

Teoría de la Evolución

Santiago Collado González

Artículo reproducido de: Collado González, Santiago, *Teoría de la Evolución*, en Fernández Labastida, Francisco – Mercado, Juan Andrés (editores), *Philosophica: Enciclopedia filosófica on line*, URL:

<http://www.philosophica.info/voces/evolucion/Evolucion.html>

Índice

1. [El inicio de la teoría de la evolución](#)
2. [La teoría de la evolución de Darwin/Wallace](#)
3. [Debate en torno a la teoría de Darwin](#)
4. [Los principios de la genética](#)
5. [La teoría sintética](#)
6. [Biología molecular y genética](#)
7. [Algunas cuestiones científicas debatidas en torno a la teoría de la evolución](#)
 1. [Seleccionismo frente a neutralismo](#)
 2. [Puntuacionismo frente a gradualismo](#)
 3. [Noción de especie](#)
 4. [Importancia de la selección natural en la evolución](#)
 5. [Más sabemos, más debates](#)
8. [Reflexión filosófica y teoría de la evolución](#)
 1. [Teoría de la evolución y evolucionismo](#)
 2. [Evolución y finalidad](#)
9. [Bibliografía](#)

1. El inicio de la teoría de la evolución

Durante el siglo XVIII un grupo de investigadores, que fueron llamados naturalistas, consiguieron reunir una gran cantidad de información sobre la fauna y la flora en muy diversas zonas de nuestro planeta. Un problema que planteó la acumulación de tan notable volumen de información fue su organización. La clasificación de los seres vivos se realizó, en un primer momento, mediante amplias descripciones de la morfología y procedencia de los distintos individuos encontrados. Este tipo de descripciones no constituían una verdadera ayuda para conseguir clasificaciones que fueran suficientemente unívocas [Velázquez 2007: 131-142].

El sistema ideado y desarrollado por Linneo (1707-1778) supuso una importante mejora en la organización de la información disponible. Consistió en proponer una serie de reglas para asignar a todos los seres vivos conocidos una etiqueta de género y especie. Esta clasificación, cuya primera edición fue publicada en 1735, se llamó *Sistema Naturae*. Lógicamente, en ese momento, eran las propiedades morfológicas de los distintos seres vivos las que permitían asignar género y especie a un individuo concreto. Aunque no está exento de arbitrariedades, el trabajo realizado por Linneo simplificó enormemente la tarea de clasificar animales y plantas. En líneas generales, la estructura

arborescente que desarrolló sigue vigente en nuestros días, a pesar de los cambios experimentados por la biología desde entonces.

Para Linneo las especies identificadas constituían grupos de seres bien diferenciados y sin ninguna relación de procedencia. El criterio de parentesco, como hemos indicado, era meramente morfológico. Esta perspectiva llamada fijista consideraba que cada una de las especies estaba creada tal y como era, y sus individuos no experimentaban cambios a lo largo del tiempo.

No obstante, la acumulación de datos proporcionados por los naturalistas, y los avances experimentados en su organización, propiciaron la adopción de otros enfoques bien diferentes al fijista. Pronto se fue abriendo paso la idea de que unas especies provenían de otras y que, por tanto, había que conseguir una clasificación que reflejara las afinidades entre los distintos seres vivos desde otras perspectivas: había que conseguir lo que se llamó una *clasificación natural*.

Buffon (1707-1788) puso ya en entredicho el fijismo linneano pero, propiamente, el primero en proponer una hipótesis sobre el modo en que unas especies podían provenir de otras fue el francés Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck, conocido sencillamente como Lamarck (1744-1829). En su *Filosofía zoológica*, escrita en 1809, expuso una descripción sistemática de la evolución de los seres vivos.

Para Lamarck, las especies provienen unas de otras, de las más simples a las más complejas. Los órganos de cada especie se desarrollarían como consecuencia de la reacción y adaptación al ambiente. Los cambios por tanto serían paulatinos y se producirían a lo largo de grandes periodos de tiempo. Lamarck pensaba que el fijismo era absurdo porque los animales no hubieran podido sobrevivir, sin evolucionar, a las cambiantes condiciones climáticas que en algunos períodos de tiempo fueron muy agresivas.

La originalidad de la propuesta de Lamarck consiste en defender que los cambios se producen por medio de la adaptación al ambiente. Ciertos órganos se refuerzan con el uso que el animal hace de ellos condicionado por el ambiente y, por otra parte, otros órganos se atrofian y acaban eliminándose por el desuso. Lamarck consideraba que dichas modificaciones en los diversos órganos son transmitidas por herencia a los descendientes. Esto último es lo que se ha llamado “herencia de los caracteres adquiridos”. En realidad la idea que Lamarck estaba defendiendo era una versión de “la función crea al órgano”. Una consecuencia importante de la propuesta lamarckiana era que la transformación de los organismos debía ser necesaria, gradual, ascendente y continua. Es decir, de los gusanos, por ejemplo, con el tiempo llegaríamos a tener otra vez hombres.

Se puede decir, por tanto, que fue Lamarck el primero en formular una hipótesis evolucionista en estricto sentido, aunque entonces se reservaba la palabra evolución al desarrollo del embrión, y su propuesta fuera denominada como transformista. A diferencia de la propuesta de Darwin, el sujeto de la evolución Lamarckiana es el individuo: es el individuo el que experimenta la transformación por uso o desuso adaptativo y dicha transformación es la que después se transmite a su descendencia.

La propuesta de Lamarck, aunque cosechó muchas adhesiones y parecía explicar de una manera natural el aumento de complejidad y la diversidad observada en la naturaleza, también se encontró con la oposición de científicos de la talla de Cuvier (1792-1832), profesor de anatomía comparada, que empleando lo que Brentano llamó más tarde el principio teleológico [Brentano 1979: 244], dio las pautas para deducir unas formas animales a partir de otras del mismo animal. Estas pautas han sido desarrolladas después por la paleontología moderna.

Ciertamente, en los seres vivos, en particular en los animales superiores, se pueden observar ligeras modificaciones de algunos órganos como consecuencia de su uso y, sobre todo, es más fácil de constatar la atrofia de aquellos órganos que no se usan. Esto no permite afirmar que la función crea el órgano, más bien se podría decir que la funcionalidad del órgano puede verse reforzada por su uso. Lo que la ciencia ha rechazado contundentemente hasta el momento es la herencia de caracteres adquiridos. No se ha encontrado ni la evidencia experimental ni ningún mecanismo por el que los individuos puedan transmitir las supuestas mejoras adquiridas en el curso de su vida. Los principios que rigen la transformación de los caracteres individuales, que son hoy comúnmente aceptados por la ciencia, los establecieron por vez primera Darwin y Wallace. Por otra parte, los principios que rigen la transmisión o herencia de dichos caracteres fueron establecidos en primer lugar por Mendel.

2. La teoría de la evolución de Darwin/Wallace

Como es bien conocido, Charles R. Darwin (1809-1882) participó como naturalista en la expedición del *Beagle* por América del sur y el Pacífico en el año 1831. El viaje que comenzó cuando él tenía sólo 22 años terminó cinco años más tarde. Durante ese período Darwin tuvo tiempo para realizar muchas observaciones, compilar información y reflexionar sobre los datos que iba recopilando y sobre algunos textos como el que lleva el nombre de *Principios de Geología* de Charles Lyell, donde encontró buenas síntesis de argumentos evolucionistas como los defendidos por Lamarck. Todo esto le fue llevando a abrazar una perspectiva transformista de la naturaleza. En los años sucesivos a su viaje Darwin fue elaborando sus propias ideas y recogiendo nuevos datos con los que realizar un trabajo en el que quería exponer, de una manera ordenada, su visión de la naturaleza. Quizá uno de los textos que más influjo ejerció en la elaboración de sus tesis fue el libro de Thomas R. Malthus (1766-1834) publicado por primera vez en 1798: *An Essay on the Principle of Population*. En este libro Malthus defendía la tesis de que era necesaria la lucha por la supervivencia como consecuencia de que la población tiende a crecer siguiendo una progresión geométrica mientras que los alimentos lo hacen siguiendo una progresión aritmética.

En el año 1858 Darwin recibió un paquete por correo enviado desde una alejada isla del archipiélago Malayo, la actual Indonesia. El paquete contenía un texto que resumía los resultados de la investigación llevada a cabo por Alfred Russel Wallace (1823-1913). El escrito contenía una extraordinaria exposición de “la teoría de la evolución por selección natural”. Su claridad expositiva hace que todavía hoy ese texto conserve gran valor pedagógico. Darwin llevaba dos décadas elaborando una teoría equivalente a la de ese escrito y estuvo a punto de abandonar su proyecto al leer el trabajo. Fue

precisamente Charles Lyell y el botánico Joseph Dalton Hooker quienes intervinieron en favor de los intereses de su amigo Darwin. El escrito de Wallace fue publicado en los “Proceedings” de la prestigiosa Sociedad Linneana, precedido de otra contribución de Darwin que contenía algunos fragmentos de un ensayo de 1844 no publicado y una carta escrita al botánico Asa Gray. Los escritos fueron publicados en agosto de 1858 salvando así el derecho de Darwin a reclamar la originalidad del trabajo que llevaba preparando durante tanto tiempo y que todavía no había visto la luz. Fue en el año siguiente, 1859, cuando Darwin publicó los resultados del trabajo que había realizado durante los años precedentes en un libro titulado “On the Origin of Species by Means of Natural Selection”. El éxito de este libro permite afirmar que fue en este momento cuando nació la “teoría de la evolución por medio de la selección natural”.

La estructura de la teoría de la evolución por selección natural [[Lewontin 1970](#); [Sarkar 2007](#)] tal como Darwin y Wallace la expusieron en sus escritos se apoya en tres puntos básicos:

1) Los descendientes heredan los caracteres de los progenitores de generación en generación. Darwin, sin embargo, no conocía las leyes de la herencia sobre las que se estaba trabajando precisamente en los años en los que dio a conocer su teoría. Las leyes de la herencia que hoy son aceptadas científicamente y que fueron descubiertas por Mendel no se conocieron hasta el comienzo del siglo XX. Las explicaciones propuestas por Darwin para la herencia de los caracteres resultaron erróneas y fueron pronto rechazadas. Estas explicaciones, no obstante, no formaban parte del contenido del “Origen de las especies”.

2) En el proceso de la herencia ocurren variaciones espontáneas que son por azar o ciegas. Se habla de variaciones por azar o ciegas en un doble sentido. Por una parte no se pueden determinar sus causas. Por otra parte, dichas variaciones no están orientadas a una mejor adaptación del organismo al medio, es decir, no hay ninguna orientación a priori en ellas. En la primera edición del “Origen de las especies” Darwin rechazaba explícitamente la herencia de los caracteres adquiridos defendida por Lamarck. Más tarde, sin embargo, matizó dicho rechazo.

3) Existe reproducción diferenciada en los individuos de una población. El motivo es doble: o bien algunos individuos poseen mayor fertilidad que otros, o bien están mejor adaptados al medio. Mejor adaptación al entorno se traducirá en una mayor supervivencia y, consiguientemente, en una mayor descendencia.

El impacto de las ideas de Darwin/Wallace fue enorme. Muy poco después de la publicación del “Origen de las especies”, ya en la década de los 60, la evolución basada en la selección natural defendida por Darwin era, en la práctica, universalmente aceptada. No obstante, muy pronto empezaron a plantearse las primeras objeciones a su propuesta. Las objeciones a partir de los 60 no iban dirigidas contra el hecho de que hubiera evolución, es decir, que las diversas especies descendieran de otras comunes y anteriores en el tiempo, sino que se dirigían directamente contra lo que hacía original su propuesta, es decir, que el motor de la evolución fuera las variaciones al azar y la selección natural.

En relación con el desarrollo de la propuesta de Darwin en los años sucesivos, y de las críticas que ha recibido hasta nuestros días, hay que decir que Darwin prestó gran

atención a la posibilidad de explicar el desarrollo de estructuras complejas sobre la base de las variaciones por azar y la selección natural como causa principal de dicho desarrollo. De hecho, aunque para Darwin dicha teoría explicaba muchos aspectos de la evolución de los seres vivos, incluido el origen de las especies, esto no llegó a implicar que la evolución de los organismos pudiera ser explicada únicamente por medio de la selección natural. Darwin aceptaba la existencia de otros mecanismos causantes del cambio evolutivo. Las razones que Darwin tenía entonces para mantener su visión plural de las causas de la evolución eran, no obstante, muy pobres o erróneas si consideramos las cosas desde la perspectiva actual.

Darwin se enfrentó personalmente con buena parte de las objeciones que se han puesto hasta nuestros días a su teoría de la evolución. Sus puntos de vista fueron expuestos en sucesivas ediciones del “Origen de las especies” [Darwin 2002: 183]. No solamente se centró en el problema del origen y el incremento de la complejidad de los seres vivos, sino también, por ejemplo, abordó problemas como el de la escasez de registro fósil disponible de los supuestos seres vivos que debían haber existido como consecuencia de una evolución gradual como la defendida en su propuesta [Darwin 2002: 349].

3. Debate en torno a la teoría de Darwin

El peso de las objeciones puestas a su teoría, junto con el desconocimiento de las leyes de la genética llevaron a Darwin, después de 1959, a restar importancia al mecanismo de la selección natural e incluso a aceptar la existencia de mecanismos de tipo lamarkiano como explicación de las transformaciones en los seres vivos.

Una de las principales objeciones a la teoría de Darwin en estos años fue puesta por William Thomson (Lord Kelvin). Kelvin compartía con Darwin un modo de entender la transmisión de los caracteres hereditarios que le llevaba a concebir el proceso de evolución por selección natural de una manera extraordinariamente lenta. No solamente los cambios que servían de materia para la selección natural eran diminutos y graduales sino que para transmitir los caracteres a la descendencia sin ninguna pérdida de variación era necesario que la novedad apareciera en dos individuos y que estos se aparearan entre sí. La probabilidad de que ocurrieran las cosas de esta manera era tan pequeña que para poder explicar la evolución y variedad de la vida en la Tierra tal como se presenta a nuestra experiencia era necesario que el proceso hubiera durado billones de años.

El problema era que el tiempo estimado para la tierra era mucho menor. Por entonces se pensaba que la energía que recibimos del Sol procedía exclusivamente de la gravedad. Se podía calcular la masa aproximada del Sol y la energía que emitía. Con estos presupuestos los cálculos de Kelvin predecían para el Sol un tiempo de vida que no superaba unos cientos de millones de años. Lógicamente la vida en la tierra no podía exceder ese tiempo que era muy inferior al tiempo necesario estimado para el desarrollo de la vida tal como la conocemos. La radioactividad, verdadera fuente de la energía que recibimos del Sol, fue descubierta en la década que comenzó en 1890. Estas consideraciones debieron influir notablemente en los planteamientos de Darwin que, como hemos señalado, quitó importancia en sucesivas ediciones del *Origen de las Especies* a las variaciones ciegas y se la dio a otros mecanismos como la herencia de caracteres adquiridos inducidos por el ambiente.

A pesar de admitir una pluralidad de mecanismos como motor de la evolución, para Darwin había una continuidad evolutiva entre todas las especies, incluida la humana. Sin embargo, Darwin no defendió que las facultades superiores humanas fueran el resultado de la selección natural. Puede decirse que Wallace era más estricto que Darwin en la defensa del mecanismo de la selección natural. Su panselccionismo le llevaba a considerar a las variaciones aleatorias y a la selección natural como la única fuerza de la evolución biológica. No obstante, Wallace admitía el influjo de otra fuerza distinta, de carácter “espiritual”, cuando se trataba de explicar el origen de la vida, la emergencia de la conciencia propia de los animales y, principalmente, las facultades superiores humanas como, por ejemplo, su capacidad para hacer matemáticas o sus habilidades artísticas. Para Wallace el mundo de la materia estaba claramente subordinado a ese otro mundo del espíritu en el que no encajaba como explicación la selección natural. Wallace era más estricto en la defensa de la selección natural en la evolución orgánica que Darwin, y también más neto en su defensa de un ámbito “espiritual” para el que la selección natural no era una explicación [Sarkar 2007: 31-32].

Otro biólogo muy importante en el siglo XIX fue el alemán August Weismann (1834-1914). Weismann, también panselccionista, rechazó completamente la posibilidad admitida por Darwin de la existencia de mecanismos de tipo lamarkiano. La distinción que estableció entre las células germinales, aisladas de las influencias del entorno, y las células somáticas, apunta hacia lo que sería más tarde el marco general de la moderna teoría de la evolución.

A pesar del éxito inicial de la teoría de Darwin, y de los esfuerzos de biólogos como Weismann por defender la selección natural y por restar crédito al lamarkismo, en los años 90 se abre un período en el que el mecanismo “variación ciega más selección” pierde popularidad a favor de otros mecanismos de tipo lamarkianos o los que también podrían encuadrarse dentro de la denominada ortogénesis (evolución con una dirección determinada). Uno de los defensores del neolamarkismo de estos años, Herbert Spencer, fue el que acuñó la expresión de “supervivencia del más adaptado”, que muchas veces se ha traducido como la “supervivencia del más fuerte”, y que ha ayudado tan poco en la recta comprensión de la teoría propuesta por Darwin/Wallace.

Los motivos para que se produjera esa regresión de la propuesta darwiniana son variados. Ya hemos mencionado las serias dificultades que se derivaban de las consideraciones hechas por Kelvin. Los argumentos probabilísticos no parecían dar apoyo a la teoría inicialmente propuesta por Darwin. Fue creciendo un cierto escepticismo acerca de la posibilidad de que la selección natural, por sí sola, fuera capaz de explicar la aparición de la diversidad de las especies. Este escepticismo estaba alimentado por el desconocimiento de los mecanismos de la genética y, también, por la falta de datos experimentales cuantitativos que apoyaran las tesis del “Origen de las especies”.

Por otra parte, ya en la filosofía clásica se habían formulado argumentos que se basaban en la finalidad para defender la existencia de un ser superior del que depende el mundo. Hablar de un mecanismo que parecía robar la finalidad a la naturaleza suscitaba y sigue suscitando los más vivos debates.

Los recelos con respecto a la nueva teoría de la evolución se agudizaban cuando lo que se destacaba era la continuidad entre los animales y el hombre. Darwin defendía

explícitamente dicha continuidad en un libro publicado en 1871 que llevaba por título “The Descent of Man”. La gradualidad en las facultades superiores humanas (inteligencia y capacidad lingüística, por ejemplo) respecto a los animales sí chocaba abiertamente, por ejemplo, con la doctrina sostenida por todas las confesiones cristianas sobre el modo de ser peculiar del ser humano. Darwin propuso una explicación selectiva para ciertas cualidades morales que se encuentran en el hombre y también, a su manera, en los animales: cooperación grupal, defensa en común, transmisión de conocimientos de padres a hijos, por ejemplo. Pero las dificultades para apoyar la evolución desde los animales de facultades como la inteligencia o la capacidad lingüística humana obligó a Darwin a recurrir al uso-herencia propio del lamarkismo y a otras hipótesis que hoy son completamente insostenibles. A lo que no renunció en ningún momento Darwin fue a la continuidad entre los animales y el hombre, lo que supuso reducir las dimensiones culturales humanas a pura biología.

Tanto el neolamarkismo como la ortogénesis sirvieron en la última década del siglo XIX como alternativa, o al menos como complemento, a la teoría de Darwin y Wallace en el modo de explicar lo que, ya en esos años, era admitido por los científicos como un hecho cierto e incontrovertible: el hecho de la evolución o descendencia de todos los seres vivos de antecesores comunes, incluyendo las características orgánicas humanas. Lo que se cuestionaba en estos años, o incluso se negaba rotundamente, era la capacidad de la selección natural, por sí sola, para generar la diversidad de las especies y el grado de complejidad alcanzado por los seres vivos.

El debate se situaría en un nuevo marco con el desarrollo experimentado por la genética en los comienzos del siglo XX.

4. Los principios de la genética

En el recorrido que estamos haciendo de las ideas que conforman la moderna teoría de la evolución hemos examinado uno de los pilares que sirven de soporte a dicha teoría: las ideas expuestas en el “Origen de las especies” sobre las pequeñas variaciones y la selección natural. El otro importante pilar son las ideas publicadas en 1866 por el monje agustino nacido en Heinzendorf (entonces en territorio austriaco y actualmente perteneciente a la república Checa), Gregor Johann Mendel (1822-1884). Aunque en su trabajo exponía los principios fundamentales de la moderna genética, la importancia de su contenido no se reconoció hasta principios del siglo XX.

Mendel obtuvo los principios de la herencia experimentando con determinadas plantas de guisantes que mostraban una serie de caracteres bien determinados: tamaño y color de la flor, forma y color de la semilla, etc. Realizó cruces entre plantas con diferentes caracteres y cuantificó e interpretó los resultados obtenidos en el cruce de varias generaciones de plantas. Llegó a una serie de conclusiones que fueron conocidas más tarde como las leyes de Mendel y que mantienen hoy su vigencia.

Mendel distinguió entre carácter y factor. Los caracteres eran las propiedades visibles que manifestaban las plantas: color, forma, etc. La manifestación de los diversos “caracteres” dependía de un conjunto de “factores” independientes y discretos que estaban presentes en las plantas [[Curtis-Barnes 1996](#): 207 y ss.].

La primera ley de Mendel lleva por nombre “principio de segregación” y establece la hipótesis de que cada individuo lleva pares de factores para cada carácter, y que los factores de cada pareja se segregan o separan el uno del otro cuando se forman los gametos (las células germinales o reproductoras). De esta manera, en la descendencia, al unirse los gametos paterno y materno, un factor de la nueva pareja es heredado de la planta padre y el otro de la planta madre. Más tarde, estos factores fueron llamados genes, las unidades de la herencia, y las variedades que presentaban dichos factores o genes se llamaron alelos.

El resultado de los experimentos realizados por Mendel le llevó a concluir que uno de los dos factores del par es siempre “dominante” respecto del otro, que entonces se llama recesivo. Es decir, cuando en la planta estaban presentes el factor dominante y el recesivo, el carácter presentado por la planta era siempre el de la variante del factor o alelo dominante.

La segunda ley de Mendel se llama “principio de transmisión independiente”. Dicho principio establece que cuando se forman los gametos, los alelos de un gen se segregan independientemente de los alelos de otro gen. Por tanto, las combinaciones posibles de los distintos caracteres al cruzar diversas plantas debían ser también independientes. Es decir, el carácter color, por ejemplo, no estaba vinculado al carácter tamaño sino que en la reproducción se podían combinar independientemente tamaños y colores.

Estas leyes eran la interpretación de la distribución de caracteres que Mendel obtuvo al cruzar experimentalmente las distintas plantas de guisantes. Dicha interpretación conseguía cuantificar perfectamente los resultados de las proporciones de caracteres obtenidos en los experimentos.

Para algunos, el esquema propuesto por Mendel constituía un logro para la Biología incluso de mayor importancia que la misma propuesta de Darwin. Se puede decir que dicho esquema introducía a la Biología en el ámbito de la cuantificación, que constituye el ideal al que aspira toda ciencia que pretende apoyarse en la experimentación.

Como hemos indicado, el trabajo de Mendel paso desapercibido hasta que en el año 1900 fue redescubierto simultáneamente por tres botánicos. Los tres reconocieron la propuesta de Mendel como predecesora de sus propios trabajos. En el comienzo de siglo el zoólogo William Bateson (1861-1926) se erigió como el mayor defensor de las leyes de Mendel. Bateson protagonizó una nueva polémica que le enfrentó a evolucionistas darwinianos del momento como Karl Pearson y, en especial, al zoólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906).

Bateson pensaba que se ajustaba más al descubrimiento de Mendel que las variaciones que daban lugar a la evolución fueran discontinuas y no pequeñas variaciones como hipotizaba la teoría darwinista. De hecho no creía que la evolución tuviera lugar siguiendo el esquema presentado por Darwin. Por otro lado Pearson y Weldon pensaban que las leyes de Mendel sólo funcionaban en casos muy excepcionales. También rechazaron la distinción entre carácter y factor mendeliano y formularon un conjunto de leyes que omitían esta distinción y se basaban sólo en los caracteres externos presentados por los individuos. Weldon intentó la construcción de una teoría estadística de la evolución que se ajustara a las ideas de Darwin. El enfrentamiento entre Bateson y Weldon terminó con la muerte de Weldon en 1906, pero no acabó la disputa entre los

mendelianos y los llamados “biometristas”. Los primeros destacaban, en contra de la teoría de Darwin, la importancia de la discontinuidad en los cambios transmitidos por herencia. Los segundos eran fieles a la evolución de tipo darwinista que destacaba la gradualidad en los cambios de los caracteres. Mendel contribuyó, por tanto, a debilitar más aún la confianza en las tesis darwinistas en los primeros años del siglo XX.

5. La teoría sintética

El muro que separaba las posiciones de mendelianos y biometristas comenzó a desmoronarse a partir de 1918. En este año R. A. Fisher (1890-1962) pudo mostrar que las leyes formuladas por los últimos podían ser explicadas dentro del marco establecido por las leyes de Mendel. Esta contribución junto con el trabajo de otros autores como John Burdon Sanderson **Haldane** (1892-1964), permitió construir una teoría de la selección natural basada en el modelo mendeliano de la herencia. La teoría moderna de la evolución tuvo su inicio en los trabajos de estos años, que alcanzaron su madurez al principio de los años 30.

En la construcción del nuevo marco teórico fue muy importante la distinción acuñada por Wilhelm Johannsen (1857-1927) en 1909 entre la noción de genotipo y fenotipo. Este último está constituido por el conjunto de características detectables en un organismo (estructurales, fisiológicas o conductuales) que están determinadas por la expresión en el ser vivo del genotipo y por su interacción con el medio. Dicha distinción actualizaba la que había sido propuesta originalmente por Mendel entre carácter y factor. La noción de gen, también acuñada por Johannsen, era entonces postulada para conseguir una teoría consistente con la experiencia pero, aunque ya se sabía bastante sobre cómo participaban los genes en la herencia de los caracteres, en realidad no se sabía en ese momento qué era o en que consistía el material genético.

Un punto que es clave en la unión de las dos perspectivas competidoras de estos primeros años de siglo consistió en asumir que el desarrollo de cada ser vivo, desde el embrión hasta su edad adulta, es como una caja negra, es decir, se omitía cualquier consideración sobre cómo interaccionan los genes con el organismo y su entorno. Esto es sin duda una simplificación muy importante, pero hizo abordable dicha síntesis. En el nuevo esquema se asumía que la selección natural podía ser modelada en base a los cambios que se producían únicamente en el genoma. Dicho de otra manera, solamente las modificaciones en el genoma son las responsables del cambio evolutivo, y dichas modificaciones no están condicionadas en su producción ni por el fenotipo ni por el entorno, sino que son modificaciones al azar, de acuerdo con las ideas de Darwin y Wallace. La no influencia del fenotipo sobre el genotipo está relacionada y puede considerarse equivalente a lo que más tarde se llamó el dogma central de la biología.

En los años 20, Haldane, Fisher y Wright ejercieron gran influencia en el desarrollo de la Teoría de la Evolución. Haldane publicó varios artículos en los que hacía un tratamiento de la selección natural desde la genética: analizaba una gran variedad de modelos genéticos y, también, distintas formas en las que podía darse la selección natural: débil o intensa, constante, cíclica, etc. Una de las conclusiones a las que llegó fue que el proceso de selección natural actuando sobre variaciones ciegas era más rápido de lo que se pensaba. El temor de que no hubiera tiempo suficiente para que la selección natural diera lugar a modificaciones evolutivas importantes no parecía estar

justificado a la luz de estos trabajos. Las teorías que competían con la selección natural en los primeros años del siglo —las que defendían la ortogénesis y las de tipo neolamarquista— recibían con estos trabajos un duro golpe. Estos tres autores son considerados hoy como los padres de la genética de poblaciones, que sigue siendo el fundamento para la actual teoría de la evolución.

Haldane se centró en el estudio de las consecuencias que para la evolución tienen los diversos modelos genéticos. Fisher y Wright trataron de ofrecer teorías de carácter general que explicaran la historia de la vida sobre la Tierra. Ambos mantuvieron algunas diferencias en relación con el papel de la selección natural en la evolución. Fisher era partidario de que la mejor explicación de la evolución la proporciona la selección natural actuando sobre pequeñas variaciones que se producen en grandes poblaciones en las que sus individuos se aparean de manera aleatoria. En cambio, Wright pensaba que en la explicación de los cambios eran más importantes las pequeñas poblaciones aisladas en las que se podían producir importantes fluctuaciones debidas, precisamente, al pequeño número de los individuos que las componen. Esta hipótesis después ha sido conocida como la “deriva genética”. El debate entre estas dos posiciones ha sido relevante en el desarrollo de la moderna teoría de la evolución.

La integración de los trabajos anteriores con el resto de la biología fue tarea de Theodosius Grygorovych Dobzhansky (1900-1975), que consiguió unificar los resultados empíricos de poblaciones naturales con los modelos teóricos de Haldane, Fisher y Wright. Su libro más importante fue publicado en 1937 y llevó por título “Genética y el Origen de las Especies”. Uno de los temas que centró su interés fue el de la especiación: la aparición de nuevas especies a partir de otras ya existentes. Este es el problema que aparecía en el título del famoso libro de Darwin y que, en realidad, él no llegó a aclarar. Dobzhansky destacó la importancia del aislamiento geográfico como una de las causas más importantes para la aparición de una nueva especie. Este tipo de especiación fue llamada especiación alopátrida. Su estudio y, en general, el estudio de la especiación, ha sido desarrollado posteriormente, entre otros, por Ernst Mayr (1904-2005). Hoy en día no se considera este tipo de especiación más importante que la especiación simpátrida, en la que la formación de especies no requiere el aislamiento geográfico. Julian Huxley (1887-1975) popularizó en 1942 el nuevo marco teórico alcanzado por los autores citados en un libro que tuvo una gran difusión y en cuyo título llamaba a la nueva teoría de la evolución la “síntesis moderna” [[Huxley 1946](#)]. Desde entonces dicha teoría ha sido conocida como la “teoría sintética de la evolución”.

6. Biología molecular y genética

Otro hito importante en la configuración de la teoría de la evolución tuvo lugar con el diseño de Watson y Crick en 1953 del modelo en doble hélice de la molécula de **ADN**. Desde los años 40 se sabía que en las moléculas de ADN (Acido desoxirribonucleico) estaba contenida la información genética. En 1953 se determinó la estructura de dicha información. Se descubrió que las moléculas de ADN codifican la información genética a lo largo de secuencias lineales de 4 bases nitrogenadas o nucleótidos llamados Adenina, Citosina, Guanina y Timina. Estas bases constituyen las cuatro letras de un alfabeto con el que se escribe en el genoma la información que es expresada en el desarrollo del ser vivo.

La distinción entre genotipo y fenotipo quedaba sólidamente establecida de esta manera. El nivel más básico del fenotipo serían las proteínas: macromoléculas compuestas por aminoácidos que constituyen la parte estructural fundamental de los diversos organismos vivos. Se conoce la correspondencia entre las distintas secuencias de bases del ADN con cada uno de los 20 tipos de aminoácidos distintos existentes. Concretamente cada uno de los aminoácidos es codificado por tres de las letras básicas del código genético. Cada grupo de tres letras que codifica un aminoácido se denomina “codón”. No todo el ADN es codificante. Además hay aminoácidos que están asociados con codones distintos. Por esto se dice que el código genético es degenerado. A su vez, los 20 aminoácidos dan lugar por composición a una gran variedad de proteínas que desempeñan multitud de funciones en el organismo a muy distintos niveles y formando parte de una gran diversidad de sistemas orgánicos.

Exponemos a continuación de una forma breve algunas de las nociones más importantes que quedaron establecidas por la genética que se desarrolló a partir de los años 50 y que son determinantes en el modo en que se entiende hoy en día la Evolución [[Ayala 2006a](#): 223 y ss.].

El **ADN** es, como hemos indicado, la molécula donde se encuentra codificada la información genética. Se trata de una molécula larga en forma de hélice y que puede representarse como dos largos filamentos moleculares enrollados y unidos por las bases o nucleótidos. Hay cuatro tipos de bases y cada filamento está unido al otro por las bases complementarias del otro.

Las moléculas de ADN se encuentran empaquetadas asociadas a proteínas en unos cuerpos densos que se llaman **cromosomas**. Cada especie tiene un número determinado de cromosomas. La especie humana tiene concretamente 46. En este caso, que es de reproducción sexual, 23 cromosomas corresponden al padre y los otros 23 a la madre. Tenemos 23 parejas de cromosomas homólogos.

El **gen** es la unidad discreta de herencia que fue identificada por primera vez por Mendel. En el paradigma actual cada gen se corresponde con una característica morfológica del organismo, por ejemplo, el color de alguna parte del cuerpo como el pelo o los ojos. El gen es un segmento del cromosoma que está en un lugar concreto que se llama **locus**. Cada cromosoma puede tener muchos miles de loci génicos. Los loci están en ambos cromosomas homólogos. Cada gen en un locus concreto puede presentar formas variantes que se llaman **alelos**. Eso significa que genes alelos varían en una o varias partes de su secuencia de nucleótidos. Los genes se presentan por tanto en parejas uno en un cromosoma materno y el otro en el correspondiente paterno o cromosoma homólogo. Los dos genes homólogos ocupan un locus en cada uno de los cromosomas homólogos. La existencia de alelos es el prerequisite para que pueda haber evolución. Se ha comprobado que existe una gran diversidad genética, es decir, una gran diversidad de alelos dentro de las diferentes poblaciones. La selección artificial es una muestra de que existe una amplia variabilidad genética en las poblaciones naturales.

Una noción clave en la teoría de la evolución es la de **especie**. En la “síntesis moderna” la noción de especie biológica fue caracterizada por Dobzhansky y por Mayr, para los organismos de reproducción sexual, como «grupos de poblaciones naturales interfértiles que están aislados reproductivamente de otros grupos» [[Ayala 2006b](#): 258]. Esta noción es la que cuenta con mayor aceptación en la actualidad a pesar de sus evidentes

limitaciones como, por ejemplo, el hecho de que sea válida sólo para grupos que se reproducen sexualmente o, también, que su aplicación no sea posible para especies que ya están extinguidas. La noción es importante, entre otras razones, porque definida de esta manera, cada especie constituye una unidad evolutiva discreta e independiente (no hay intercambios de genes entre especies diferentes). Se ha escrito mucho sobre los mecanismos que llevan a la formación de una especie. En todo lo escrito se destaca la importancia que tienen los mecanismos de aislamiento reproductor de los que hay identificados varios tipos.

Los descubrimientos de los años 50 en genética y bioquímica han dado lugar a innumerables estudios e investigaciones realizadas desde el nuevo marco teórico y se han cosechado ya resultados prácticos concretos. Estos estudios han dado como fruto, por ejemplo, la culminación del Proyecto Genoma Humano en el año 2003. Durante los 13 años que duró el proyecto se consiguieron identificar los aproximadamente 20.000-25.000 genes que posee nuestro ADN y se determinó la secuencia de los tres mil millones de bases que componen el ADN. Además, la teoría de la evolución se ha podido refinar notablemente. Actualmente, por ejemplo, se pueden abordar taxonomías de los seres vivos basadas en el patrimonio genético de cada especie y no en aspectos morfológicos externos que resultan más arbitrarios. Ahora se sabe, entre otras cosas, lo que no se conocía cuando se formuló por primera vez la teoría sintética: en qué consiste el material genético. Se van comprendiendo poco a poco, es una tarea para años que está apenas comenzada, el significado mismo de la información genética, lo cual tiene que ver con su expresión en el organismo vivo. Todos estos conocimientos han abierto muchas expectativas, por ejemplo, dentro de la medicina y, también, en la biología teórica en general. Pero, por otra parte, también se ha puesto de manifiesto la extraordinaria complejidad que se esconde en los seres vivos. En cuanto al proceso de la evolución, los avances señalados han resuelto antiguos interrogantes, pero también han abierto otros nuevos que se erigen como desafíos para la ciencia que son aún más arduos que los antiguos.

Se puede decir en definitiva que existe un marco común aceptado por la mayoría de los científicos en el que están incluidos, entre otros, los ingredientes que hemos ido describiendo anteriormente. El núcleo esencial sobre el que existe común acuerdo entre toda la comunidad científica se podría resumir diciendo que «la evolución se produce mediante la actuación de mecanismos como la selección natural sobre, primariamente, pequeñas variaciones ciegas que ocurren en el nivel genético» [Sarkar 2007: 69]. Pero dentro de ese marco hay cuestiones que siguen siendo objeto de vivos debates. Se mantienen también cuestiones ya planteadas en los inicios de la formulación de las teorías evolucionistas pero ahora vistas desde la nueva perspectiva y, por tanto, desde una mejor comprensión de su complejidad.

También hemos visto que, desde su inicio, la teoría de la evolución que nació y se ha desarrollado a partir de las ideas de Darwin no ha tenido una aceptación pacífica. Se han mencionado ya algunas de las controversias suscitadas en los años finales del siglo XIX y sus raíces. Fuera del ámbito científico las controversias no han sido menores. Uno de los movimientos que más resistencia ha ofrecido a las ideas de Darwin ha sido el Creacionismo. Los enfrentamientos con la teoría de la evolución, que llegan hasta nuestros días, dan la posibilidad de trazar una historia de la que incluso un simple esbozo queda fuera del alcance de esta voz [véase la voz [Diseño inteligente](#)].

A continuación se indican brevemente algunas de las cuestiones científicas más importantes que han sido objeto de controversia en los últimos años en relación con la teoría de la evolución. Se recogen aquí porque entenderlas permite también comprender mejor la teoría de la evolución y su alcance. Por otra parte el debate filosófico, al que se dedica la última parte de esta voz, no es ajeno al debate científico.

7. Algunas cuestiones científicas debatidas en torno a la teoría de la evolución

7.1. Seleccionismo frente a neutralismo

En los años 60 se comenzó a utilizar una nueva técnica, la electroforesis en gel, con la que se pudo comprobar con bastante precisión el grado de variación genética de las poblaciones. Los estudios realizados con esta técnica, y otras también sencillas de realizar en el laboratorio, llevaron a determinar que la proporción de loci heterocigóticos, es decir, aquellos que presentan alelos distintos en los cromosomas homólogos, oscila entre el 5 y el 20 por ciento. Teniendo en cuenta que la técnica empleada detecta las variaciones en las proteínas y que la codificación de las mismas por el ADN es degenerada, era razonable pensar que el grado de variación genética era aún mayor que esos porcentajes [[Ayala 2006c](#): 280].

El grado de variación que resultaba de dichos experimentos era muy superior al que se esperaba. Una explicación de este fenómeno fue propuesta por el genetista japonés Motoo Kimura en 1968. Para este científico, y los que como él defienden la llamada “teoría neutralista”, la mayoría de las diferencias genéticas ni favorecen ni dificultan la supervivencia de los organismos lo cual les lleva a concluir que el hecho de que sobrevivan o sean eliminados de una población es simplemente un problema de azar. Los neutralistas dicen que si la mayoría de las diferencias genéticas estuvieran sometidas a selección natural, la variación sería mucho más reducida y, por tanto, la selección natural no tendría la incidencia en la evolución que sugiere la teoría sintética.

Otro de los fenómenos esgrimidos por los neutralistas para defender su propuesta es la constancia del ritmo de cambio genético experimentado a lo largo de las generaciones. Se han realizado diferentes estudios que relacionan la historia evolutiva común a varias especies y el número de las diferencias en las respectivas secuencias de ADN. Los resultados sugieren que los genes pueden considerarse como relojes moleculares ya que el ritmo de cambio experimentado es relativamente constante durante largos períodos de tiempo y, además, esos valores son semejantes en diferentes especies. Si la selección natural actuase como propone la teoría sintética, dicen los neutralistas, los ritmos en los cambios serían más variables como consecuencia de las diferentes presiones selectivas que se suceden en el tiempo y en las distintas especies.

Esta propuesta ha sido quizá la que ha suscitado en el mundo de la biología más ásperos debates desde que se formuló la teoría sintética hasta nuestros días. De hecho, en 1969 los neutralistas King y Jukes anunciaron, de una manera algo provocativa, el nacimiento

de un modelo de evolución en el que la deriva según alelos neutrales había reemplazado a la selección como fuerza evolutiva.

En realidad los debates en torno al neutralismo-seleccionismo no han cesado todavía. Autores como Ayala o Sarkar piensan que, actualmente, en dicho debate no se trata de determinar el éxito de una de las propuestas y la exclusión de la otra. Se trataría más bien de determinar en qué medida actúa la selección y en qué medida es válido y ayuda a entender la evolución el neutralismo. De hecho, el mismo Kimura aceptó que la selección natural es la fuerza evolutiva determinante a escala morfológica y que el neutralismo en el nivel molecular presenta problemas cuando se tratan de explicar las diferencias adaptativas que se ponen de manifiesto en niveles superiores de organización. Ayala afirma, además, que la teoría sintética no obliga a que el ritmo de evolución sea tan irregular como suponen los neutralistas. Los enormes intervalos de tiempo a lo largo de los cuales se produce la evolución molecular hacen que las fluctuaciones se compensen entre sí dando la impresión de que ocurren a un ritmo constante. Se han formulado incluso modelos matemáticos en los que se hace compatible el reloj molecular con la evolución regida por selección natural.

También se ha propuesto la llamada teoría “casi neutral” en la que se trata de mantener la consistencia de las tesis neutralistas con muchos datos que indican la actuación de la selección natural. La mayoría de los biólogos todavía creen en la importancia de la selección natural como uno de los motores de la evolución, pero este debate sigue vivo y muchos confían en que los datos que se están obteniendo de los proyectos de secuenciación de diferentes genomas ayudará a determinar el peso que las aportaciones de ambas propuestas tiene en el marco general de la teoría de la evolución [[Sarkar 2007: 65-67](#)].

7.2. Puntuacionismo frente a gradualismo

Una de las distinciones clásicas que subyace en algunos de los debates en torno a la evolución ha sido la de microevolución frente a macroevolución. La genética actual ha introducido una equivocidad en estos términos que conviene tener presente. Se puede entender la microevolución como la evolución que ocurre como consecuencia de pequeñas variaciones observables dentro de la misma especie. La macroevolución sería, en cambio, la que lleva consigo grandes cambios como la diversificación de especies en largos periodos de tiempo. El nuevo marco teórico lleva a entender estas nociones con un sentido distinto, aunque relacionado. La microevolución es ahora la que podemos constatar a nivel bioquímico: una modificación en un par de bases de un gen, una mutación, sería el hecho más elemental de la microevolución. Este tipo de modificaciones a nivel genético, con su repercusión a nivel del fenotipo, nadie las pone en duda: se pueden provocar, observar y experimentar directamente con ellas.

Como consecuencia de la influencia de las tesis gradualistas defendidas por el darwinismo, se suele defender que la diferencia entre la microevolución y la macroevolución es sólo una cuestión de tiempo: la macroevolución no sería otra cosa que la acumulación de cambios microevolutivos. Este supuesto ha sido objeto de matices y discusiones incluso entre los mismos darwinistas. No se pone en duda que en

la base de los cambios macroevolutivos están los microevolutivos. Lo que se discute es la reductibilidad de unos a los otros, es decir, que la explicación de las leyes y mecanismos de la microevolución lleve a una explicación completa de los propios de la macroevolución. Dicho de otra manera, se pone en duda o se niega que las leyes de la macroevolución que podemos llegar a establecer sean derivables de las establecidas para la microevolución. Ayala, por ejemplo, afirma lo siguiente: «la macroevolución es un campo autónomo del estudio evolutivo y, en este importante sentido epistemológico, la macroevolución está desacoplada de la microevolución» [[Ayala 2006b](#): 268].

Estrechamente relacionado con la diferencia entre micro y macroevolución discurre uno de los debates más importantes surgidos en el seno de la comunidad científica y que, inicialmente, parecía romper con los mismos fundamentos del marco teórico de la síntesis moderna. Se trata del enfrentamiento entre el gradualismo propio de la teoría sintética con lo que se ha llamado puntuacionismo o saltacionismo. Este nombre deriva del recibido por la teoría propuesta por Niels Eldredge (1943-) y Stephen Jay Gould (1941-2002) en 1972 a la que este último denominó “Equilibrio puntuado”.

El problema que está detrás del origen de esta propuesta es el contraste entre el gradualismo que parece derivarse de la teoría sintética y los saltos existentes en el registro fósil existente, que distan mucho de ser una continuidad gradual. Hasta que el equilibrio puntuado vio la luz, la manera más común, aunque no la única, de justificar la existencia de esos agujeros del registro fósil era la más fácil y directa: no han quedado fosilizados todos los vivientes que han existido, o bien, todavía no hemos descubierto muchos de los fósiles que nos permitirán ir llenando los huecos existentes. Mayr, en cambio, se adelantó en cierta manera al saltacionismo en 1954 defendiendo que la existencia de los huecos en el registro fósil era consecuencia de que «las poblaciones fundadoras en proceso de especiación están muy restringidas en el espacio y en el tiempo y, por lo tanto, es muy improbable que lleguen a aparecer nunca en el registro fósil» [[Mayr 2005](#): 212]. El hecho es que la acumulación de nuevos fósiles no parecía respaldar la solución fácil, y que había motivos para dudar de la compatibilidad de la ortodoxia gradualista con los datos aportados por la paleontología.

Gould y Eldredge sostuvieron en sus trabajos que el registro fósil mostraba positivamente que en la evolución había cortos periodos en los que los cambios evolutivos se producían muy rápidamente, y que estos eran seguidos por otros largos periodos de estasis en los que las distintas formas permanecían estables. Dicho de otra manera, la evolución parecía dar saltos de unas especies a otras sin que hubiera especies intermedias. No es que no tuviéramos los fósiles de los eslabones intermedios – eslabones perdidos- sino que, sencillamente, dichos eslabones no habían existido.

Inicialmente el equilibrio puntuado pareció a algunos una teoría alternativa a la síntesis moderna, recibió muchas críticas y suscitó un debate muy vivo. Pronto se vio que el esquema puntuacionista o saltacionista no era una dificultad real para seguir sosteniendo los principios de la síntesis darwinista moderna. Los mismos autores de la teoría explicaron que el problema radica en que se está jugando con dos escalas de tiempo diversas. Por una parte hemos de considerar el tiempo en el que se produce la evolución siguiendo un modelo de cambios pequeños y graduales y, por otra parte, el tiempo que es relevante para el registro fósil denominado tiempo geológico, cuya escala es mucho mayor que la del primero. Con palabras de Gould: « Lo que intenta explicar la teoría del equilibrio puntuado es el papel macroevolutivo de las especies y la especiación tal como

se expresa en el tiempo geológico. Sus enunciados sobre rapidez y estabilidad describen la historia de las especies individuales, y sus afirmaciones sobre ritmos y estilos de cambio tratan del trazado de estas historias individuales en el dominio no familiar del tiempo geológico, donde la duración de una vida humana está por debajo de cualquier posible apreciación, y la historia entera de la civilización humana es a la duración de la filogenia primate como un parpadeo a una vida humana» [Gould 2004: 797].

Muchos biólogos han señalado que los patrones macroevolutivos de estasis y saltos podrían ser producidos por modelos basados en la microevolución. También parece haberse mostrado en las últimas décadas que se pueden producir rápidos cambios morfológicos en poblaciones naturales. Parece pues confirmarse que aunque el saltacionismo fuera el patrón predominante del cambio macroevolutivo, los procesos implicados permanecen dentro del marco de la síntesis moderna.

El mismo Gould ha defendido la compatibilidad de su propuesta con las tesis de la teoría sintética actual: «El equilibrio puntuado tampoco intenta redefinir o criticar los mecanismos microevolutivos convencionales en absoluto (porque surge como la expresión anticipada, tras cambio de escala, de las teorías microevolutivas sobre la especiación en el dominio radicalmente distinto del tiempo geológico)» [Gould 2004: 812]. No obstante Gould defiende que su propuesta es original, y dicha originalidad radica en el cambio de perspectiva con la que se observa la evolución. Para Gould, en la escala de tiempo geológico, el sujeto de la selección evolutiva no sería ya el individuo de una población sino que sería la misma especie. Así lo expresa Gould: «Pero el meollo de la novedad potencial del equilibrio puntuado para la teoría biológica es que estos mecanismos microevolutivos clásicos no tienen la exclusiva de la explicación evolucionista, y que su dominio de acción debe restringirse (o al menos compartirse) al nivel de la pauta macroevolutiva a escala geológica, porque el equilibrio puntuado ratifica una mecánica macroevolutiva efectiva basada en el reconocimiento de las especies como individuos darwinianos. En otras palabras, la principal contribución del equilibrio puntuado a la teoría macroevolutiva no es la revisión de la mecánica microevolutiva, sino la individuación de las especies (lo que establece la base para un dominio teórico macroevolutivo independiente) [Gould 2004: 812].

Por tanto, según este autor, se podría ver el saltacionismo como una ampliación de la teoría sintética en la que se reafirman sus principios pero en un dominio teórico diferente. Estas afirmaciones señalan, como también hemos visto que hace Ayala, un cierto nivel de independencia entre la macro y la microevolución, pero siempre dentro del marco común de la teoría sintética.

Esta discusión sirve para aludir a un debate que tiene también resonancias en los estudios filosóficos sobre la evolución: la determinación de cual es la unidad de selección. Se han propuesto como unidades selectivas el gen, el individuo y otros grupos poblacionales como son la especie. Los genetistas, y más en concreto los neutralistas, son más proclives a considerar al gen como unidad o blanco de la selección. Mayr considera que «dado que ningún gen está directamente expuesto a la selección, sino sólo en el contexto del genotipo completo, y dado que un gen puede tener diferentes valores selectivos en diferentes genotipos, no parece nada adecuado considerarlo el blanco de la selección» [Mayr 2005: 218]. Este autor piensa que es el individuo el blanco principal de la selección, aunque también admite la posibilidad de que exista la llamada selección de grupo como, por ejemplo, la selección de especies.

7.3. Noción de especie

Ya se ha mencionado que una noción clave, como se desprende de todo lo visto hasta ahora, es la noción de especie. En cualquier trabajo sobre la teoría de la evolución, como éste por ejemplo, es una de las palabras más empleadas. La noción ha sido objeto de importantes debates desde el inicio de la teoría de la evolución. El debate sobre esta noción tiene además especiales connotaciones filosóficas y por esto es también importante tratarlo aquí aunque sea de una manera muy breve.

El problema debatido se podría expresar de una manera sencilla como una alternativa: ¿tienen las especies una existencia real o son por el contrario un producto de nuestra mente que simplemente nos facilita la organización de nuestros conocimientos sobre la naturaleza? El gradualismo darwinista difumina sus contornos se opone a una noción de especie concebida como algo perfectamente determinado morfológica y temporalmente. Si una especie deriva de otra por evolución gradual ¿dónde poner el límite entre las dos especies? O bien, ¿qué diferencias tiene que haber entre dos individuos para ser considerados como pertenecientes a distintas especies? Darwin, por ejemplo, afirmó: «considero el término especie como dado arbitrariamente, por razón de conveniencia, a un grupo de individuos muy semejantes y que no difiere esencialmente del término *variedad*, que se da a formas menos precisas y más fluctuantes» [Darwin 2002: 104]. Para Haldane el concepto de especie era una concesión a nuestros hábitos lingüísticos y mecanismos neurológicos [Sarkar 2007: 70].

Las dificultades para dar una definición de especie que no presente algún problema o limitación parecen respaldar estas opiniones y restar realidad, o más bien realismo, a la noción de especie. No obstante, a pesar de sus limitaciones, sí se ha concedido mucha importancia a la ya definida anteriormente noción de especie biológica. En realidad dicha noción es útil dentro del esquema conceptual que sirve para explicar la misma evolución y, como hemos visto, en algunos autores como Gould, incluso se convierte en blanco de la selección darwiniana, es decir, en sujeto darwinista. Esta noción de especie biológica es clara y define con nitidez lo que es una especie, pero no evita por completo el problema general de la falta de delimitación entre especies cuando se acepta la gradualidad en la evolución.

Actualmente este debate sigue abierto. La definición de especie biológica es vista por algunos como insuficiente. Por ejemplo, el ámbito de la microbiología ofrece una diversidad mayor que el que estamos acostumbrados a contemplar ordinariamente y que ha sido el objeto de las propuestas taxonómicas más usuales. En dicho ámbito la definición de especie biológica es inútil puesto que el tipo de reproducción mayoritaria no es sexual. A pesar de las dificultades se siguen buscando criterios taxonómicos que sean útiles para hacer clasificaciones y reduzcan todo lo posible las insuficiencias de los ya existentes. Lo que parece claro para todos los biólogos es la necesidad de contar con un criterio para diferenciar especies, aunque no siempre se pongan de acuerdo para establecer el más adecuado. Por encima de los desacuerdos, en lo que sí parece haber coincidencia es en que la realidad de la especie está relacionada con la existencia de unidades poblacionales agrupadas en nichos ecológicos en las que la selección natural evita que haya confusión entre ellas. Se admite también que puede que no haya una caracterización única y óptima para la especie, sino que habría que emplear una u otra

según el nivel o la rama en el árbol de la naturaleza que se esté estudiando [[Zimmer 2008](#): 72-73].

En realidad, las mayores dificultades en este punto surgen, sobre todo, para los que defienden propuestas de tipo creacionista o de tipo fijista. En realidad, dicha fijación pertenece sólo a nuestro modo de pensar los seres naturales, es decir, pertenece a la objetivación que nosotros hacemos de ellos. No es fácil pensar objetivamente el movimiento propio de la vida. Un movimiento que, como ocurre en el caso de la evolución, implica periodos de tiempo que escapan completamente a las magnitudes que captan nuestro conocimiento ordinario.

7.4. Importancia de la selección natural en la evolución

El grado de intervención de la selección natural en el proceso evolutivo ha sido también un constante objeto de debate desde la formulación de la teoría de Darwin. La controversia sigue abierta en el ámbito puramente científico. Hay que tener en cuenta que a este mecanismo se le ha dado siempre un papel central dentro de la ortodoxia de la teoría sintética. En él se apoya gran parte de la originalidad de la propuesta de Darwin.

No obstante, actualmente se aducen razones para atenuar su importancia en la evolución, como las que presentan los ya mencionados neutralistas. También siguen ofreciéndose importantes razones para destacar su importancia. Un argumento empleado con frecuencia en su defensa consiste en la constatación, sobre todo en el ámbito de la macroevolución, de la existencia de la “evolución convergente”: hay seres vivos muy alejados desde el punto de vista filético, o que han evolucionado de una manera aislada, pero que han desarrollado organismos similares y han alcanzado soluciones funcionales extraordinariamente parecidas.

El problema de la importancia de la selección natural es paralelo al problema del grado de contingencia de la evolución. La dificultad que se plantea es el siguiente: si la historia evolutiva comenzara de nuevo ¿tendríamos un panorama en la naturaleza semejante al que nos encontramos en la actualidad? Si se admite que lo que genera variedad son las mutaciones, y que estas son ciegas, la respuesta a la pregunta tiene que ver con lo fuerte o débil que sea el papel de la selección natural en la evolución. La respuesta a la pregunta ha enfrentado a diversos científicos. Gould, por ejemplo, ha hecho de la contingencia uno de los puntos centrales de sus tesis. Simon Conway Morris, por el contrario, ha enfatizado de una manera especial la convergencia. En general parece que entre los biólogos hay acuerdo en que existe tanto una como la otra, y dan cabida a la contingencia y a la convergencia dentro de la moderna teoría sintética. Algunos científicos incluso han formulado la acción de la selección natural en forma de teorema, precisando cuales son las premisas necesarias que deben cumplirse para que la selección natural actúe o no [[Meléndez-Hevia 2001](#): 18]. Estas formulaciones tratan de explicar el por qué de los contrastes señalados dentro del marco de la teoría sintética y ofrecer una perspectiva lo más ajustada posible de la importancia de la acción de la selección natural en la evolución.

7.5. Más sabemos, más debates

No son las anteriores, ni mucho menos, las únicas cuestiones debatidas. En cualquier caso, ninguno de los autores importantes del siglo XX que han contribuido en el asentamiento de la teoría sintética piensa que este gran número de controversias ponga en peligro por el momento la validez de la teoría sintética moderna. Mayr dice a este respecto: «para muchos problemas evolutivos existen múltiples soluciones posibles. Aunque todas ellas son compatibles con el paradigma darwiniano. La lección que nos enseña este pluralismo es que, en biología evolutiva, las generalizaciones casi nunca son correctas. Incluso cuando algo ocurre “por lo general”, esto no quiere decir que tenga que ocurrir siempre» [[Mayr 2005](#): 223].

La realidad es que hay muchas cuestiones en debate. El pluralismo al que se refiere Mayr puede parecer excesivo para algunos que se plantean la necesidad de alcanzar una mayor unidad y simplicidad, quizá con la formulación de una nueva síntesis. Esta nueva síntesis “postmoderna”, como es calificada con cierta aprensión en un artículo de *Nature* [[Whitfield 2008](#)], debería poder explicar lo que ocurre en ámbitos de la biología que todavía no se han conseguido integrar satisfactoriamente con la teoría sintética. Uno de estos ámbitos es, por ejemplo, la biología del desarrollo, sobre la que la genética está aportando en nuestros días gran cantidad de información. La disciplina emergente llamada “evo-devo” (evolución y desarrollo) trata precisamente de unir estos dos ámbitos de la biología, pero se encuentra todavía lejos de la madurez. En este ámbito de la biología hay muchos misterios que desvelar, y los datos que se van acumulando llevan a plantearse, por ejemplo, la necesidad de asumir una relación más rica que la aceptada por la teoría sintética entre genotipo y fenotipo. Dicha relación no debería ser, por ejemplo, tan unidireccional como establece el mencionado dogma central de la biología. O, al menos, debería admitir una influencia del ambiente que no se redujera exclusivamente a una función selectiva.

Todo lo dicho hasta el momento puede llevar a pensar que el marco conceptual de la moderna teoría sintética explica mucho, pero que todavía es insuficiente para dar verdadera unidad a todos los fenómenos de los que somos testigos en el mundo biológico. En cualquier caso, lo que si ponen claramente de manifiesto estos debates es que la vida, en su aparente simplicidad y sencillez, presenta una gran complejidad cuando se la analiza desde el punto de vista científico. La biología no es física y no parece que se deje atrapar por las redes de un método perfectamente unificado, definido y terminado. En realidad la física, aunque sea más dócil a las matemáticas, tampoco parece que lo permita. En cualquier caso, la gran cantidad de conocimiento científico que tenemos sobre la biología, y en particular sobre la evolución, hace posible y a la vez invita enérgicamente a hacer una reflexión de carácter filosófico.

8. Reflexión filosófica y teoría de la evolución

La filosofía es una disciplina que busca alcanzar una perspectiva global frente a la realidad. No hay nada que pueda escapar a la mirada de la filosofía en su intento de

encontrar la síntesis o conexión con la globalidad de lo real, es decir, cómo cada porción de lo real encaja en el amplio paisaje de la realidad [[Polo 1995](#): 21].

Por este motivo, la filosofía trasciende siempre el ámbito de la parcela sobre la cual detiene su atención. Su vocación es enfrentarse con las preguntas más radicales. La filosofía es una disciplina que busca los principios o causas primeras de la realidad. Esta es la manera más exigente de adoptar una perspectiva global. Decir que la filosofía trata de alcanzar los principios de la realidad de la que se ocupa equivale a decir que lo que se espera de la filosofía es que ofrezca respuestas últimas sobre los problemas que se plantea, que no es lo mismo que decir que se espera de ella respuestas definitivas.

Lo anterior no significa que la filosofía sea una especie de disciplina independiente o al margen de lo que el conocimiento ordinario o científico ofrecen a nuestro entendimiento. No existe una filosofía pura e incontaminada con cuestiones que son consideradas de menor importancia o superficiales. Toda filosofía auténtica debe estar bien enraizada en lo que se sabe, sea cual sea el método o la vía por la que se nos ha hecho presente dicho saber.

Por tanto, la peculiaridad y también dificultad del conocimiento filosófico consiste en su aspiración a conseguir una perspectiva global. Dicha aspiración hace que la filosofía no siempre se pueda discernir con facilidad de doctrinas a las que podríamos llamar pseudofilosofías. También se podría hablar de la existencia de pseudociencias. Dichas pseudo-doctrinas tienen como verdadero punto de apoyo y se alimentan en gran parte de ideologías a las que sirven de portavoz. Es normal que la pseudofilosofía y la pseudociencia aprovechen las limitaciones propias del conocimiento científico para tratar de llenar sus huecos con consideraciones que, con frecuencia, encierran una componente ideológica. La biología, con su complejidad, sus temas y su grado actual de desarrollo, es un campo abonado para este tipo de pseudodoctrinas.

Por otra parte, no hace falta justificar la necesidad de hacer una filosofía de la biología. Es suficiente constatar que dicha filosofía es inevitable, como lo prueban las numerosas publicaciones y los trabajos realizados en esta disciplina.

Aquí no se va a tratar el problema fundamental de la filosofía de la biología, que es la vida. Solamente se abordarán, y de manera muy breve, algunas de las cuestiones filosóficas que ha suscitado la teoría de la evolución. Algunas de ellas comparecen de manera implícita, o a veces explícitamente, sustentando los debates a los que se ha hecho referencia anteriormente.

8.1. Teoría de la evolución y evolucionismo

Es importante distinguir entre Teoría de la evolución, que aquí hemos presentado como una teoría de carácter estrictamente científico, y el Evolucionismo.

Toda ciencia se encuentra asociada a un método que puede ser más o menos explícito o definido. El método no consiste simplemente en un conjunto de reglas operativas sino que incluye elementos de muy distinto tipo y alcanza una gran complejidad en la ciencia

real. En todos los casos, el uso de un método siempre comporta una reducción en el ámbito abarcado de la realidad estudiada. Esta reducción es especialmente necesaria si se quiere alcanzar uno de los objetivos que persigue la ciencia empírica y que consiste en controlar, de alguna manera, la realidad: ciencia empírica es «aquella actividad humana en la que se busca un conocimiento de la naturaleza que permita obtener un dominio controlado de la misma» [[Artigas 1999](#): 15].

La reducción metódica que determina el modo en que contemplamos con esa ciencia la realidad, lo que observamos y lo que dejamos fuera de nuestra consideración, es completamente necesaria para alcanzar los objetivos de la actividad científica. Los problemas surgen cuando se olvida que emplear un método implica reducción o, simplemente, se afirma de una manera positiva que sólo es real aquello que se hace presente a través de un método particular, por muy complejo que sea. Esa afirmación, en realidad, lo que hace es otorgar un carácter global, que es propio de la filosofía, a una ciencia particular. El problema radica en que este modo de proceder deja fuera de la realidad, de una manera arbitraria, aspectos que son reales pero no capturables por dicho método. Como esos aspectos omitidos o negados pertenecen a la realidad, antes o después reclamarán su presencia en nuestro conocimiento y, entonces, se ofrecerán para ellos explicaciones inadecuadas por que no se ajustan al método con el que se explican. También se creará una situación propicia para que se ofrezcan respuestas ideológicas a los problemas que surgen como consecuencia del mencionado desajuste. La disciplina que trata de abarcar la totalidad desde su método particular se desliza por la pendiente del reduccionismo y, entonces, con propiedad se le puede añadir al nombre de dicha disciplina el sufijo “ismo”.

Evolucionismo significaría, en este contexto, una cosmovisión en la cual el mundo natural se contempla y explica en su totalidad a través del método desarrollado por la teoría de la evolución. Esta pretensión, que puede constatarse en algunos autores actuales, no es en absoluto legítima [[Artigas-Giberson 2007](#)]. La situación es paralela, aunque con sus propias características, a la que se derivó del nacimiento de la mecánica. La física del siglo XVII constituyó una verdadera novedad en el modo de entender la realidad natural y trajo consigo multitud de beneficios para la humanidad. Pero junto con la disciplina científica también se desarrolló un modo de pensar globalizante, y por tanto de carácter filosófico, que recibió el nombre de mecanicismo o filosofía mecánica. El nacimiento de una nueva ciencia en la que se ofrecen resultados satisfactorios y respuestas a problemas antes no resueltos, y en la que se abren perspectivas de alcanzar nuevos e importantes conocimientos, constituye siempre una ocasión para incurrir en un reduccionismo. La ocasión será tanto más tentadora cuanto más poderoso sea el método y más espectaculares sean los resultados alcanzados con la nueva ciencia.

El mecanicismo ejerció una gran influencia en el pensamiento durante tres largos siglos. Entró en crisis como consecuencia del avance de la misma ciencia física. El evolucionismo, como reduccionismo, también ejerce en la actualidad gran influencia en muy diversos ámbitos y está presente en los escritos de algunos divulgadores científicos que han conseguido hoy en día gran audiencia.

Incurriría en un reduccionismo evolucionista, por tanto, el que quisiera explicar toda la realidad desde los elementos metódicos que emplea la teoría de la evolución. Pretender explicar con la teoría de la evolución todos los fenómenos de nuestra experiencia, incluyendo realidades tan humanas como el amor, por ejemplo, la realidad de Dios, la

moral, etc., sería constituir a dicha teoría en una especie de filosofía en la que necesariamente habría que introducir elementos ajenos a la misma. La experiencia de la mecánica es muy ilustrativa de lo que entraña la pretensión de abarcar toda la realidad con un método científico. En el caso de la mecánica no sólo se vio que era insuficiente para asumir un papel que es propio de la filosofía, sino que ni siquiera sirvió para explicar toda la realidad de su propio tema: la del movimiento físico.

La confusión de la teoría de la evolución con el evolucionismo es frecuente y ha dado lugar a controversias como la que ha enfrentado el darwinismo con el creacionismo o, más recientemente, con el “Diseño Inteligente”. Las pugnas de este tipo no llegan nunca a ningún puerto porque, ordinariamente, la discusión se centra en aspectos de ámbito filosófico. Este es precisamente el ámbito que los contendientes no pueden alcanzar al pretender mantenerse dentro de la ciencia. El recurso a ideologías, al menos implícito, hace el acuerdo imposible.

La distinción anterior guarda relación con la acusación dirigida por algunos contra la teoría de la evolución de que no es propiamente ciencia sino filosofía. Esta acusación no equivale a lo que señalan autores como Artigas cuando dicen que toda ciencia tiene una serie de presupuestos filosóficos. Lo que en realidad dicen es que las afirmaciones que caen dentro del tema de dicha ciencia son de ámbito filosófico y no están sustentadas por un método propiamente científico. En la base de esta acusación está el no tener suficientemente en cuenta la distinción que estamos comentando y entender por teoría de la evolución alguna de las formas de evolucionismo.

Los problemas con los que se tuvo que enfrentar la filosofía, especialmente durante la primera mitad del siglo XX, en relación con el llamado “problema de la demarcación”, es decir, el problema de la determinación de si algo es ciencia o no lo es, ha llevado a adoptar criterios más bien amplios y llenos de matices en la delimitación de lo que constituye a una disciplina como ciencia. Si se exigiera por ejemplo que una teoría, para que fuera científica, tuviera que poseer capacidad predictiva, como ocurre con la Física, entonces efectivamente habría que poner entre paréntesis o negar la científicidad de la teoría de la evolución. El mismo Dobzhansky afirma: «Los que pretenden que la predicibilidad es esencial para una teoría científica pueden burlarse de la teoría de la evolución por considerarla anticientífica» [[Dobzhansky 1983](#): 405-406]. Hoy se pone más bien el énfasis en la sistematicidad como peculiaridad de la ciencia [[Hoyningen-Huene 2008](#)], y no se pretende establecer una demarcación de sus límites tan precisa que se niegue la consideración científica a disciplinas que sí lo son, aunque su método no responda a un paradigma tan neto y bien establecido como el de las matemáticas o la física, por ejemplo.

El debate sobre el naturalismo surge también en este contexto. El naturalismo, en su acepción más común y fuerte, defiende que toda la realidad se resuelve y se explica por leyes naturales: naturalismo ontológico. Algunos críticos de la teoría de la evolución la han acusado de ser naturalista. También en este caso parece que es más justo acusar de naturalismo, en este sentido fuerte, al evolucionismo. Por otra parte parece justificado defender que sólo se puede recurrir a leyes naturales cuando se quieren explicar fenómenos que no se salen del ámbito de la naturaleza material. Defender esto último sería defender lo que podría llamarse naturalismo metodológico. La ciencia es legítimamente naturalista en este último sentido, es decir, cuando no se erige a sí misma como un conocimiento de carácter global, lo cual es específico de la filosofía.

8.2. Evolución y finalidad

La teoría de la evolución ha sido un incentivo poderoso para la reflexión filosófica desde sus primeras formulaciones. Hoy en día se publican numerosos estudios que llevan la etiqueta de filosóficos y que se centran en el ámbito de la biología. Gran parte de ellos, directa o indirectamente, abordan temas relacionados con la evolución. Por una parte están los problemas epistemológicos relacionados con la teoría, de los que ya se ha hecho mención en el apartado anterior y que tienen que ver con la consideración de su estatuto científico. También en el ámbito epistemológico comparece el problema de la reductibilidad de la teoría de la evolución, y de la biología en general, a otras disciplinas como la física. Este tema también tiene implicaciones ontológicas. La adaptación, el papel de la selección natural y su legitimidad como noción no tautológica, el azar, la noción de función, cuáles son las unidades de selección, la emergencia de propiedades, el concepto de progreso en biología y la continuidad evolutiva del hombre respecto al resto de los animales, son algunas de las otras muchas cuestiones relacionadas con la evolución que son objeto de la reflexión filosófica en la actualidad. No nos es posible abordarlas en este escrito de carácter enciclopédico. Sí es oportuno considerar aquí, aunque sea brevemente, el hecho que el trasfondo de la mayoría de las cuestiones planteadas gira en torno a la reflexión sobre las causas de la evolución.

La reflexión sobre las causas, especialmente cuando se centra en las causas más radicales o primeras de cualquier realidad, es genuinamente filosófica y obliga a adoptar un enfoque que es global, el propio de la filosofía. Un peligro que, directa o indirectamente, está presente en la consideración de las causas de la evolución es pretender ofrecer soluciones que deben darse desde una perspectiva global, esto es filosófica, con elementos propios del método científico y que, por tanto, no tienen ese alcance. Por ejemplo, la afirmación del azar como principio motor de la evolución, en la manera en que lo propone Monod [[Monod 1987](#)], por ejemplo, incurre en una reducción de este tipo. En realidad, el azar forma parte de un mecanismo que, por sí sólo, no es capaz de dar explicación de la evolución desde un enfoque global.

Este tipo de reduccionismos son con frecuencia contestados desde la misma ciencia. El mismo Dobzhansky afirma: «No pienso que la teoría biológica moderna de la evolución se base en el “azar” hasta el grado que lo teme Auden o que lo afirma Monod. Lo conocido y lo desconocido de esta cuestión merecen una consideración detallada» [[Dobzhansky 1983](#): 394-395]. En el mismo documento afirma lo siguiente: «La adaptabilidad mediante la cultura y el lenguaje simbólico transmitido de forma extragénica se ha desarrollado en una única especie —el hombre. Llamar a esto “azar” es una solución sin sentido. El atribuirlo a la predestinación es incompatible con todo lo que se conoce acerca de las causas que producen la evolución. La analogía con la creatividad artística es, por lo menos descriptivamente, más adecuada, ya que no se oponen diferencias obvias a lo contrario» [[Dobzhansky 1983](#): 422-423]. La búsqueda de las causas más profundas conduce la reflexión que lleva a Dobzhansky a ver la analogía con la creatividad artística la mejor manera de expresar sus ideas sobre las causas de la evolución. Pero la misma noción de creatividad que él emplea tiene grandes limitaciones y presenta problemas cuando se atribuye a la selección natural. La sinceridad que mueve su reflexión queda patente en las siguientes palabras: «Ni aparecimos por azar ni estábamos predestinados a aparecer. En evolución, el azar y el destino no son alternativas. Tenemos aquí una ocasión en la teoría científica, en la que

debemos invocar algún tipo de dialéctica hegeliana o marxista. Precisamos de una síntesis de la «tesis» del azar y de la «antítesis» de la predestinación. Mi competencia filosófica es insuficiente para esta tarea. Imploro la ayuda de colegas filósofos» [[Dobzhansky 1983](#): 419].

El debate sobre las causas en la naturaleza es tan antiguo como la filosofía. Las reflexiones acerca del movimiento centran las reflexiones de los primeros filósofos griegos. Los frutos más maduros de esta reflexión se encuentran en la doctrina Aristotélica de las cuatro causas: material, formal, eficiente y final. La evolución del pensamiento posterior a Aristóteles incide de una manera u otra en el modo en que dichas causas son entendidas. La ciencia experimental, desde su nacimiento, ha tenido una importante repercusión en esta comprensión. En el ámbito de la biología tiene una importancia particular el modo en que se ha entendido la causa final. La finalidad, su modo peculiar de causar o su inexistencia como causa es una constante en la reflexión filosófica. El nacimiento de la mecánica, por ejemplo, modificó de una manera sustancial el modo de entender las cuatro causas y, de una manera particular, la causa final. El efecto de esta modificación es importante tenerlo en cuenta para entender la orientación que han seguido muchos de los debates de carácter filosófico en torno a la teoría de la evolución.

El cambio más importante introducido por la mecánica respecto de la causa final radica en que se empezó a contemplarla como causa externa a la naturaleza. Para Aristóteles la finalidad está en la naturaleza de las cosas, lo cual era para él especialmente patente en los seres vivos. Esta perspectiva se mantiene en los grandes maestros medievales que ven en la finalidad una vía para acceder a la existencia de Dios: el argumento de la finalidad. El cambio de perspectiva introducido por la mecánica llevó también a una reformulación apenas perceptible del argumento de la finalidad. El argumento de la quinta vía de Santo Tomás, el de la finalidad, ya no es el argumento teleológico empleado por Paley (1743-1805) para demostrar la existencia de Dios. Ambos entienden de manera distinta la naturaleza y sus causas. El argumento de Paley lleva a afirmar la existencia de un Dios que es la explicación de la complejidad de los seres vivos, pero que causa desde fuera. El ejemplo que emplea de complejidad es la que ostenta un reloj: el orden que manifiestan sus piezas no puede ser explicado por “causas naturales”. Las causas del argumento de Paley ya no son las causas aristotélicas. En particular es distinta la causa final. La finalidad del reloj es externa o extrínseca al mismo reloj: una concepción diferente de la entendida por Aristóteles y la tradición tomista para la complejidad que presenta cualquier ser vivo. En ella es muy importante la noción de naturaleza, en la cual se da una unidad, que podríamos llamar intrínseca, entre la causa formal y la final.

Antes de Darwin el argumento de Paley parecía ser convincente como argumento para acceder a Dios. La filosofía mecánica cumplía de esta manera un papel apologético. Los problemas surgen con Darwin porque su propuesta parece dejar sin fundamento el argumento de la finalidad. Lo que se debe destacar es que el argumento que directamente se ve afectado por la propuesta de Darwin es el sostenido desde la filosofía mecánica. La teoría de la evolución parece ofrecer un modo de explicar la complejidad sin necesidad de recurrir a agentes externos que tengan que diseñar u ordenar los diversos organismos. Esto es inmediatamente interpretado por muchos como una eliminación de la finalidad como causa de la naturaleza. La mecánica pareció borrar la finalidad del mundo inanimado y Darwin, para muchos, consiguió hacer lo mismo en el

mundo vivo. Pero eliminar la finalidad es dejar sin base uno de los argumentos más importantes de acceso a Dios. La ciencia, se afirma desde estas posiciones, ha ido arrebatando el papel causal de agentes sobrenaturales a favor de la ciencia. Ayala, por ejemplo, afirma: «Los avances científicos de los siglos XVI y XVII habían llevado los fenómenos de la materia inanimada —los movimientos de los planetas en el cielo y de los objetos físicos sobre la Tierra— al terreno de la ciencia: explicación por medio de leyes naturales. Del mismo modo la selección natural proporcionaba una explicación científica del diseño y la diversidad de los organismos, algo que había sido omitido por la revolución copernicana. Con Darwin, todos los fenómenos naturales, inanimados o vivos, se convirtieron en tema de investigación científica» [[Ayala 2007](#): 24-25].

Las palabras de Ayala no presuponen explícitamente la expulsión de Dios de la racionalidad pero pueden dar pie a pensar que Dios queda recluido al mundo de lo subjetivo y que, por tanto, en el mejor de los casos, no hay incompatibilidad entre Dios y la ciencia porque pertenecen a ámbitos que no tienen puntos en común: la tesis del doble magisterio que defiende Ayala y también Gould, por ejemplo.

Estos peligros se derivan de una visión finalista pasada por el filtro del mecanicismo. Es suficiente leer un texto de Tomás de Aquino para constatar que en su propuesta la finalidad no explica la complejidad de una manera externa sino desde la propia naturaleza y, por tanto, a través de las leyes naturales: «La naturaleza es, precisamente, el plan de un cierto arte (concretamente, el arte divino), impreso en las cosas, por el cual las cosas mismas se mueven hacia un fin determinado: como si el artífice que fabrica una nave pudiera otorgar a los leños que se moviesen por sí mismos para formar la estructura de la nave» [S. Tomás de Aquino, *Comentario a la Física de Aristóteles*, libro II, lectio 14, n.8]. Tomás de Aquino no se opone a un naturalismo metodológico.

El pluralismo causal de la tradición realista es más rico que el que se deriva de la filosofía mecánica y sobre el que se apoyan todavía muchos de los debates que tienen que ver con la finalidad y las causas en general. El pluralismo causal se enfrenta a los monismos de diverso signo que han sido propuestos como explicación causal de la evolución, los más importantes de tipo materialista. La propuesta de la tradición realista no se enfrenta a un naturalismo metodológico como el que es patente en las palabras de Ayala citadas anteriormente. La filosofía de la tradición realista asume todo lo que la ciencia puede decir en su ámbito, pero encuadra la finalidad, como causa, en un contexto más amplio del que corresponde al método científico. Esto implica que el tema de Dios no deja de ser un tema plenamente racional y que el ámbito científico contribuye necesariamente a la reflexión filosófica: la ciencia, a la que pertenece la teoría de la evolución, a través de la filosofía, tiene que ver con Dios.

9. Bibliografía

Artigas, M., *Filosofía de la Ciencia Experimental*. Eunsa. Pamplona 1999.

—, *Las fronteras del evolucionismo*, Eunsa, Pamplona 2004.

Artigas, M. and Giberson, K., *The Oracles of Science. Celebrity scientists versus God and religion*, Oxford University Press, New York 2007.

Ayala, F. J., *Los mecanismos de la evolución*, en: *La evolución de un evolucionista*, Universitat de València, Valencia 2006. pp. 223-254 [Ayala 2006a].

—, *¿Es necesaria una nueva síntesis evolutiva?* en: *La evolución de un evolucionista*, Universitat de València, Valencia 2006. pp. 255-268 [Ayala 2006b].

—, *La evolución del Darwinismo* en: *La evolución de un evolucionista*, Universitat de València, Valencia 2006. pp. 269-294 [Ayala 2006c].

—, *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*. Ediciones Temas de Hoy. Madrid 1994.

—, *Darwin y el Diseño Inteligente. Creacionismo, cristianismo y evolución*, Alianza Editorial, Madrid 2007.

Brentano, F., *Sobre la existencia de Dios*, Rialp, Madrid 1979.

Curtis, H. y Barnes, N. S., *Invitación a la Biología*, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires 1996 (Quinta edición).

Darwin, C., *El Origen de las especies*, Biblioteca Austral, Espasa Calpe, Barcelona 2002.

Dobzhansky, T. G., *Genética y el origen de las especies*, Revista de Occidente, cop., Madrid 1955.

—, *Evolución*, Omega, Barcelona 1979.

—, *El Azar y la creatividad en la evolución* en: Ayala, F.J. y Dobzhansky, T. G., *Estudios sobre la filosofía de la biología*, Ariel, Barcelona 1983.

Gould, S. J., *La Estructura de la Teoría de la Evolución*, Tusquets Editores, Barcelona 2004.

Hoyningen-Huene, P., *Systematicity: The Nature of Science*, «Philosophia» 36 (2008), pp. 167–180.

Huxley, J., *La evolución: síntesis moderna*, Losada Cop., Buenos Aires 1946.

Lewontin, R. C., *The Units of Selection*, «Annual Review of Ecology and Systematics», 1 (1970), pp. 1-18.

Mayr, E., *Así es la biología*, Debate, Barcelona 2005.

Meléndez-Hevia, E., *La selección natural y la termodinámica en la evolución biológica: del origen de la vida al cáncer*, Servicio de Publicaciones. Universidad de la Laguna, Santa Cruz de Tenerife, 2001.

Monod, J., *El azar y la necesidad*, Orbis, Barcelona 1987.

Polo, L., *Introducción a la filosofía*, Eunsa 1995.

Ruse, M., *La filosofía de la biología*, Alianza 1979.

Sarkar, S., *Doubting Darwin? creationist designs on evolution*, Blackwell, Oxford 2007.

Velázquez, H., *¿Qué es la Naturaleza? Introducción Filosófica a la Historia de la Ciencia*, Porrúa, México 2007.

Whitfield, J., *Postmodern evolution?*, «Nature» 455 (2008), pp. 281-284.

Zimmer, C., *¿Qué es una especie?*, «Investigación y ciencia» VIII (2008), pp. 66-73.