actual».

³⁸ Puede considerarse a Richard Dawkins en sus obras de divulgación, *El gen egoísta*, *El Relojero ciego*, o la última de gran difusión, *La ilusión de Dios*, como el representante más genuino del darwinismo ortodoxo en nuestros días.

³⁹ Cf. GREENE, J. C. y RUSE, M.: «On the nature of the evolutionary Process: The correspondence between Theodosius Dobzhansky and John C. Greene», en *Biology and Philosophy* 11 (1996), pp. 445-491; NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Evolución y sentido en la correspondencia de Theodosius Dobzhansky», en BLANCH, A. (ed.): *La nueva alianza de las ciencias y la Filosofía*. Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2001, pp. 109-114.

⁴⁰ Cf. FERRATER MORA, J.: *Diccionario de Filosofía*, *Op. cit.*, pp. 3457-3461; MARCOS, A.: «Teleología y Teleonomía en las Ciencias de la vida», en *Diálogo Filosófico*

logía sería la parte de la Filosofía natural que investiga los fines (*télos*). La terminología es nueva, pero la explicación por medio del fin (explicaciones teleológicas) la usaron los antiguos y en especial Aristóteles, cuya explicación última del movimiento es teleológica⁴¹. A partir de Galileo, y con el enunciado del «principio de inercia», se elimina de la ciencia toda explicación en términos de causas finales. La misma palabra teleología es hoy objeto de discusión. Jacques Monod, en su lección inaugural de la Cátedra de Biología Molecular del Collège de France que viene a ser como el prelude de su obra *El azar y la Necesidad*, al hablar de las características de los organismos vivos no quiso utilizar la palabra teleología: «la teleonomía es la palabra que puede utilizarse, si por cierto recato se quiere evitar hablar de finalidad»⁴². Según Ernst Mayr fue Colin S. Pittendrigh el primer autor en usar el término teleonomía: «parece desafortunado utilizar el término “teleología” y creo que se ha abusado de él. La confusión en que han permanecido los biólogos durante largo tiempo se eliminaría más completamente si todos los sistemas dirigidos a un fin fueran descritos mediante algún que otro término como “teleonómico”»⁴³.

Jacques Monod planteó certeramente el problema epistemológico⁴⁴. La ciencia moderna, en cuyo discurso quiere entrar con pleno derecho la Biología, debe aparecer como ciencia explicativa por sus causas y por tanto objetiva y no proyectiva. Sin embargo, en virtud de la misma objetividad muchos autores admiten las explicaciones teleológicas en Biología. La aceptación de una racionalidad diferente y de una autonomía epistemológica para la Biología puede ser el camino de solución del problema.

11 (1992), pp. 42-57; NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «La teleología: polisemia de un término», en ABEL, F. y CAÑÓN, C. (eds.): *La mediación de la Filosofía en la fundamentación de la Bioética*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 1993, pp. 27-39.

⁴¹ En el libro XII, VII, (1069^a-1076^a) de la *Metafísica*, Aristóteles afirma que el primer motor mueve «como el que es deseado».

⁴² MONOD, J.: «Lección inaugural de la Cátedra de Biología molecular del Collège de France», en *Del idealismo físico al idealismo biológico* (Viernes, 3 de Noviembre de 1967). Cuadernos Anagrama, Barcelona 1972, pp. 10-43. Es curioso este párrafo de François Jacob: «Ya hace tiempo que el biólogo se ve enfrentado a la teleología como a una mujer de la que no puede prescindir, pero con la que no quiere ser visto en público. El concepto de programa da ahora estatuto legal a esta relación ilícita» en JACOB, F.: *La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia*. Laia, Barcelona, 1970, p. 17.

⁴³ FERRATER MORA, J.: *Diccionario de Filosofía*, Op. cit., p. 3462.

⁴⁴ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Azar, finalidad y transcendencia. Un visión post-monodiana de la vida», en CASADESÚS, J. y RUIZ BARRAQUERO F. (eds.): *Descifrar la vida*. Universidad de Sevilla, Sevilla, 1994, pp. 337-252.

Quizá el genetista y biofilósofo español Francisco José Ayala⁴⁵ haya sido entre los biólogos actuales el que mejor ha enfocado el debate sobre la finalidad, puesto que Ayala, además de su reconocida labor en el campo de la biología experimental evolutiva, posee una sólida formación filosófica. Ayala reconoce el valor heurístico de las explicaciones teleológicas en los siguientes casos:

- Cuando el estado final o meta es anticipado por un agente.
- En los mecanismos autorreguladores. En general, todas las reacciones homeostáticas pertenecen a este tipo de fenómenos teleológicos.
- Las estructuras anatómicas y fisiológicas diseñadas para cumplir una misión.

Al menos estas explicaciones teleológicas, correspondientes a la autorregulación y finalidad, son admitidas espontáneamente por la mayoría de los biólogos. Michael Ruse, en su obra *La Filosofía de la Biología*, nos dice: «Afirmaré finalmente en este capítulo que, aunque el pensamiento biológico no presupone una “sólida” teleología (esto es, una teleología que postule causas futuras), la Biología tiene, en un sentido más amplio, un elemento teleológico intraducible (aunque quizá eliminable). De manera muy real, los biólogos alcanzan una intelección explicativa refiriéndose al futuro»⁴⁶. Ernest Nagel ha abordado extensamente el debate de la finalidad: las explicaciones teleológicas no afirman ni presuponen objetivos; así son expresados los enunciados teleológicos de las funciones vitales. Si bien es verdad, afirma Nagel, que las explicaciones funcionales pueden ser expresadas, sin perder su contenido, en formulaciones no teleológicas, la pretendida equivalencia debería afrontar la objeción siguiente: toda explicación no teleológica, como son las explicaciones de las ciencias físico-químicas, podría ser traducida en una formulación teleológica⁴⁷.

Desde el punto de vista heurístico, las explicaciones teleológicas han sido una fuente de progreso del conocimiento. Es obvia la afir-

⁴⁵ En español puede consultarse una colección de artículos seleccionados del profesor Ayala en el libro- homenaje tras su nombramiento como Doctor *Honoris causa* por la Universidad de Valencia: LATORRE, A. y MOYA, A. (eds.): *Francisco J. Ayala. La evolución de un evolucionista*. Universitat de València, Valencia, 2006. El libro tiene una esmerada presentación de los artículos del profesor Ayala traducidos al español.

⁴⁶ RUSE, M.: *La Filosofía de la Biología*. Alianza, Madrid, 1990, p. 213. A este respecto son interesantes las reflexiones de Elliott Sober sobre lo que él llama «la teleología naturalizada»: SOBER, E.: *Filosofía de la Biología*. Alianza, Madrid, 1996, pp. 143-150.

⁴⁷ Cf. NAGEL, E.: *La estructura de la ciencia. Problemas de la lógica de la investigación científica*. Paidós, Barcelona, 1981, pp. 363-403.

mación de que toda la Fisiología está construida bajo la pregunta del para qué de una determinada función. En Bioquímica la estructura de una proteína guarda una relación con la función a realizar: catalítica, transportadora, de andamiaje celular, etcétera; igualmente acontece con los ciclos metabólicos. El ciclo de los ácidos tricarbónicos no fue descubierto cuando se conocían todas las reacciones químicas que tienen lugar en el ciclo, descritas unos años antes por Martius y Knoop, quienes tenían la mirada de químicos orgánicos, sino cuando un bioquímico, Adolph Hans Krebs, como él mismo cuenta, se hizo la pregunta correcta: «¿Cuál es el papel fisiológico de estos pasos metabólicos?»⁴⁸. Entonces las reacciones conocidas pudieron ser integradas en una teoría consistente, lo que hizo avanzar la Bioquímica metabólica en las décadas de los treinta y cuarenta del siglo pasado.

A este tipo de explicación teleológica Ayala la denominará teleología natural (interna)⁴⁹. El concepto de selección natural de Darwin posibilita una explicación natural. Según Ayala: «uno de los mayores logros (de Darwin) fue llevar los aspectos teleológicos al terreno de la ciencia»⁵⁰. La teleología natural desde ahora se podría explicar como resultado de leyes naturales. Este pensamiento de Ayala coincide con la afirmación de Elliott Sober: «Darwin está adecuadamente considerado como un innovador que impulsó la causa del materialismo científico. Pero su efecto sobre las ideas teleológicas fue bastante diferente del de Newton. Más que desterrarlas de la Biología, Darwin fue capaz de mostrar cómo podían hacerse inteligibles desde un marco naturalista»⁵¹. Es interesante caer en la cuenta que el mismo Darwin aceptó plenamente esta visión teleológica de su pensamiento como consta en su correspondencia con el botánico de Harvard Asa Gray⁵². En la revista *Nature* de 4 de Junio de 1874, Asa Gray publicó un artículo titulado sencillamente «Charles Darwin» y afirmaba: «reconocemos el gran

⁴⁸ Cf. PRENTIS, S.: «Timeliness and Promise in the development of Biochemistry», en *Trends in Biochemical Sciences* 3 (1979), pp. N 54-N 55.

⁴⁹ AYALA F. J.: «Biology as an autonomous Science», en *American Scientist* 56 (1968), pp. 207-221: «La dirección hacia un fin de los organismos vivos y sus caracteres puede llamarse teleología interna». Cf. MAYR, E.: *The autonomy of Biology*. Walter Arndt Lectura, en *Botany on Line*, www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e01_2/autonomy.htm.

⁵⁰ Cf. AYALA, F. J.: «Teleological explanations in evolutionary Biology», en *Philosophy of Science* 37 (1970), pp. 1-15; «Adaptation and novelty: teleological explanations in evolutionary biology», en *History and Philosophy of Life Sciences* 21 (1999), pp. 3-33.

⁵¹ SOBER, E.: *Op. cit.*, p. 144.

⁵² MILES, Sara Joan: «Charles Darwin and Asa Gray discuss teleology and design», en *Perspectives on Science and Christian Faith* 53 (2001), pp. 196-201.

servicio prestado por Darwin a la ciencia natural devolviéndole la teleología, de modo que en lugar de enfrentar morfología y teleología, tendremos a la morfología unida la teleología.⁵³ Darwin respondió a Gray con una carta en la que le decía: «lo que ha dicho Vd. de la teleología me es especialmente grato y creo que nadie se había fijado en ello. Siempre he dicho que era Vd. el hombre más indicado para darse cuenta», (literalmente: *to hit the nail on the head*)⁵⁴.

4.- Emergencia de novedad

La correspondencia de Dobzhansky y Greene constituye un claro exponente de dos sensibilidades: la de un ortodoxo darwinista, Greene, y la de Dobzhansky, que había sido impactado por la lectura de Teilhard de Chardin. La creatividad o emergencia de novedad y el progreso de las diferentes formas de vida son reclamados como legítimos por Dobzhansky para el discurso biológico. Las propiedades emergentes son las que surgen a un cierto nivel de complejidad, pero no se dan en niveles inferiores⁵⁵ y brotan de las interrelaciones entre los elementos del sistema, aparecen a medida que el sistema evoluciona con el tiempo y están siempre referidas a la totalidad. Estas propiedades no pueden ser anticipadas o deducidas antes de que se hayan manifestado por sí mismas. La palabra emergencia y el verbo emerger son metáforas hoy día aceptadas. Para J. Monod, la emergencia es una propiedad paradójica y la define como «la propiedad de reproducir y multiplicar estructuras ordenadas sumamente complejas y permitir la creación evolutiva de estructuras de complejidad creciente»⁵⁶.

El paradigma emergentista supone que toda la realidad es dinámica en continuo cambio y desarrollo. Zubiri crítica el término, puesto que emerge lo que de alguna manera estaba sumergido; las islas que emergen en el mar están sumergidas antes de que una elevación del terreno las haga a aparecer a la vista. Zubiri prefiere el

⁵³ GRAY, ASA: «Scientific Worthies: Charles Darwin» en *Nature* 10 (1874), p. 81.

⁵⁴ DARWIN, Ch.: *The Life and Letters of Charles Darwin*. Edición de Francis Darwin. N. Y. Basic Books, Nueva York, 1959, p. 367.

⁵⁵ Cf. ANDERSON, P. W.: «More is different? Broken symmetry and the nature of hierarchical structure of science», en *Science* 177 (1972), pp. 393-396. «A cada nivel de complejidad aparecen propiedades completamente nuevas, y la comprensión de una conducta requiere investigación que yo pienso que es tan fundamental en su naturaleza como cualquier otra».

⁵⁶ MONOD, J.: «Lección inaugural de la Cátedra de Biología Molecular del Collège de France», *Op. cit.*, p. 15.

termino brotar, aunque también podemos decir que brota el agua en la fuente, porque está en el venero⁵⁷. Sin embargo, la emergencia de novedad tiene un contenido semántico concreto y definido en la Biofilosofía actual. Los emergentistas, cuyo eslogan podría ser «más es diferente», tienen una mirada muy distinta a los reduccionistas de nuevo cuño, para los cuales el todo puede explicarse por la suma de sus partes y la imagen del todo representa con fidelidad los constituyentes básicos. John Polkinghorne afirma: «La emergencia tiene fuerte correspondencia, en cambio, a un caso en el que un nuevo principio causal –de una clase distintiva no presente en niveles de complejidad inferiores– cobra actividad en un sistema complejo –entonces “más” sería radicalmente “diferente”–»⁵⁸. Ejemplos de emergencia se dan tanto en el microcosmos como en el macrocosmos. Las propiedades de los hadrones no son las propiedades de los quarks; las características de los átomos no son deducibles de las partículas elementales, ni las propiedades de las moléculas de las de sus átomos. «En Biología y Bioquímica, la emergencia cubre los dominios desde los átomos hasta los organismos. Algunos de los grandes periodos de la historia natural pueden describir niveles de emergencia: la aparición de la vida, la aparición de la experiencia sensorial, de la conciencia y de la reflexión moral»⁵⁹.

El debate sobre la emergencia ha cobrado nuevo impulso con la reciente obra de Philip Clayton *Mind and emergence from quantum to consciousness*⁶⁰. Clayton desarrolla un argumento complejo y polifacético para una visión del mundo basada en la llamada emergencia fuerte: sistemas nuevos y complejos pueden llegar a la existencia con sus propios mecanismos causales. Clayton admite que este concepto nuevo de emergencia supone los siguientes elementos: un monismo on-

⁵⁷ Hablando de la psique matiza Zubiri: «Brotar no es meramente surgir, como si se tratara de un nuevo florecimiento (expresión que yo mismo he solido emplear en otros contextos). Florecer es una vaga metáfora (...). Brotar, pues, no es florecer, no es surgir, sino que es algo más radical: es brotar desde la estructura misma de la célula germinal misma» (ZUBIRI, X.: *Espacio, tiempo y materia*. Alianza Editorial / Fundación Xavier Zubiri, Madrid, 1996, p. 598).

⁵⁸ POLKINGHORNE, J.: *Explorar la realidad. La interrelación de ciencia y religión*. Sal Terrae, Santander, 2007, p. 28.

⁵⁹ MOROWITZ, H.: «In defense of emergence. Emergence is quickly becoming a strong alternative to reductionism», en *Science and Theology news* July/August (2006), p. 6. Puede verse también KAUFFMAN, S.: *Investigaciones. Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Tusquets, Barcelona, 2003.

⁶⁰ Cf. CLAYTON, P.: *Mind and emergence from quantum to consciousness*. Oxford University Press, Oxford, 2004.

tológico no fiscalista, la aparición de nuevas propiedades, la irreductibilidad de lo emergente a niveles más bajos y por último la influencia causal del todo sobre las partes, la llamada *downward causation*⁶¹. Clayton defiende en su libro la emergencia fuerte frente a la insuficiencia tanto del reduccionismo fiscalista como del dualismo vitalista. El mundo muestra cada vez niveles de organización distintos, donde cada nivel se caracteriza por un tipo irreducible de explicación causal⁶².

El emergentismo no monista, como mediación filosófica, ha sido, aceptado también por una serie de teólogos cristianos. Sin duda alguna, ha sido Juan Luis Ruiz de la Peña el teólogo de lengua española que mejor se caracteriza como representante del modelo emergentista⁶³. La tríada de teólogos anglosajones, I. G. Barbour, J. Polkinghorne y A. Peacocke coinciden, según Amo Usanos, «en una serie de afirmaciones sobre la valencia del emergentismo en la explicación de la fe cristiana y en unas fuentes que son similares entre sí; lo que permite hablar de emergentismo cristiano»⁶⁴.

Decíamos anteriormente que uno de los pilares conceptuales de lo que Javier Monserrat llama el «macroconstructo explicativo»⁶⁵ emergentista, que abarca toda la realidad, es la llamada *downward causation* (*topdown causation*) o causalidad descendente⁶⁶. Este tipo de causalidad supone la acción causal de una estructura emergente, el todo, sobre sus elementos constituyentes y «es a menudo usado para describir una relación familiar y perfectamente coherente entre las actividades de la totalidad y la conducta de sus componentes»⁶⁷.

⁶¹ Cf. SMEDES T.A.: «Review on mind and emergence», en *Ars Disputandi* 5 (2005), www.arsDisputandi.org.

⁶² Cf. LEACH, J.: «La ecuación entre conocimiento y ciencias de la naturaleza no es exacta», en www.tendencias21.net/Religiones (31.03.2008).

⁶³ «La única forma real –no verbal– y consistente del emergentismo sería la que osara afirmar que lo material se autotrasciende hacia lo genuinamente distinto de sí; afirmación por lo demás no inédita en ciertos materialismos heterodoxos, como el de Bloch, y frecuente en pensadores cristianos contemporáneos como Teilhard y Rahner» (RUIZ DE LA PEÑA, J. L.: *Teología de la creación*. Sal Terrae, Santander, 1986, p. 261).

⁶⁴ Para un estudio detallado sobre el emergentismo puede consultarse: AMO USANOS, R.: *Op. cit.*, pp. 226-237.

⁶⁵ MONSERRAT, J.: *Epistemología evolutiva y teoría de la ciencia*. Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 1984, p. 202.

⁶⁶ Cf. CABELL, D.T.: «La “causación descendente” en los sistemas biológicos jerárquicamente organizados», en *Estudios sobre la Filosofía de la Biología*, *Op. cit.*, pp. 236-245.

⁶⁷ CRAVER, C. F. y BECHTEL W.: «Top-down-causation without top-down causes», en *Biology and Philosophy* 22 (2007), pp. 547-563. Como puede verse

Así por ejemplo: «el sujeto activo, por tanto, causado por mecanismos sistémicos, se constituye en un hecho real nuevo, que a su vez, puede influir causalmente en los mecanismos sistémicos que producen la conciencia, sus procesos y la emisión de sus conductas»⁶⁸; este bucle causal representa el modo de interconexión entre el hecho real de la conciencia y el hecho de los mecanismos sistémicos que la producen.

6.- *La evolución que da sentido*

«Nada tiene sentido en Biología si no es visto a través del prisma de la evolución», este es el dicho clásico, tantas veces repetido, de Theodosius Dobzhansky⁶⁹. Es interesante caer en la cuenta de que el mismo Darwin no utilizó el término «evolución» hasta la sexta edición (1872) del *Origen de las especies*. Gilson cree que Darwin huyó en las primeras ediciones de la palabra evolución, un tanto desprestigiada por los preformistas contemporáneos como Charles Bonnet, de Ginebra, autor de la obra *Palingenesia Philosophica*. Sin embargo, después de la lectura del filósofo Herbert Spencer, quien concibió una interpretación general de la realidad a base del principio de evolución, (evolución que para Spencer era puramente mecánica, en la que toda finalidad quedaba excluida por el principio de conservación de la energía), Darwin en la sexta edición acepta el término y en el último capítulo afirma: «Antaño hablé a muchos naturalistas del asunto de la evolución, y nunca encontré una acogida simpática. Es probable que algunos creyesen entonces en la evolución; pero guardaban silencio o se expresaban tan ambiguamente que no era fácil comprender su pensamiento. Actualmente, las cosas han cambiado por completo, y casi todo los naturalistas admiten el gran principio de la evolución»⁷⁰.

Una vez aceptado el término, la evolución se ha convertido en una especie de principio general explicativo en Biología. Hoy día, salvada la minoría de algunos creacionistas que son fundamentalistas, el hecho histórico de la evolución no es motivo de debate y no mere-

fácilmente por el título, estos autores no admitirían la causalidad descendente: ésta sería solamente aparente.

⁶⁸ MONSERRAT, J.: *Op. cit.*, pp. 174-175.

⁶⁹ Cf. DOBZHANSKY, T.: «Nothing in Biology makes sense except in the Light of Evolution», en *The American Biology Teacher* 35 (1973), pp. 125-129.

⁷⁰ DARWIN, Ch.: *El origen de las especies*. Traducción de Aníbal Froufe. Edaf, Madrid, 1979, p. 474.

ce la pena emplear tiempo ni espacio en este trabajo en su discusión⁷¹. Solamente quisiera clarificar un punto que, a pesar de su simplicidad, parece que aún no está claro en algunos debates. El evolucionismo como doctrina se opone, desde el punto de vista conceptual únicamente al fixismo de las especies; sin embargo, no existe ninguna oposición conceptual entre evolución y creación⁷². La creación es un término técnico, *bará* en hebreo (siempre tiene a Dios por sujeto), *ktísis* en griego y *creatio* en latín, y está siempre referido a la radical fundamentación del ser; la *creatio ex nihilo* no puede entrar, por tanto, a formar parte de ningún discurso científico⁷³.

La misma recepción temprana del pensamiento evolucionista por parte de algunos científicos y filósofos cristianos confirma lo que acabamos de enunciar. Muy pronto (1904) el entomólogo jesuita Erich Wasmann, en su trabajo *Biología moderna y teoría evolucionista*, no sólo aceptó y defendió la doctrina general de la evolución, sino que admitió también que probablemente se le podía aplicar al hombre⁷⁴. Hoy, pues, podemos afirmar que existe un consenso en aceptar la evolución biológica⁷⁵ como un hecho real histórico, que tiene la certeza de los acontecimientos históricos; hecho que pertenece a la Historia natural, como fue un hecho real de la historia humana la caída del Imperio romano o la batalla de Lepanto. Como todo hecho histórico, los procesos evolutivos son acontecimientos únicos y por consiguiente irrepetibles, aunque nadie dude por los vestigios, por los documentos de la época y por las consecuencias en el desarrollo de la historia de la humanidad, que tales hechos tuvieron lugar. Las huellas fósiles pertenecientes a organismos que vi-

⁷¹ Conscientemente he querido eludir el debate sobre el «diseño inteligente». En primer lugar, la discusión está centrada en algunos grupos de Estados Unidos de América; en segundo lugar, el debate debería centrarse sobre el «argumento teológico», lo que caería fuera del enfoque de este artículo.

⁷² Pueden consultarse las recientes obras: RUSSELL, R.J., STOEGER, W.R., and AYALA, F.J. (eds.): *Evolutionary and Molecular Biology. Scientific Perspectives on Divine Action*. Vatican Observatory Publications / Center for Theology and the Natural Sciences, Berkeley, California, 1998; KÜNG, H.: *El principio de todas las cosas*. Trotta, Madrid, 2007; VARIS, Lee: *Creación y Evolución. Un encuentro con el Papa Benedicto XVI*. Claret, Barcelona, 2008; HELLER DEL RIEGO, C. (ed.): *God seen by Science: Anthropic Evolution of the Universe*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2008.

⁷³ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Creación y sentido en un Universo en evolución», en FLORIO, L.: (comp.): *Evolución y cristianismo. Un diálogo posible*. Dunken, Buenos Aires, 2007, pp. 135-148.

⁷⁴ Cf. RADL, E.M.: *Historia de las teorías biológicas*, Op. cit., Tomo II, p. 178.

⁷⁵ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «La evolución de la vida», en *Comunicació. Revista del Centre d'Estudis Teològics de Mallorca* 93 (1999), pp. 83-97.

vieron en el pasado, juntamente con la anatomía y fisiología comparadas, la genómica y la proteómica actuales, permiten ver las homologías, diferencias y puntos de divergencia del árbol filogenético y reconstruir la diacronía del proceso evolutivo. No cabe, pues, el debate de la evolución como contrapuesto al fixismo. La confusión entre fixismo y creación, ha sido a mi juicio, la que han suscitado las incomprendiones entre evolucionismo y cristianismo, puesto que la *creatio ex nihilo* pertenece a la esencia del credo cristiano.

Entre las diferentes teorías de explicación del hecho evolutivo se destacan dos grandes grupos: lamarckismo y darwinismo. Los caracteres adquiridos, según Lamarck, se transmiten a la descendencia. Tempranamente el lamarckismo fue refutado experimentalmente por un pariente de Darwin, Francis Galton, mediante transfusiones de sangre entre conejos (que no cambiaban el color de la piel de los descendientes), y más tarde August Weismann⁷⁶ cortó la cola a decenas de generaciones de ratones sin por ello conseguir ratones con colas más cortas⁷⁷.

El darwinismo clásico, la herencia inmediata de Darwin, se basaba en los siguientes principios:

- El número de individuos de las distintas especies permanece más o menos constante en la naturaleza.
- La capacidad reproductiva de animales y plantas es muy superior a la necesaria para conservar ese número de individuos constantes.
- Hay una alta mortalidad expresión de la lucha por la existencia.
- Los individuos de las especies no son idénticos, sino que muestran una gran variabilidad.
- Los cambios son hereditarios, y en la lucha por la vida permanecen las variaciones más favorables.
- Los cambios acumulados en generaciones imponen un *cambio gradual* de las especies conducente a una mejor adaptación a las condiciones del entorno ambiental⁷⁸.

⁷⁶ Sobre el pensamiento de August Weismann puede leerse HAIG, D.: «Weismann rules! OK? Epigenetics and the Lamarckian temptation», en *Biology and Philosophy* 22 (2007), pp. 415-428. El autor arguye que, en el sentido en que la epigenética es verdadera, no cambia los presupuestos fundamentales del neodarwinismo.

⁷⁷ Cf. MUÑOZ CHAPULI, R.: «Evolución y desarrollo embrionario. ¿Hacia una nueva síntesis?», en *Encuentros con la Ciencias. Del macrocosmos al microcosmos*. Edita Eduardo Gutiérrez Marí, S.R.L.M., Málaga, 2007, pp. 83-99.

⁷⁸ Cf. GARCÍA BALLESTER, L.: «Introducción» a *Charles Darwin. Autobiografía*, Selección de Francis Darwin. Alianza, Madrid, 1977, pp. 7-20.

Cuando estas condiciones varían en distintos lugares, las sucesivas generaciones no sólo devendrán distintas de sus padres, sino distintas unas de otras.

A pesar de ser coetáneos Mendel y Darwin no tenemos constancia de que Darwin conociera los escritos de Mendel, los cuales parece que no tuvieron mucha difusión a pesar de aparecer referidos en la novena edición de la *Enciclopedia Británica*⁷⁹. Hace unos años el historiador Andrés Galera, al preguntarse si Darwin conocía los escritos del fraile agustino, quien había descubierto que los caracteres son discretos y segregables, respondía: «Resulta improbable que al final de su vida, falleció en 1882, Darwin no tuviese noticias de su trabajo, pero el hecho es ya poco relevante, incluso anecdótico, serán otros los encargados de incorporar las leyes mendelianas al ideario evolucionista»⁸⁰. Estos factores hereditarios recibieron más tarde el nombre de «genes». En la genética clásica, un gen era un concepto abstracto, una unidad de herencia que transfiere una característica de padres a hijos⁸¹.

Cuando estamos tratando sobre el estado de la cuestión en Biofilosofía resulta curioso notar que en la era de la genómica el mismo concepto de gen sea aún cuestionable. Es propio del discurso científico usar términos unívocos y huir de la polisemia. El término, proveniente del griego *gene*, fue introducido por Wilhelm Johannses en 1909. El Diccionario Inglés de Oxford define el gen como: «Cada una de las unidades de la herencia que son transmisibles por los progenitores a su descendencia en los gametos, usualmente como parte de un cromosoma, y controlan y determinan una característica singular en la descendencia»⁸².

⁷⁹ Es interesante esta observación de O. Mejía-Rivera: «La importancia de la referencia de Focke, en la historia de la ciencia, radica en que Darwin tenía una copia de la obra, leída y subrayada, y se la mandó a Romanes que había sido elegido para escribir el capítulo sobre hibridación, en la edición de 1881 de la Enciclopedia Británica. ¿Leyó Darwin a Mendel? Lo más seguro es que no. Pero si lo hubiese leído, quizá lo habría rechazado por estar muy alejado de su propio paradigma de la herencia. Aunque también es posible, que la “teoría sintética” (1930) (leyes mendelianas de la genética y teoría darwiniana de la evolución) hubiese nacido desde finales del siglo XIX» MEJÍA-RIVERA, O.: «Gregor Mendel: el solitario monje de Brünn», en *Revista Aleph* (www.revistaaleph.com.co).

⁸⁰ GALERA, A.: «Los guisantes mágicos de Darwin y Mendel», en *Asclepio* 2 (2002), pp. 213-222.

⁸¹ Cf. PEARSON, H.: «What is a gene?», en *Nature* 441 (2006), pp. 399-401.

⁸² BROWN, L. (ed.): *The new Shorter Oxford English Dictionary on historical principles*. Clarendon Press, Oxford, 1993. La edición de 2001 del *Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia* define el gen de manera semejante: «secuencia de ADN que constituye la unidad funcional para la transmisión de los caracteres hereditarios».

Definición que cae dentro del campo semántico de la genética clásica. Recientemente se ha hablado de hasta dieciocho definiciones de gen⁸³. A pesar de que el concepto de gen no es unívoco para los representantes de las diferentes ramas de la Biología, después del redescubrimiento de Mendel a principios del siglo XX por H. M. de Vries, C. Correns y E. von Tschermak, la Genética clásica dio lugar a lugar a la teoría mutacionista para explicar el origen de la novedad. En los años treinta del siglo pasado tuvo lugar la síntesis entre el darwinismo y el concepto de mutación genética dando lugar al neodarwinismo. La evolución es explicada por cambios genéticos de poblaciones debido a las mutaciones y el principio de selección natural. Según el neodarwinismo:

- Se conserva el gradualismo. La evolución es concebida como un proceso lento sin cambios, que explicaría tanto la anagénesis como la cladogénesis.
- El fenotipo es siempre una manifestación del genotipo. El grado de diferencia morfológica es proporcional al grado de diferencia genética.
- El desarrollo del individuo desde la etapa embrionaria al adulto no aporta ningún conocimiento especial, lo que ponía en cuestión la ley biogenética de Haeckel.

7.- *El nuevo paradigma evolutivo: Evo-Devo*

Después de varias décadas de predominancia del paradigma neodarwinista, algunos biólogos han vuelto a la regulación del desarrollo embrionario para explicar la evolución. La «epigénesis» aristotélica, desprestigiada por los preformistas del siglo XIX, fue recogida por Conrad H. Waddington con una nueva formulación. «Hace algunos años introduje la palabra “epigenética”, derivada del término aristotélico “epigénesis” y que ha caído más o menos en desuso, como una rama de la Biología que estudia las interacciones causales entre los genes y sus productos, interacciones que dan el ser al fenotipo»⁸⁴. Mediante el desarrollo epigenético el organismo irá diferenciándose en respuesta a las señales recibidas, que pueden ser: autocrinas, para-

⁸³ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: «Análisis antropológico del proyecto genoma humano», en DIÉGUEZ, A. y ATENCIA, J.M. (coords.): *Genes y Máquinas. Aspectos éticos y sociales de las biotecnologías y las tecnologías de la información*. Universidad de Málaga / Thema, Málaga, 2006, pp. 229-276.

⁸⁴ WADDINGTON, C.H.: «La ideas básicas de la Biología», en *Hacia una Biología teórica*, *Op. cit.*, p. 27.

crinas, endocrinas y exocrinas⁸⁵. La epigénesis representa, por tanto, el proceso mediante el cual el organismo se va adaptando a su entorno y expresando su programa inscrito en el DNA a partir de sus propias capacidades⁸⁶. La concepción epigenética comporta la afirmación de que la regulación fisiológica y la misma evolución no residen tanto en el genoma, sino en las redes interactivas que organizan las respuestas. «Las mutaciones, si afectan a genes cuya función reside en organizar las primeras etapas del desarrollo, pueden dar lugar a cambios radicales en las formas»⁸⁷. El desarrollo de la genómica de los últimos años ha confirmado la intuición primaria de Waddington. El genoma del chimpancé, comparado con el genoma humano, varía solamente un 1.06% dentro de los segmentos del DNA codificantes de proteínas, pero las diferencias claves yacen en los cambios sutiles de los patrones de expresión génica implicados en el desarrollo y en la especificación e interconexiones dentro del sistema nervioso⁸⁸.

Como es frecuente que acontezca, a veces las intuiciones que llevan a cambios de paradigma se suelen adelantar en el tiempo⁸⁹, y es a partir de los años ochenta del siglo pasado cuando una nueva visión de la evolución tiene lugar. La emergencia de este nuevo campo de investigación promete una nueva síntesis para la explicación de la evolución. La unión entre la teoría neodarwinista de la selección natural y la genética del desarrollo constituye la *Biología evolutiva y del desarrollo*, mejor conocida como «EVO-DEVO». Este nuevo paradigma «trata de descubrir, bajo un paraguas conceptual que abarque todo, las reglas y los mecanismos que la evolución ha llevado a cabo a lo largo del tiempo para generar en el pasado y en el presente la biodiversidad»⁹⁰. En un reciente artículo el biofilósofo Michael Ruse dice, de una manera muy gráfica, que Evo-Devo sería el campo de investigación que le gustaría elegir como materia de su Tesis doctoral si tuviera que hacerla ahora (en el año 2005; él la hizo

⁸⁵ Cf. NÚÑEZ DE CASTRO, I.: *De la dignidad del embrión. Reflexiones en torno a la vida humana naciente*. Publicaciones de la Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2008, pp. 39-44.

⁸⁶ Cf. SPIVAKOV, M. y FISHER, A.G.: «Epigenetic signatures of stem-cell identity», en *Nature Review Genetics* 8 (2007), pp. 263-271.

⁸⁷ MUÑOZ CHAPULI, R.: *Op. cit.*

⁸⁸ Cf. BROWN, T.A.: *Genomes2*. John Willey and Sons Inc, New Cork, 2002, p. 480.

⁸⁹ Cf. ORTEGA Y GASSET, J.: *En torno a Galileo. Esquema de las crisis*. Espasa-Calpe, Madrid, 1965.

⁹⁰ BAGUÑA, J. y GARCÍA FERNÁNDEZ, J.: «Preface», en *International Journal of Developmental Biology* 7/8, (2003).

cuarenta años antes, en 1965)⁹¹. Michael Ruse⁹² encuentra que Evo-Devo plantea los siguientes problemas filosóficos: en primer lugar, desde la síntesis de los años treinta el paradigma neodarwinista dominante había sido la selección natural (*über alles*). ¿Está amenazado el darwinismo por Evo-Devo, puesto que pone el énfasis en el desarrollo? Ruse piensa que si Darwin viviera estaría entusiasmado y que Evo-Devo completa la selección natural y que no la contradice.

En segundo lugar, hay una apasionante conexión entre Evo-Devo y la Paleontología; Stephen Gould lo ha aclarado en su obra *The structure of evolutionary theory*. Los primeros trabajos de Gould y su teoría de los equilibrios interrumpidos (*punctuated equilibria*) pusieron de manifiesto que los registros fósiles mostraban poblaciones poco variables a lo largo del tiempo con episodios de rápida aparición de nuevas formas, lo que de alguna manera contradecía el *gradualismo*, componente esencial del darwinismo. Según Ruse se plantea un nuevo debate donde los científicos y los filósofos deben trabajar conjuntamente; para la Paleontología debe ser una gran ayuda la discusión filosófica sobre la relación entre los fósiles y la Embriología.

Finalmente se plantea la cuestión: ¿qué puede significar Evo-Devo para la evolución humana? Según Ruse, Evo-Devo plantea problemas muy interesantes acerca de la comprensión del cuerpo humano. Si duda ninguna, conforme la genómica y la proteómica comparada vayan avanzando en los próximos años, habrá descubrimientos muy importantes y merece la pena que los filósofos estén atentos. «Yo soy un darwinista de línea dura. Pero los puros darwinistas conocen que las nuevas ideas son desafíos y oportunidades, no barreras o impedimentos».

La revista *Biology and Philosophy* editó en el año 2003 un número especial dedicado al desarrollo del nuevo paradigma Evo-Devo. Los títulos de algunos de los artículos —«Desbloqueando la caja negra entre genotipo y fenotipo», «El camino a partir de Haeckel», «Morfología evolutiva, innovación y la síntesis de la Biología evolutiva y del desarrollo», «Cómo el desarrollo puede dirigir la evolución»— pueden ayudarnos a

⁹¹ Como prueba del interés que está suscitando este campo interdisciplinar (Evo-Devo) pueden consultarse las revistas científicas: *Biology and Philosophy* (número especial Vol. 18, 2, March, 2003), *Development, Genes and Evolution*, *International Journal of Developmental Biology* (número especial de puesta al día, vol. 47, 7/8, 2003), *Evolution and Development*, *Molecular and Developmental Biology*.

⁹² Cf. RUSE, M.: «Forty years a Philosopher of Biology: why Evo-devo makes me still excited about my subject», en *Biological Theory* 1 (2006), pp. 35-37. Cf. EDELMANN J.B. y DENTON, M.J.: «The uniqueness of biological self-organization: challenging the Darwinian paradigm», en *Biology and Philosophy* 22 (2007), pp. 579-601.

comprender cómo se ha fraguado la nueva teoría y los problemas que suscita. En efecto, los estudios comparativos de los mecanismos del desarrollo (incluyendo los mecanismos genéticos), que pueden ser llevados a cabo a través de los taxones, hacen posible la reconstrucción fidedigna y detallada de los procesos de desarrollo y abren una esperanza para que los modelos teóricos del desarrollo puedan ser integrados en los modelos de la evolución⁹³. La Reunión de Dahlem (1981)⁹⁴ puede considerarse como el comienzo de este programa de investigación. Después de Dahlem, W. Arthur publicó en 1984 la obra: *A combined genetic, developmental and ecological approach*⁹⁵, la cual constituye un intento de comprensión simultánea de la evolución desde la triple perspectiva: genética, ecológica y desde el desarrollo. Desde mediados de los noventa, una serie de libros de texto sugieren que el nuevo paradigma de explicación de la evolución ha entrado en un periodo de ciencia normal según la terminología de Thomas S. Kuhn⁹⁶; el paradigma neodarwinista explicaría muy bien la microevolución y el nuevo paradigma Evo-Devo la macroevolución. Enseguida una serie de biofilósofos se han hecho eco de los problemas planteados. Estos problemas serían: a) se ha logrado verdaderamente una síntesis conceptual, b) cuál el estatuto de la genética del desarrollo, c) Evo-Devo presenta un desafío a la teoría evolutiva que estaba basada fundamentalmente en la genética de poblaciones, se tendrán que revisar las concepciones usuales de la evolución. El programa de investigación requiere una exploración de las implicaciones del desarrollo ontogenético sobre la evolución y cuáles pueden ser los sesgos en el futuro.

Conclusión

La observación experimental en la segunda mitad del siglo XX ha ido confirmando algunos de los grandes capítulos de la Biología, como la teoría celular, la Bioquímica que comporta la comprensión de las reacciones metabólicas, la Bioenergética, la Ecología, la genética

⁹³ Cf. SARKAR, S. and ROBERT, J. S.: «Introduction», en *Biology and Philosophy* 2 (2003), pp. 209-217.

⁹⁴ Cf. BONNER, J. T. (ed.): *Evolution and Development: Report of the Dablem Wokshop on Evolution and Developmen.*, Springer Verlag, Berlín, 1982.

⁹⁵ Cf. ARTHUR, W.: *A combined genetic, developmental and ecological approach*. Wiley, Chichester, 1984; «The emerging conceptual framework of evolutionary developmental Biology», en *Nature* 415 pp. 757-764.

⁹⁶ Cf. KUHN, T.: *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México, 1975.

molecular, la epigenética. Últimamente el paradigma explicativo Evo-Devo se perfila como una nueva síntesis de explicación del hecho histórico de la evolución.

La reflexión filosófica sobre los problemas que la comprensión de los organismos vivos plantea, ha sido una constante recurrente en el pensamiento filosófico desde Aristóteles hasta nuestros días en la búsqueda de las bases epistemológicas que nos conduzcan a una ontología del organismo viviente. Se perfila, así, una racionalidad, un *lógos para bíos*, diferente de la racionalidad lineal mecanicista, en la que no es posible un reduccionismo epistemológico, puesto que la metodología y el discurso de las ciencias físicas y químicas es incapaz de abarcar los fenómenos de gran complejidad, donde aparecen propiedades emergentes en el todo y donde acontece también una influencia causal del todo sobre los elementos estructurales y funcionales del sistema. La investigación de una totalidad organizada como la que define el ser vivo más elemental, un procarionte, necesita una serie de categorías o matrices conceptuales que definen los sistemas jerarquizados con finalidad interna, en los que tiene lugar una evolución en el desarrollo individual (ontogénesis) y el despliegue en el tiempo de la biodiversidad (filogénesis).

Si es verdad que nada tiene sentido en Biología sino a la luz de la evolución, una comprensión del hecho histórico teniendo en cuenta los datos experimentales de la Paleontología y de la Biología experimental, la genómica y la proteómica comparada, así como la Genética del desarrollo, es decir, todo lo que queda albergado bajo el paraguas del nuevo paradigma Evo-devo, nos llevará a situar a la Biología como una ciencia autónoma que necesita ciencias auxiliares, como son la Física y la Química, como metodologías experimentales de estudio de los fenómenos fisiológicos, pero muy lejos del pretendido reduccionismo positivista.

Solicitado el 20 de mayo de 2007

Aprobado el 15 de noviembre de 2008

Ignacio Núñez de Castro
Facultad de Ciencias
Universidad de Málaga
ignacastro@probesi.org