

## NUEVOS ENSAYOS DE FILOSOFÍA DE LA BIOLOGÍA

Roberto Torretti  
Universidad de Puerto Rico  
roberto.torretti@gmail.com

### Resumen

Informe sobre *The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology*, David L. Hull y Michael Ruse, eds. (Cambridge: Cambridge University Press, 2007; xxviii + 513 pp.) y *Philosophy of Biology*, Mohan Matthen y Christopher Stephens, eds. (Amsterdam, Elsevier/North-Holland, 2007; xx + 618 pp.).

PALABRAS CLAVE: gen, teleología, embrión, bioética, neutralismo, niveles de selección, función biológica, especie biológica.

### Abstract

*A review essay concerning The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology, David L. Hull and Michael Ruse, eds. (Cambridge: Cambridge University Press, 2007; xxviii + 513 pp.) and Philosophy of Biology, Mohan Matthen and Christopher Stephens, eds. (Amsterdam, Elsevier/North-Holland, 2007; xx + 618 pp.)*

KEYWORDS: *gene, teleology, embryo, bioethics, neutralism, levels of selection, biological function, biological species.*

**R** El siglo XX presenció un enorme avance en la comprensión y manipulación de los mecanismos o, mejor dicho, quimismos de la vida. Ya no hay día en que las noticias no registren de algún modo su impacto sobre la agricultura, la salud pública y la reproducción humana. También la filosofía de las ciencias, enfocada hasta hace cuarenta años casi exclusivamente a la física, se ha hecho cargo de esta novedad epistémica y sus implicaciones éticas e incluso teológicas, generando una nueva especialidad, la *filosofía de la biología*, con sus cátedras, institutos de investigación y revistas ad hoc y una bibliografía que se ha vuelto inabarcable. Un signo claro del vivo interés que ella suscita hoy es la publicación casi simultánea de estas dos extensas colecciones de ensayos originales comisionados para ofrecer un panorama de los temas y problemas encarados y debatidos por los cultores de la nueva disciplina<sup>1</sup>. La

<sup>1</sup> Doy las fichas respectivas en el Resumen. Mientras este artículo esperaba su publicación, apareció otra excelente colección de ensayos del mismo género: *A Companion to the Philosophy of Biology*, Sahotra Sarkar y Anya Plutynski, eds. (Oxford: Blackwell Publishing, 2008; xxvi + 589 pp.).

primera, que llamaré en adelante el Compañero, aparece en el marco de la utilísima serie filosófica de los *Cambridge Companions*, que he comentado más de una vez en esta revista (LIX: 168-172; LXII: 181-185). Sus editores, David Hull y Michael Ruse, compilaron también –para la serie *Oxford Readings in Philosophy*– la conocida antología *Philosophy of Biology* (Oxford 1998). La segunda, que llamaré el Manual, forma parte del ambicioso *Handbook of the Philosophy of Science*, editado por Gabbay, Thagard y Woods<sup>2</sup>. A tono con las series respectivas, el Compañero se dirige más bien a estudiantes de pregrado, pero contiene mucho material que será de interés para sus profesores; el Manual, en cambio, apunta a un público de especialistas, pero, por la misma naturaleza de su tema, es muchísimo más accesible a un afuerino que los volúmenes paralelos de lógica y de física. Aunque, cediendo a mis gustos, he prestado poquísima atención a la biología desde que salí del liceo y me considero por eso incompetente para juzgar estos libros, creo que estas notas descriptivas darán una idea de su contenido y alcance.

El Compañero comprende 23 capítulos. Me abstengo de dar el sumario, pues se lo puede consultar en Internet (<http://www.cambridge.org/us/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521616713>). En el capítulo 5, titulado “Gene” (pp. 85-102), Paul E. Griffiths y Karola Stotz exponen clara y concisamente la historia inconclusa de este concepto central de la biología del siglo XX. La palabra ‘gen’ fue introducida en 1909 por W. Johannsen como término teórico, una “variable intermediaria” utilizable para llevar la cuenta de la trasmisión hereditaria de los caracteres manifiestos de plantas y animales híbridos. Movido por la irresistible tendencia cosista del intelecto humano, H. J. Muller pronto concebirá a los genes como pequeños objetos materiales –átomos de heredabilidad– presentes en todas las células vivas, cuya exacta reproducción en la división celular respalda la identidad específica de cada individuo y cuyas mutaciones ocasionales posibilitan la evolución de las especies. Sin embargo, todavía en 1934, T. H. Morgan pudo declarar, en su discurso de aceptación del premio Nobel, que “no hay consenso entre los genetistas en cuanto a lo que los genes son –si son reales o puramente ficticios– porque en el plano en que los experimentos genéticos trascurren no hace la menor diferencia que el gen sea una unidad hipotética o una partícula material”<sup>3</sup>. Esta situación cambia drásticamente en la década de 1940. “George Beadle y Edward Tatum decidieron abordar la cuestión de cómo actúan los genes, a través del análisis genético de un proceso bioquímico conocido. Produjeron y aislaron cepas mutantes del hongo *Neurospora*, cada una de las cuales era incapaz de sintetizar alguno de los compuestos químicos involucrados en una determinada ruta biosintética. El análisis genético de estos mutantes demostró que cada deficiencia era el resultado de

<sup>2</sup> De los 16 volúmenes anunciados, han aparecido, además de este, un volumen general de *Focal Issues*, la *Philosophy of Logic* editada por Dale Jacquette, la *Philosophy of Physics* (en dos tomos) editada por John Earman y Jeremy Butterfield, la *Philosophy of Anthropology and Sociology* editada por Stephen Turner, y la *Philosophy of Psychology and Cognitive Science* editada por Paul Thagard.

<sup>3</sup> [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1933/morgan-lecture.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1933/morgan-lecture.html). (p. 315).

una mutación en un solo gen. Tres años después, Oswald T. Avery produjo evidencia experimental de que los genes están hechos de ADN” (*Companion*, p. 89). Con todo, debido a la relativa simplicidad de este género de sustancias químicas, esa idea será recibida con escepticismo, y harán falta ocho años más y nuevas pruebas para que se deseche la idea dominante de que los genes son proteínas. La etapa siguiente es bastante conocida gracias a los excelentes libros cuasipopulares de sus protagonistas: Watson y Crick, Jacob y Monod. La peculiar estructura molecular del ADN facilita la explicación química de su reproducción exacta cuando una célula se divide. La existencia de un “código genético” –esto es, de una correspondencia estable uno-a-varios entre los 20 aminoácidos que componen todas las proteínas presentes en los seres vivos y 61 de los 64 triplos ordenados o “codones” que pueden formarse con las 4 bases del ADN– da pábulo a la idea, abrazada con entusiasmo por un sector amplio de la opinión pública, de que el ADN contenido en los cromosomas de cada óvulo fecundado encierra el “programa” para la construcción de un individuo humano, animal o vegetal. Menos conocidos son los descubrimientos que, aproximadamente desde 1970, han venido a complicar el panorama, introduciendo una tensión casi insoportable en el concepto mismo de gen. “Según la concepción molecular clásica, un gen es una serie de nucleótidos cuya secuencia corresponde a la secuencia de aminoácidos en una determinada cadena polipéptida (una o más de las cuales forman una proteína)” (p. 93). El gen sería, por así decir, “la imagen en el ADN” de la molécula cuya actividad biológica interesa al investigador. Pero los nuevos hallazgos han socavado la idea de que las unidades estructurales discernibles naturalmente en el ADN determinan unívocamente la estructura de un producto génico. Las estructuras del genoma que juegan tales papeles “pueden traslaparse u ocurrir una dentro de otra (en la misma dirección en la molécula de ADN o en la dirección inversa). La relación entre genes estructurales y funciones genéticas no es uno-a-una sino muchos-a-muchas: algunos productos génicos se forman a partir de más de un gen estructural y genes estructurales individuales hacen múltiples productos. Además, la secuencia de los elementos en el producto génico no depende de la sola secuencia de nucleótidos en el gene estructural: diversos elementos de la secuencia pueden repetirse, barajarse e invertirse en el producto...” (p. 94). La literatura genómica más reciente sugiere una concepción sumamente deflacionista del gen. Así, por ejemplo, Finta y Zaphiropoulos dicen que “los genes y la transcripción de genes pueden verse como cúspides estadísticas dentro de un patrón de expresión de la información genética a través de todo el genoma”<sup>4</sup>. Más comedidos, Griffiths y Stotz proponen distinguir tres conceptos de gen, igualmente válidos pero claramente diferenciados. Como el análisis genético sigue siendo un instrumento clave para el estudio de vastas cuestiones biológicas, hay que retener el *concepto tradicional de gen* utilizado en la genética de poblaciones. “Para estos propósitos, el gen subsiste como una variable intermediaria, definida por los patrones de herencia que nos permite seguir; podemos pues dejar de lado las dificultades para

<sup>4</sup> “[G]enes and gene transcription may be viewed as statistical peaks within a genome-wide pattern of expression of the genetic information”. Finta y Zaphiropoulos (2001), p. 160.

dar cuenta unívocamente de su identidad como unidad material” (p. 99). Por su parte, “el *concepto molecular postgenómico de gene* encarna el proyecto persistente de entender cómo la estructura del genoma respalda la función del genoma, pero con una imagen deflacionaria del gen como unidad estructural. Estos genes son ‘cosas que puedes hacer con tu genoma’ (Stotz, Bostanci y Griffiths 2006); aunque el gen siga siendo una ‘imagen’ en el ADN de [...] la molécula cuya actividad deseamos entender, esta imagen puede estar fragmentada o distorsionada en tal medida que no se la pueda discernir antes que la genómica funcional revele cómo esos elementos secuenciales se emplean en el contexto genómico y celular más amplio” (pp. 99-100). En tercer lugar, hay lo que Richard Burian ha llamado *genes nominales*, “secuencias cuya semejanza en varios aspectos con genes estereotípicos ha llevado a anotarlas como genes y cuya anotación como tales ha sido aceptada por la comunidad científica” (p. 102). Tales genes nominales –mencionados a diario en comunicados de prensa– son “un recurso útil para asegurar que nuestro discurso esté anclado en secuencias de nucleótidos”, pero no corresponden universal, ni exclusiva, ni exactamente a lo que en otras partes de la investigación genética se designa con esta palabra<sup>5</sup>.

En el capítulo 9, “Teleology” (160-181), André Ariew distingue dos clases de teleología: la platónica y la aristotélica. Ambas entienden que la existencia de un sistema complejo, como un reloj pulsera o una ballena, solo puede explicarse si este posee un fin (*telos*); pero el teléologo platónico exige que dicho fin sea el propósito de una inteligencia preexistente que diseña y construye el sistema con vistas a servirlo, mientras que el teléologo aristotélico admite que los sistemas naturales –a diferencia de los artefactos– tienen fines propios, principios intrínsecos que presiden su desarrollo de la potencia al acto. La teleología platónica inspira el conocido “argumento del diseño” para probar la existencia de Dios, ridiculizado por Hume (1779) y refutado por Kant (1781), pero defendido aún por William Paley (1802) y promocionado en nuestros días bajo la rúbrica de “Diseño Inteligente” por grupos religiosos norteamericanos. Ariew presenta el argumento de Paley como una “inferencia conducente a la mejor explicación” (*inference to the best explanation*), clasificación que sin duda es históricamente apropiada, pero que no deja de parecerme desconcertante. Para mí es claro que la presencia de un reloj en una playa desierta se explica mucho mejor suponiendo que (i) lo dejó allí una persona que lo trajo de otro lugar, donde un relojero lo armó con sus manos, y no que (ii) las distintas piezas del reloj se formaron poco a poco en la arena o en el mar y se integraron espontáneamente en el instrumento cronométrico. Pero no me parece que la existencia de un artesano sin pies ni manos, por muy inteligente que sea, pueda ayudarme a entender la presencia de un ombú en la pampa, ni que su intervención intangible e invisible agregue inteligibilidad a un proceso formativo que fenomenológicamente sería en todo caso más afín al trazado por la hipótesis (ii) que al descrito en la (i). La gente de habla inglesa ha solido ver la teoría

<sup>5</sup> “[N]ominal genes are a useful device for ensuring that our discourse is anchored in nucleotide sequences, but [...] nominal genes do not, and probably can not, pick out all, only, or exactly the genes that are intended in many other parts of genetic work.” Burian (2005), p. 65.

de la evolución de Darwin como una respuesta naturalista a la teleoteología de Paley. Como recuerda Ariew, Darwin propone dos hipótesis, cada una de las cuales “sirve como alternativa a algún aspecto de la inferencia de Paley” (p. 169):

- 1° Todos los organismos vivos están emparentados por un ancestro común. Por tanto, no es preciso explicar a cada especie biológica como un modelo exclusivo e invariable diseñado por Dios.
- 2° Todos los organismos tienen que luchar por la vida, porque nacen más individuos de los que el medio ambiente es capaz de sustentar. Los individuos cuyas características están mejor adaptadas a las condiciones ambientales vivirán hasta reproducirse y transmitir las a su descendencia; los linajes que no logran reproducirse suficientemente, se extinguen. Por tanto, la ostensible funcionalidad de la anatomía y la fisiología de los seres vivos es una condición de posibilidad de su subsistencia como tales y no es preciso atribuirla a un propósito.

De hecho, el darwinismo explica mejor que la teleoteología la existencia de órganos funcionales pero de torpe diseño, como el “pulgar” del panda popularizado por S. J. Gould (1978, 1980). Según Ariew, el darwinismo intenta reemplazar además la teleología inmanente de Aristóteles, pero no es claro que lo consiga. No puedo repetir aquí su instructivo análisis de tres argumentos teleológicos aducidos por Aristóteles (*from flourishing, from hypothetical necessity, from pattern*—pp. 173-177). Sus comentarios finales (pp. 177-181) me parecen algo difusos, pero, si no los entiendo mal, apuntan a la siguiente conclusión: si bien el darwinismo explica limpiamente la muerte de los organismos desadaptados y la desaparición de sus linajes, no sabe explicar la diferencia entre lo vivo y lo muerto, manifiesta en el afán de sobrevivir y reproducirse en cuya satisfacción cooperan concertadamente las partes y las funciones y los procesos de cada animal o planta. El espectáculo de ese concierto inspiró a Aristóteles la noción de desarrollo orientado por un *telos* inmanente y no sería sensato prescindir de ella mientras no dispongamos de un sustituto más iluminador<sup>6</sup>.

En el capítulo 17, “What is an ‘embryo’ and how do we know?” (pp. 324-341), Jane Maienstein describe sucintamente los períodos sucesivos en que cabe dividir, según ella, la historia del concepto de embrión. Desde Aristóteles hasta Leeuwenhoek tenemos solo un *embrión hipotético*. Imposible de observar, era un proceso más bien que un objeto. Lo que Aristóteles pudo ver, “especialmente en pollos, parecía inicialmente informe y solo gradualmente actualizaba el potencial a través de la formación efectuada por emergencia epigenética” (p. 328). A tono con ello, el medioevo cristiano acepta generalmente la doctrina de la “hominización diferida” del feto humano. Son los materialistas quienes, incapaces de admitir la novedad radical, cuestionan la posibilidad de que la forma emerja de lo informe y patrocinan el preformacionismo; fieles a la tesis de Aristóteles, según la cual la forma del futuro niño es un aporte

<sup>6</sup> Vuelvo sobre esto más adelante, a propósito del artículo de Tim Lewens en el Manual.

exclusivo de su padre, imaginan el *homunculus*, un hombrecillo invisible incrustado en la cabeza de cada espermatozoide humano<sup>7</sup>. La invención del microscopio dio paso al *embrión físico*. En 1759, Caspar Friedrich Wolff estudia huevos de gallina durante las 28 horas siguientes a la fecundación, esto es, casi hasta el momento en que el corazón del futuro pollo se torna visible y empieza a latir. “A medida que Wolff miraba pollo tras pollo, hora tras hora, veía cambios, sí, pero no un pollo. No vio la forma de pollo, ni el corazón latiente, ni pollito preformado alguno” (p. 330). Wolff concluyó que debíamos presumir que lo que no se puede observar no está ahí. Sin embargo, Bonnet, que solo logró ver lo mismo que Wolff, insistió en que la forma preformada del pollo tenía que estar oculta de algún modo en el huevo. En 1827, Karl Ernst von Baer descubrió —en el vientre de una perra— que también los mamíferos se desarrollan a partir de un huevo. Darwin estimó que la semejanza inicial entre los embriones de todos los animales respaldaba su teoría de la evolución y Ernst Haeckel aseveró famosamente que la ontogenia (esto es, el desarrollo embrionario y fetal) recapitula la filogenia (la historia de la especie). En la primera mitad del siglo XX, el fuerte desarrollo de la embriología caracteriza la etapa que Maienstein llama del *embrión biológico*. Hans Spemann concentró su atención en las primeras fases del desarrollo, cuando el embrión empieza a diferenciarse visiblemente. “El puñado indiferenciado de células exhibe un rápido movimiento durante el cual fluyen células al blastoporo y se forman capas germinales. El puñado se transforma en una bola organizada de tres capas que se convertirán en distintas partes del organismo. Por primera vez hay una organización clara. Spemann se preguntó: ¿Cómo ocurre? ¿qué causa el que una masa de células aparentemente desorganizada se torne organizada? Quizás —conjeturó Spemann— hay un ‘organizador’. Este debe ser material y accesible a través de la experimentación” (p. 335). En la década de 1950, el descubrimiento de la estructura del ADN y el progreso vertiginoso de la biología molecular dan paso al *embrión heredado*. “Los genes podrían ser el organizador que Spemann buscaba”. Un “experimento fantástico” propuesto por este en 1938 es realizado con éxito por Briggs y King en 1951: reemplazan el núcleo de un huevo de rana por el núcleo de otro y obtienen un nuevo tipo de híbrido. “Parecería que el desarrollo embrionario se debe [...] a alguna versión de la preformación genética. ¿En qué medida el desarrollo está de hecho determinado o fijado, entonces, y en qué medida puede responder a condiciones ambientales cambiantes? La opinión se desplazó hacia un determinismo creciente, reforzado por el entusiasmo con el Proyecto del Genoma Humano” hacia fines del siglo (p. 338). Por esos mismos años, surge el *embrión humano visible*. En 1969, una presentación gráfica de la revista *Life* brinda a muchas personas sus primeras imágenes de un ser humano en desarrollo. Aunque eran fetos, a menudo en su fase tardía, estas “personitas que se chupaban el pulgar y parecían inocentes llegaron a ser la imagen pública del embrión. [...] No es el embrión biológico, pero [...] cualquier intento de

<sup>7</sup> No tengo claro si había espermatozoides portadores de mujercillas, o si la generación de criaturas del sexo femenino resultaba de un defecto en la materia aportada por la madre, como creía Aristóteles (τὸ γὰρ θῆλυ ὡσπερ ἄρρεν ἐστὶ πεπηρωμένον—*De Gen. Animal.* 737a 27-28).

entender los desplazamientos conceptuales ha de tener en cuenta este malentendido (*misconception*)” (p. 339). Entre tanto, el advenimiento de la fertilización *in vitro* ha conferido una importancia enorme al puñado de células que es el embrión no implantado. “El hecho biológico de que, antes de la implantación, este puñado de células de veras sea precisamente eso, un puñado de células indiferenciadas, no disminuye el significado social y médico investido en esas células” (ibíd.). Con el nacimiento de la oveja clonada Dolly en 1997 empieza una nueva etapa: el *embrión construido*. “Que Dolly estuviese ahí, súbita y sorprendentemente [...], puso en cuestión supuestos atesorados por la sociedad y también por la ciencia. [...] El público empezó a preguntarse: ¿qué es normal y qué es aceptable cuando se trata de embriones?” (p. 340). Casi al mismo tiempo empezó el debate sobre la investigación médica de células madre de origen embrionario. “Una parte del público considera esto inaceptable, porque suponen que un embrión ya es una persona (o al menos una persona en potencia) y por tanto no tenemos derecho a hacerle daño. La discusión alcanza el meollo mismo de lo que llamamos ‘embrión’ y cómo lo sabemos. Los científicos nos urgen a imbuirnos de lo que ellos entienden por tal. Un embrión humano, especialmente antes de estar implantado en la madre, es en realidad solo un puñado de células indiferenciadas. Hasta donde se sabe, no se discierne aún una expresión de genes, no hay diferenciación, no hay crecimiento significativo. Esto es un racimo de células que se divide y divide, al menos hasta la etapa blastocística. Solo en ese punto [...] empieza a ocurrir la diferenciación y la morfogénesis. Solo con la implantación y gastrulación empieza a actuar el embrión y comienzan los procesos epigenéticos del desarrollo, informados por la herencia que portan los genes” (ibíd.). Maienstein menciona también una séptima etapa, el *embrión computado*, “con énfasis en la administración de datos reunidos y en la informática” (p. 327), pero desiste de considerarla.

Comparado con los tres capítulos que comenté y muchos otros que debo pasar por alto, el capítulo 19, “Molecular and Systems Biology and Bioethics”, por Jason Scott Robert (pp. 361-371), me parece decepcionante. Explica primero por qué el cacareado Proyecto del Genoma Humano (HGP), completado hace algunos años, no ha rendido aún los frutos espléndidos que prometieron sus auspiciadores: “En la mayoría de los casos no está claro cómo hay que proceder de una secuencia genómica a la identificación de genes y al cabal entendimiento de la etiología de un fenotipo – para luego determinar desde cualquiera de estos cómo hay que intervenir para impedir o promover su manifestación” (p. 363). Pasa luego a describir la nueva corriente autodenominada “biología de sistemas” mediante extensas citas de sus proponentes, de las que extraigo estos pasajes: “¿Cuál es la diferencia entre un gato vivo y uno muerto? Una respuesta científica es la ‘biología de sistemas’. Un gato muerto es una colección de sus partes componentes. Un gato vivo es el comportamiento emergente del sistema que incorpora esas partes” (*Nature* 2005). “Nuevas tecnologías han inundado a los investigadores con un diluvio de información sobre genes, proteínas, dinámica celular y respuestas de los organismos a mutaciones y al medio ambiente. Pero no han explicado qué hace latir a un organismo entero” (Pennisi 2003, p. 1646). “La biología de sistemas es un análisis cuantitativo comprensivo del modo cómo todos los componentes de un sistema biológico interactúan funcionalmente a través del tiempo.

Este análisis es ejecutado por un equipo interdisciplinario de investigadores que también es capaz de desarrollar las tecnologías y herramientas computacionales que se requieren” (Aderem 2005, p. 511). El autor se pregunta: “¿Es la biología de sistemas solo la última de una serie interminable de modas biomédicas sobrevaloradas (*overhyped*)? ¿O hay por fin alguna sustancia tras la retórica?” Responde cautelosamente: “Un poco de ambas cosas” (p. 367). Finalmente, dedica dos páginas al tema de la bioética, pero solo para señalar que los esfuerzos del bien financiado programa ELSI (Ethical, Legal, and Social Implications), asociado al HGP, han sido a lo sumo “quizás un buen punto de partida” (p. 369), y esbozar, con más retórica que sustancia, los métodos y metas de una “bioética de sistemas”. Esta fugacísima incursión del Compañero me confirma una vez más que la moral es un asunto cuya importancia para la vida humana no guarda ninguna proporción con la luz que consigue arrojar sobre él un discurso razonado.

•

El Manual editado por Matthen y Stephens contiene 25 artículos repartidos entre cinco partes: Biografía, Evolución, Genética, Taxonomía y Temas Especiales<sup>8</sup>. Para maximizar la información que transmiten, están escritos en un estilo bastante apretado, por lo cual es imposible resumirlos. Me limitaré, pues, a mencionar unas cuantas ideas, indicando su fuente en cada caso.

La Parte I trae sendas biografías intelectuales de Charles Darwin y los cuatro grandes de la genética del siglo XX: Ronald Fisher, J.S.B. Haldane, Sewall Wright y Motoo Kimura. El artículo “Neutralism” de Anya Plutinski (pp. 129-140) presenta el principal aporte de Kimura. A rasgos generales, se lo puede explicar como sigue. Dada la fina coordinación de las partes y funciones de los organismos, casi todas las mutaciones genéticas tienen que ser desfavorables en algún sentido –produciendo lo que Haldane (1957) llamó “la carga genética”– a menos que sean perfectamente indiferentes o *neutras*. Dada la frecuencia de las mutaciones<sup>9</sup>, Kimura concluyó que la carga genética sería intolerable para cualquier especie de seres vivos, a menos que la inmensa mayoría de las mutaciones sea neutra. Pero así tiene que ser si, como se ha constatado, una parte enorme del ADN presente en los cromosomas de los eucarios no transmite información para la síntesis de proteínas (“does not code for any proteins” –como dicen concisamente en inglés). Entonces, la evolución del patrimonio hereditario de los seres vivos se debería principalmente a la fijación de mutaciones neutras en el curso aleatorio de la deriva genética (*genetic drift*); no a la selección de los más aptos. Respaldata con sofisticados razonamientos matemáticos por su autor, la tesis

<sup>8</sup> Véase el sumario en [http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws\\_home/711119/description-description](http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/711119/description-description)

<sup>9</sup> “Estudios comparativos de las moléculas de hemoglobina en diferentes grupos de animales sugieren que, durante la historia evolutiva de los mamíferos, la sustitución de aminoácidos ha ocurrido aproximadamente a razón de un cambio cada  $10^7$  años en una cadena de 140 aminoácidos” (Kimura 1968, p. 624).

de Kimura es aceptada en alguna medida por todos los genetistas, pero ha sido ignorada por los filósofos, reacios a reconocer la soberanía del azar. (Los términos ‘Kimura’ y ‘neutralismo’ ni siquiera figuran en el índice analítico del Compañero). En todo caso, como señala Plutynski, como “los rasgos fenotípicos están controlados por muchos genes y hay bastante ‘redundancia’ en las bases genéticas y embriológicas de rasgos fenotípicos selectivamente significativos [...], bien puede ser que la mayor parte, si no toda, la evolución a nivel molecular trascorra a la deriva y que, al mismo tiempo, la mayor parte, si no toda, la evolución a nivel fenotípico sea un producto de la selección natural” (p. 136).

Este asunto de los “niveles” u “objetos” o “unidades” en que recae la selección es debatido con fruición por los filósofos. A él se refiere el artículo “Levels of Selection” de Robert A. Wilson (pp. 141-162)<sup>10</sup>. Como hace años señaló Elliott Sober (1984), se trata de saber qué se selecciona y para qué (o para quién). En el caso de la selección artificial practicada desde la prehistoria por agricultores y ganaderos, la respuesta a ambas preguntas es obvia: se seleccionan organismos individuales que presentan caracteres atrayentes, promoviendo su reproducción para beneficio de la industria agropecuaria y, en último término, de la humanidad. Pero en el caso de la llamada selección natural la cosa está muy lejos de ser obvia y hasta cabría pensar que la pregunta –como tantas otros problemas “filosóficos”– resulta de tomarse una metáfora al pie de la letra. Quizás por eso las respuestas “científicas” sobre el “beneficiario” de la selección natural –como el “gen egoísta” de Dawkins (1976)– pecan de antropomorfismo rampante. Sea de ello lo que fuere, hasta el primer centenario de *El origen de las especies* parece haber reinado el consenso de que la selección natural recaía sobre *organismos individuales* (aun reconociendo que entre los organismos llamados “inferiores” no siempre es fácil deslindarlos). Al fin y al cabo, son ellos los que enfrentan la lucha por la vida y perecen en ella o sobreviven para reproducirse. Pero Wynne-Edwards (1962) alegó que los objetos de la selección son grupos –manadas, colmenas, etc.– y la reacción adversa provocada por sus argumentos especiosos dio lugar a la tesis diametralmente opuesta de G.N. Williams (1966), difundida más tarde por Dawkins, según la cual los únicos objetos posibles de la selección natural son los genes. No es fácil suscribirla después de que Kimura hizo presente la indiferencia masiva del cambio genético y la biología molecular sembró dudas sobre la identidad misma del gen<sup>11</sup>. Como bien señala Ernst Mayr (1997, p. 2092), el “seleccionismo génico está invalidado también por la pleiotropía de muchos genes y la interacción de los genes que controlan los componentes poligénicos del fenotipo. [...] De hecho, el fenotipo es la parte del individuo que es ‘visible’ para la selección.

<sup>10</sup> De él trata asimismo Elisabeth A. Lloyd en el Compañero (pp. 44-65).

<sup>11</sup> Tales dudas pueden soslayarse apelando a la noción abstracta de gen que ya propuso Williams: “En la teoría evolutiva, un gen podría definirse como cualquier información hereditaria favorecida o contrariada por un sesgo (*bias*) selectivo varias o muchas veces mayor que su tasa de cambio endógeno” (1966, p. 25). Para una crítica incisiva del gen “informacional” abstracto, véase Griesemer (2005), a quien debo esta cita.

Cada genotipo, al interactuar con el medio ambiente, produce una variedad de fenotipos: lo que Woltereck llamó la ‘norma de reacción’. Por tanto, cuando un evolucionista dice que el ‘genoma es un programa que dirige el desarrollo’ sería un error entenderlo en un sentido determinista. El desarrollo del fenotipo envuelve muchos procesos estocásticos que impiden que exista una relación biunívoca entre genotipo y fenotipo. Esta es, por cierto, precisamente la razón por la cual tenemos que aceptar al fenotipo como el objeto de la selección, más bien que el genotipo”. Por otra parte, “como el genotipo, interactuando con el ambiente, causa el fenotipo, la selección automáticamente promueve a la vez cualquier componente del genotipo que contribuya al fenotipo favorecido. Así, la selección directamente opera para (*is for*) el fenotipo e indirectamente para el genotipo o partes de él” (Mayr 1997, p. 2093). Como además no es posible negar que hay ejemplos de selección de y para grupos<sup>12</sup>, R. A. Wilson se inclina abiertamente a un pluralismo, que reconozca que hay selección natural a varios niveles, para distintos efectos y con diversos alcances. En relación con ello, dedica una instructiva sección al problema del altruismo (pp. 147-150). Definido por E. O. Wilson como “conducta autodestructiva ejecutada en beneficio de otros” (2000, glosario), el altruismo animal se manifiesta por ejemplo en la presteza con que las abejas obreras –desde ya estériles– entregan la vida clavando su aguijón. Esta disposición seguramente ha favorecido la supervivencia y propagación de las reinas y zánganos – y, por ende, también de las obreras– del genotipo correspondiente, y gracias a eso ha podido establecerse por selección natural.

Paso ahora a otra cuestión que sí es importante, difícil y genuinamente filosófica: la funcionalidad o –como la llamó Kant– ajuste a un fin (*Zweckmässigkeit*) de los organismos y sus órganos. El artículo “Functions” de Tim Lewens (pp. 525-547) sirve admirablemente para ponernos al día sobre los debates al respecto conducidos en inglés. No puedo repetir aquí todos los detalles interesantes que contiene. Me limito a un par de ideas. La funcionalidad de lo vivo ha solido entenderse (i) según la analogía de los artefactos de los que agentes externos se valen para sus propios fines o (ii) según la analogía de los agentes autónomos que se valen por sí mismos. La primera analogía inspiró la *Teología natural* de Paley (1802), que se la transmitió a Darwin y a toda la tradición del evolucionismo anglófono: no en vano Dawkins (1986) describe a la selección natural como “el relojero ciego”. La segunda predomina en las obras

<sup>12</sup> Mayr (1997, p. 2092) menciona un grupo de ardillas que debe su éxito a un sistema eficaz de centinelas que anuncia al grupo la presencia cercana de depredadores; una manada de leonas que se divide para bloquear la ruta de escape de una víctima; una tropa de chimpancés que se organiza estratégicamente para atacar a los miembros de las tropas vecinas. Con fino sentido biológico, Mayr dedica un párrafo a los *gametos*, que la literatura filosófica en general no tiene en cuenta como posible objeto o unidad de selección. “Evidentemente, la habilidad para nadar con rapidez, dar con los óvulos no fertilizados y penetrar su membrana son propiedades del espermatozoide que contribuyen muchísimo a su éxito. [...] No tienen nada que ver con el genoma haploide del gameto que, hasta donde sabemos, no tiene ninguna influencia sobre la capacidad fertilizadora de éste” (ibíd.).

sobre biología del desarrollo y entre autores de cultura alemana<sup>13</sup>. La concepción de los órganos como herramientas –vgr. la cola del pavo real como señuelo para atraer a las hembras– influye decisivamente en la formulación y defensa de la doctrina sobre la funcionalidad de lo vivo que hoy prevalece entre los filósofos de habla inglesa, llamada SE (por *selected effects*, esto es, efectos seleccionados). “Decir que un carácter T fue seleccionado para la función F equivale a decir que la frecuencia de T aumentó en una población por sobre la frecuencia de un carácter alternativo *porque* tenía el efecto F” (Sober 1984, p. 100). Así, por ejemplo, decir que el pigmento oscuro de las alas de la mariposa *Panaxia dominula* fue seleccionado como camuflaje equivale a decir que la frecuencia de las mariposas de alas oscuras superó a la frecuencia de las mariposas de alas más claras debido a que el color de las alas las camuflaba (contra los depredadores en el campo contaminado de hollín del centro de Inglaterra –cf. Fisher y Ford 1947; Goulson y Owen 1997). Lewens menciona numerosas objeciones contra esta interpretación de la funcionalidad y explica por qué no las juzga insuperables. Sin embargo, una de ellas me parece fatal. Decimos que William Harvey descubrió que el corazón de los animales tiene la función de bombear la sangre. Pero Harvey no sabía nada de selección natural y por tanto no puede haber pensado ni menos descubierto que la frecuencia de los primeros animales dotados de corazón superó a la de sus congéneres que aún no lo tenían *porque* el corazón les bombeaba la sangre. Por tanto, en la acepción científica SE de la palabra ‘función’, Harvey no habría hecho el descubrimiento que se le atribuye. Ahora bien, para cualquiera es evidente que Harvey comprobó, no que el corazón tiene –en algún sentido esotérico– *la función* de bombear la sangre, sino que *de hecho* la bombea, produciendo la presión arterial necesaria para que el animal no se muera. Esto es, ni más ni menos, lo que queremos decir en castellano cuando hablamos de la función del corazón. Una *explicatio* o “reconstrucción racional” del término ‘función’ que no cubre este uso corriente, aplicable a lo que ocurre aquí y ahora, sino que lo interpreta como una forma abreviada de hablar de eventos que se conjetura que ocurrieron hace muchos millones de años<sup>14</sup>, no es más que hojarasca escolástica, por muchas publicaciones que conjure.

Para terminar, me referiré al término ‘especie’, al que la teoría de Darwin quitó irremediamente su significado biológico tradicional, y que en siglo y medio no ha logrado adquirir otro sentido unitario aceptable para todos los biólogos. Este asunto

<sup>13</sup> Lewens cita este elocuente pasaje de Sommerhof (1950, p. 6): “On the phenomenal level from which all science must proceed, life is nothing if not just this manifestation of apparent purposiveness and organic order in material systems. In the last analysis, the beast is not distinguishable from its dung save by the end-serving and integrating activities which unite it into an ordered, self-regulating and single whole, and impart to the individual whole that unique independence from the vicissitudes of the environment and that unique power to hold its own by making internal adjustments, which all living organisms possess in some degree”.

<sup>14</sup> Siguiendo la propuesta de Godfrey-Smith (1994), se acepta generalmente que, para reconocerle funcionalidad a un efecto, en el sentido SE, este tendría que haber sido seleccionado durante la historia evolutiva reciente de los organismos que lo exhiben; pero en el caso de la bomba cardíaca tal “historia moderna” precede a la aparición de los dinosaurios.

tiene un interés práctico más allá de la epistemología y la ontología de la vida, porque en el debate público sobre los derechos de la mujer todavía suele confundirse la clasificación biológica de un organismo en la especie *homo sapiens* con la adscripción histórico-cultural de una persona a la humanidad. Mark Ereshefsky se refiere al tema biológico en el artículo “Species, Taxonomy, and Systematics” (pp. 403-427). No me detendré con Ereshefsky a discutir la tesis esencialista preferida aún por ciertos filósofos; creo que Hull (1965) ya dijo al respecto todo lo que hacía falta. Según Ereshefsky hoy prevalece la tesis –patrocinada por Ghiselin (1974) y el propio Hull (1978)– de que “las especies no son clases naturales, sino individuos” (p. 406). Alguno de sus adversarios ha dicho que, según ella, los miembros de una especie tienen con esta la misma relación de partes-a-todo que hay, por ejemplo, entre los brazos o las piernas y el organismo al que pertenecen. Esta inepticia se evita diciendo que una especie es un *colectivo* individual, unido por lazos históricos de parentesco, como las familias humanas (por ejemplo, los Habsburgo o los Alessandri). Este enfoque me parece impecable, pero no basta para definir la categoría *especie biológica*. Si, como solemos pensar, todos o casi todos los organismos que existen o han existido en nuestro planeta descienden unos de otros o de un antepasado común, se necesitan otros criterios para discernir dentro del árbol genealógico de la vida en la Tierra los segmentos (subárboles) que llamaremos *especies*. Darwin dijo que una especie es “un conjunto de individuos que se parecen estrechamente (*closely*) entre sí” (1859, p. 52); pero tal criterio es demasiado flexible y ambiguo (¿cuán estrecho es el parecido entre un galgo y un chihuahua?). Citaré tres propuestas diferentes para constreñirlo. Con arreglo al popular concepto llamado *biológico* (Mayr 1942), una especie es un grupo de poblaciones naturales, cuyos miembros pueden y suelen cruzarse, engendrando o concibiendo descendientes fértiles, y que permanecen reproductivamente aisladas de otros grupos tales. Aunque a primera vista satisfactorio, este criterio es inaplicable a las bacterias y a la mayoría de las plantas, que no se reproducen sexualmente. Según el concepto *ecológico*, “una especie es un linaje (o un conjunto estrechamente relacionado de linajes) que ocupa una zona adaptiva mínimamente diferente de la de cualquier otro linaje a su alcance y que evoluciona separadamente de todos los linajes fuera de su alcance” (Van Valen 1976, p. 233). El concepto *filogenético* –en una de sus versiones– define la especie como un *linaje monofilético basal*, entendiéndose que un linaje monofilético contiene todos los descendientes de un antepasado común y nada más, y que linajes *basales* son los linajes más pequeños representados en las clasificaciones linnaeanas (Mishler y Brandon 1987). Ereshefsky favorece la adopción simultánea de las tres propuestas, aunque su aplicación universal conduce a taxonomías incompatibles. ¿Por qué habría tres tipos de especies? “Son el resultado de distintas fuerzas evolutivas: las especies que se cruzan son el resultado del cruzamiento; las especies ecológicas son causadas por la selección natural; y las especies filogenéticas son el resultado de la genealogía. Destacar solo uno o dos de estos tipos de linajes es dar una versión empobrecida de la evolución” (p. 414). Ereshefsky explica otras posiciones pluralistas diversas de la suya (Kitcher 1984, Dupré 1993, Mishler y Brandon 1987) y la reciente defensa de una nueva forma de monismo por De Queiroz (1999) y Mayden (2002). La última sección del artículo (pp. 416-425) explica la jerarquía linnaeana todavía vigente en la práctica taxonómica, señala sus inconvenientes y

describe propuestas para reemplazarla o corregirla. Al final, Ereshefsky señala que la vida en este planeta podría no formar un solo árbol genealógico, sino algo más parecido a un manglar. Si la cosa es así –como sostuvo Doolittle (1999) con poderosos argumentos genéticos– las clasificaciones jerárquicas serían un método errado para representar la diversidad de la vida.

La Parte III del Manual trae tres artículos estupendos –de Raphael Falk sobre análisis genético (pp. 249-208), de Margaret Morrison sobre el desarrollo de la genética de poblaciones (pp. 309-334) y de Michael Wheeler sobre “Caracteres, genes y codificación” (pp. 369-399)–, pero nos llevaría muy lejos comentarlos aquí.

### Referencias bibliográficas

- Aderem, A. (2005), “Systems biology: Its practices and challenges”. *Cell*. **121**: 511-513.
- Burian, R. M. (2005), “Molecular epigenesis, molecular pleiotropy, and molecular gene definitions”. *History and Philosophy of the Life Sciences*. **26**: 59-80.
- Darwin, C. (1859), *On the Origin of Species*. Londres: John Murray.
- Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (1986). *The Blind Watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*. New York: W.W. Norton & Co.
- De Queiroz, K. (1999), “The general lineage concept of species and the defining properties of the species category”, en R. Wilson, ed., *Species: New Interdisciplinary Essays*, Cambridge MA: MIT Press. Pp. 449-480.
- Dembski, W. A. (1998). *The Design Inference: Eliminating Chance through Small Probabilities*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Doolittle, W. F. (1999), “Phylogenetic Classification and the Universal Tree”. *Science*. **284**: 2124-2128.
- Dupré, J. (1993), *The Disorder of Things: Metaphysical foundations of the disunity of science*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Finta C. y P. G. Zaphiropoulos (2001), “A Statistical View of Genome Transcription?”. *Journal of Molecular Evolution*. **53**: 160-162.
- Fisher, R. A. y E. B. Ford (1947). “The Spread of a Gene in Natural Conditions in a Colony of the Moth *Panaxia Dominula L.*”, *Heredity*. **1**: 143-174.
- Ghiselin, M. T. (1974), “A Radical Solution to the Species Problem”. *Systematic Zoology*. **23**: 536-544.
- Godfrey-Smith, P. (1994), “A Modern History Theory of Functions”. *Noûs*. **28**: 344-362.
- Gould, S. J. (1978), “The panda’s peculiar thumb”. *Natural History*. **87**: 20-30. Accesible en [http://www.stephenjaygould.org/library/gould\\_panda's-thumb.html](http://www.stephenjaygould.org/library/gould_panda's-thumb.html).
- \_\_\_\_\_ (1980), *The Panda’s Thumb*. New York: W.W. Norton & Co.

- Goulson, D. and D. F. Owen (1997), “Long-Term Studies of the medionigra Polymorphism in the Moth *Panaxia dominula*: A Critique”. *Oikos*. **80**: 613-617.
- Griesemer, J. R. (2005), “The informational gene and the substantial body: On the generalization of evolutionary theory by abstraction”, en M. R. Jones and N. Cartwright, ed., *Idealization XII: Correcting the Model — Idealization and Abstraction in the Sciences*. Amsterdam: Rodopi. Pp. 59-115.
- Haldane, J. B. S. (1957), “The cost of natural selection”. *Journal of Genetics*. **55**: 511-524.
- Hull, D. L. (1965), “The Effect of Essentialism on Taxonomy—Two Thousand Years of Stasis”. *The British Journal for the Philosophy of Science*. **15**: 314-326; **16**: 1-18.
- \_\_\_\_\_ (1978), “A matter of individuality”. *Philosophy of Science*. **45**: 335-360.
- Hull, D. L. y M. Ruse, eds. (1998), *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press.
- Hume, D. (1779). *Dialogues Concerning Natural Religion*. Londres. La 1ª edición no indica los nombres del autor y del impresor.
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft*. Riga: Hartknoch.
- Kimura, M. (1968), “Evolutionary rate at the molecular level”. *Nature*. **217**: 624-626.
- Kitcher, P. (1984) “Species”. *Philosophy of Science*. **51**: 308-333.
- Mayden, R. L. (2002), “On biological species, species concepts and individuation in the natural world”. *Fish and Fisheries*. **3**: 171-196.
- Mayr, E. (1942), *Systematics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press.
- \_\_\_\_\_ (1997), “The objects of selection”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **94**: 2091-2094.
- Mishler, B. D. y R. N. Brandon (1987), “Individuality, pluralism, and the phylogenetic species concept”. *Biology and Philosophy*. **2**: 397-414.
- Nature* (2005), “In pursuit of systems”, editorial anónimo. *Nature*. **435**: 1 (2005).
- Paley, W. (1802), *Natural theology; or, evidences of the existence and attributes of the Deity, collected from the appearances of nature*. Londres. La 12ª edición (Londres: J. Faulder, 1812) puede consultarse en <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=A142&viewtype=text&pageseq=1>.
- Pennisi, E. (2003), “Tracing life’s circuitry”. *Science*, **302**: 1646-1649.
- Sober, E. (1984), *The Nature of Selection*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sommerhof, G. (1950), *Analytical Biology*. Oxford: Oxford University Press.
- Stotz, K., A. Bostanci, y P. E. Griffiths (2006), “Tracking the shift to «postgenomics»”. *Community Genetics*. **9**: 190-196.
- Van Valen, Leigh (1976), “Ecological species, multispecies, and oaks”. *Taxon*. **25**: 233-239.

- Williams, G. C. (1966), *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press.
- Wilson, E. O. (2000), *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2ª ed.
- Wynne-Edwards, V. C. (1962). *Animal Dispersion in Relation to Social Behavior*. Edinburgh: Oliver & Boyd.