Darwinismo: aplicaciones y devociones

Posted on 1 de diciembre de 2009 by Laureano CastroNogueira - Carlos LopezFanjul - MiguelAngel T

Con la publicación de *El origen de las especies* se inició una revolución intelectual cuyas derivaciones no han cesado de aumentar. En primer lugar, la obra ofrecía una interpretación radicalmente distinta del mundo orgánico, sustituyendo la descripción pormenorizada de una diversidad inmutable atribuida al designio del Creador por un proceso de cambio en el que la vida parte de un origen único para diferenciarse, más o menos gradualmente, por obra del azar y de la selección natural; sin que ello implique orden, dirección ni progreso. Estas ideas tardaron casi un siglo en ser aceptadas como principio integrador de distintas disciplinas biológicas previamente inconexas, incluyendo sus aplicaciones prácticas. En segundo lugar, el darwinismo condujo a la consideración del *Homo sapiens* como una especie más, inevitablemente sujeta a evolución como las restantes. Aunque esta actitud produjo efectos inmediatos, sus múltiples secuelas siguen siendo objeto de acalorada discusión.

Tanto el núcleo de la teoría darwinista como sus consecuencias han ido evolucionando a partir de su formulación original y continuarán haciéndolo en el futuro; en este sentido, los aniversarios proporcionan una ocasión para poner el estado de la cuestión al díaVéase, por ejemplo, Carlos López-Fanjul (coord.), *El alcance del darwinismo. A los 150 años de la publicación de «El origen de las especies»*, Madrid, Colegio Libre de Eméritos, 2009. El texto puede leerse en http://www.colegiodeemeritos.es/docs/repositorio//es_ES//documentos/el_alcance_del_darwinismo_%28vf%29.pdf.. Los firmantes de este artículo nos iniciamos en esa tarea en 1982, cuando se cumplían cien años desde la muerte de DarwinCarlos López-Fanjul y Miguel Ángel Toro, «La situación actual del darwinismo», *Libros*, núm. 7 (1982), pp. 7-10., y aprovechamos ahora la doble conmemoración de su nacimiento (1809) y de la publicación de *El origen* (1859) para comentar algunas de las repercusiones del darwinismo, concentrándonos en tres disciplinas aplicadas: la mejora de los caracteres de interés económico en plantas y animales, la interpretación evolutiva de la enfermedad y la senectud y, por último, la conservación de la biodiversidad. Al análisis de estos temas se añade una descripción de las actuales hipótesis evolucionistas sobre la conformación de la naturaleza humana y, en particular, del sentimiento religioso.

MEJORA GENÉTICA

La diferenciación de las especies domésticas en variedades o razas, cuyas distintas aptitudes

productivas se deben a la práctica continuada de selección artificial, sugirió a Darwin la idea de que una fuerza análoga –la selección natural– podría ser la causante de la adaptación de los seres vivos a sus respectivos medios y, en consecuencia, generadora de su diversificación espacio-temporal a partir de un origen común. En sus propias palabras: «Pronto advertí que la selección era la clave del éxito humano en la formación de razas útiles de animales y plantas. Pero durante algún tiempo fue para mí un misterio cómo podría actuar la selección sobre los organismos que viven en condiciones naturales. En octubre de 1838 […], bien dispuesto para comprender la importancia de la lucha universal por la existencia […], me llamó inmediatamente la atención que, en esas circunstancias, las variaciones favorables tenderían a conservarse y las desfavorables a desaparecer. El resultado sería la formación de nuevas especies. Ahí tenía, pues, una teoría para trabajar»Nora Barlow, *The Autobiography of Charles Darwin (1809-1882)*, Londres, Collins, 1958, pp. 119-120. El libro puede leerse en http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1497&viewtype=text&pageseq=1..

Durante el largo período transcurrido entre la vuelta de su viaje alrededor del mundo en el bergantín *Beagle* (1836) y la publicación de *El origen de las especies* (1859), Darwin se dedicó a recopilar y analizar cualquier tipo de datos que pudieran contribuir al afianzamiento de su teoría hasta que, en 1856, comenzó a utilizarlos en la confección de un tratado que, tal y como había sido concebido, habría sido tres o cuatro veces más extenso que *El origen*. Es de sobra conocido que la recepción de la famosa carta de Alfred Russel Wallace en 1858 trastocó esos planes y determinó la aparición de la versión abreviada de sus ideas a finales del año siguiente. Sin embargo, el material recogido fue aprovechado posteriormente en la composición de otras obras, y la parte referente a las consecuencias de la manipulación de la variabilidad genética de las especies domésticas se dio a la imprenta en 1868, con el título de *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. Su primera parte «presenta todas mis observaciones y un inmenso número de datos procedentes de diversas fuentes sobre nuestras producciones domésticas», mientras que en el segundo volumen «se analizan las causas y leyes de la variación, la herencia, etc.»Nora Barlow, op. cit., p. 130..

Hoy resulta evidente que la analogía darwinista entre los agentes selectivos natural y artificial se circunscribe a dos aspectos del proceso. En primer lugar, el motor del cambio, determinado por la existencia de diferencias en eficacia biológica –la contribución de descendencia a la generación siguiente– entre los distintos individuos de una misma población. Este atributo muestra una discontinuidad absoluta cuando se impone una presión selectiva artificial, porque en este caso sólo los elegidos aportan hijos, mientras que la eficacia individual se distribuye de una manera más o menos continua en condiciones naturales. En segundo lugar, el combustible necesario para que el mecanismo selectivo produzca una respuesta, representado por la base genética variable del carácter

seleccionado directamente, bien sea la eficacia en la situación natural o los rasgos de interés económico en la artificial.

No obstante, los objetivos de la selección natural y la artificial son muy distintos y, tarde o temprano, acaban siendo opuestos. En la primera, los individuos sólo son sujetos pasivos en la búsqueda, sin garantías de éxito, de la mejor solución posible al problema planteado por la continua alteración del medio; mientras que, en la segunda, el fin perseguido activamente por el mejorador es la obtención de un cambio de la media de uno o varios caracteres en el sentido que más convenga a sus intereses económicos. Inevitablemente, esta disparidad resulta en un antagonismo entre ambos agentes, puesto que los logros de la selección artificial obedecen a perturbaciones del statu quo genético de dichos caracteres que ha sido previamente impuesto por acción de la selección natural. En otras palabras, siempre que existan genes con efecto sobre distintos atributos, la acción directa de la selección sobre uno cualquiera de ellos generará, automáticamente, una respuesta indirecta en los restantes. La selección natural actúa directamente sobre un solo carácter –eficacia biológicaLa eficacia es el único carácter (o atributo o rasgo) sobre el que actúa directamente la selección natural y esta acción puede producir indirectamente adaptación o inadaptación. Las respuestas indirectas para otros caracteres sólo se producen cuando existen correlaciones genéticas (positivas o negativas) entre ellos y la eficacia, esto es, cuando la base genética de un carácter determinado y la eficacia es, en parte, común. Es cierto que en la visión de Darwin una mayor adaptación confería una mayor eficacia (la causación iba de adaptación a eficacia), pero en la formulación neodarwinista el sentido es el contrario (de la eficacia a la adaptación). La frecuencia de los genes sólo puede variar cuando existen diferencias entre sus efectos sobre eficacia (o por azar).– y las correspondientes respuestas indirectas serán las causantes de la adaptación y, accesoriamente, de la diversificación de los seres vivos. Por el contrario, la selección artificial de caracteres productivos acarreará cambios perjudiciales con respecto a otros rasgos, en especial los correspondientes a la propia eficacia y sus componentes principales.

El desconocimiento de los mecanismos de la herencia biológica impuso a la formulación original del darwinismo una ambigüedad excesiva y, por ello, la capacidad explicativa de la teoría se agotó rápidamente y su vigencia quedó en suspenso o fue explícitamente rechazada durante el largo período que Julian Huxley calificó atinadamente de «eclipse del darwinismo». En este intervalo, la mejora de los atributos de interés económico sufría de la misma carencia teórica y continuaba basándose en el empirismo que, en este caso, ofrecía mejores resultados. Sin embargo, a principios del si¬glo XX comenzaron a incorporarse a la mejora técnicas derivadas de los conocimientos genéticos del momento, dirigidas a la obtención de líneas con un alto grado de consanguinidad cuyo fin era explotar el vigor

híbrido que se manifestaba en la progenie de determinados cruzamientos entre ellas. Este procedimiento, circunscrito en la práctica a los vegetales, no sería actualmente aconsejable como alternativa a la selección artificial, pero se ha mantenido en algunas especies, en particular el maíz, por condicionamientos del mercado.

Ronald A. Fisher y Sewall Wright elaboraron los modelos matemáticos que constituyen el núcleo teórico común del neodarwinismo y de la mejora genética. Al primero se deben la descripción genética de los caracteres cuantitativos y las predicciones teóricas de la respuesta a la selección en poblaciones de censo grande, y al segundo el tratamiento del cambio genético por azar y su influencia sobre el resultado de la selección cuando el censo poblacional es reducido. En las dos disciplinas se produjo una aglutinación del conocimiento biológico previo en torno a esos modelos, que alcanzó su punto crítico en los años siguientes a la terminación de la Segunda Guerra Mundial y condujo a las formulaciones actualmente vigentes. Desde entonces el intercambio entre los desarrollos de ambas materias ha sido continuo. Por ejemplo, la teoría de límites a la selección artificial se basa en los modelos estocásticos que describen el cambio de las frecuencias génicas por selección natural en poblaciones de censo finito, mientras que el análisis de las fuerzas selectivas naturales que actúan indirectamente sobre un conjunto de atributos cuantitativos se apoya en las técnicas multivariantes utilizadas para predecir la respuesta de varios caracteres sometidos a selección artificial simultánea.

La selección natural produce respuestas a las alteraciones ambientales y, en este orden de cosas, la aparición de la agricultura, hace unos diez mil años, transformó la sociedad y simplificó la dieta, pasando esta última de ser un producto variable de la caza y la recolección a otro mucho más homogéneo, como consecuencia de la utilización generalizada de unas pocas gramíneas: trigo en el Creciente Fértil, arroz en China o maíz en América. Esta simplificación del alimento básico produjo en los seres humanos cambios semejantes a los observados en los animales a lo largo de su proceso de domesticación, entre otros la aparición de carencias y nuevas enfermedades, así como la reducción del tamaño corporal, que sólo recuperó sus dimensiones previas una vez transcurridos varios milenios. Aunque desconozcamos la mayoría de los genes responsables, la huella molecular de la selección durante el período que cubre los últimos diez mil años de la historia de la humanidad indica que los cambios genéticos correspondientes exceden en magnitud a los ocurridos desde la aparición de nuestra especie hasta ese momento, signo evidente de la profunda diferencia entre las nuevas condiciones de vida y las precedentes. En algunos casos, el estudio directo ha sido posible, como ocurre con la mayor tolerancia al etanol y la lactosa de las poblaciones de origen europeo, fruto de un proceso selectivo iniciado hace unos cinco mil años que les permite el consumo de bebidas alcohólicas y leche fresca.

Los modernos procedimientos agronómicos, entre los que se incluye la mejora genética, han causado a lo largo de los últimos cincuenta años un nuevo e importante cambio ambiental determinado por el extraordinario aumento de las producciones, hasta el punto de que, por primera vez en la historia de la humanidad, el número de seres que pasan hambre es inferior al de los que tienen sus necesidades energéticas cubiertas. Estas nuevas condiciones del medio, caracterizadas por una ingesta excesiva al menos en el mundo occidental, han producido un incremento tan importante de la obesidad que esta amenaza acaba de superar recientemente al tabaco como causa más importante de muertes evitables. Por razones que son tanto genéticas como ambientales, los individuos obesos tienen menos hijos, presentan una mayor frecuencia de abortos y una reducción de los números de espermatozoides por eyaculación y de cópulas por unidad de tiempo. Puede pensarse que el cambio de la dieta tradicional por otra mucho más abundante inducirá un episodio de selección semejante al documentado a partir del inicio de la agricultura, caracterizado esta vez por la atenuación o desaparición de aquellos mecanismos genéticos reductores de la pérdida de peso durante períodos de escasez que fueron adquiridos evolutivamente por nuestros antepasados. Lo que es poco probable es que ahora dispongamos del tiempo suficiente para que se produzcan nuevas adaptaciones que nos permitan mantener, al mismo tiempo, una alimentación excesiva y una actividad física reducida sin secuelas nocivas para el organismo.

MEDICINA EVOLUCIONISTA

Hijo y nieto de médicos, Darwin fue enviado a la Universidad de Edimburgo, cuando tenía quince años, con el propósito de que continuara la tradición familiar. Sin embargo, no soportaba el sufrimiento de los enfermos, a los que entonces se operaba sin anestesia y, por otra parte, era consciente «de que mi padre iba a dejarme en herencia bastantes bienes […] y esta convicción fue suficiente para prevenir un esfuerzo duradero en el estudio de la medicina»Nora Barlow, *op. cit.*, p. 46.. Esta circunstancia anecdótica no explica en absoluto que la ciencia médica se haya mantenido hasta hace muy pocos años al margen del pensamiento evolucionista, cuya influencia ha marcado decisivamente cualquier otra faceta de la biología moderna.

El introductor de las ideas neodarwinistas en la medicina fue Paul W. Ewald, en un artículo aparecido en 1980 donde se analizaba el tratamiento de los síntomas de las enfermedades infecciosas desde una perspectiva evolucionista. No obstante, la consolidación de este enfoque no ocurrió hasta los años noventa, cuando Randolph M. Nesse y George C. Williams publicaron conjuntamente un largo trabajo sobre el tema, ampliado más tarde en su libro titulado Todo fenómeno biológico requiere de dos tipos de explicaciones: las próximas y las evolutivas. La especificación próxima de una enfermedad describe lo que está dañado en el organismo afectado. La interpretación evolutiva, completamente diferente, pretende

entender los orígenes del mal, esto es, intenta averiguar por qué somos vulnerables al cáncer, a determinadas infecciones, a una excesiva acumulación de grasas, a la depresión o, simplemente, al envejecimiento. Se trata de lograr una mejor comprensión de los problemas de salud a los que hay que hacer frente, sin desdeñar las conclusiones prácticas que pudieran derivarse de este tipo de análisis.
La selección natural no suele comportarse como un trazador experto sino como un auténtico chapucero o, en palabras de Richard Dawkins, actúa como lo haría un relojero ciego y no como un omnipotente Creador. Esto explica que, en ocasiones, la adaptación esté ligada a soluciones oportunistas, como sucede en el caso del pulgar del panda, un sexto apéndice de la mano originado a partir de un hueso de la muñeca, o incluso a errores obvios de planteamiento, como el punto ciego determinado por la disposición del nervio óptico en nuestra retina. Es precisamente en el estudio de estas adaptaciones imperfectas donde el poder explicativo de la selección natural se refuerza frente al de otras hipótesis alternativas, defensoras, en último término, de la existencia de un diseño inteligente.

El análisis de las enfermedades en clave adaptativa ha proporcionado hasta cinco propuestas diferentes sobre el origen de sus causas: 1) mecanismos de defensa, 2) conflictos evolutivos, 3) falta de adaptación a nuevos ambientes, 4) compromisos del diseño, y 5) legados evolutivos. A continuación se presentan ejemplos de cada una de estas explicaciones para definir de una manera más precisa lo que aporta la reflexión darwinista al estudio del binomio salud-enfermedad.

¿Síntomas o defensas?

Muchos trastornos que tradicionalmente han sido considerados como enfermedades o consecuencias de las mismas se perciben en la actualidad como mecanismos de defensa que son producto de la evolución. La fiebre, el dolor, la tos, el estornudo, el vómito, la diarrea, la inflamación o la ansiedad son estados molestos y desagradables que, sin embargo, funcionan como dispositivos protectores. Por ejemplo, la fiebre ayuda a combatir los procesos infecciosos, y tanto el vómito como la diarrea son medios que procuran la expulsión de toxinas y microorganismos procedentes de la ingestión de alimentos en mal estado. Podría decirse que la expresión de estos sistemas defensivos es a veces exagerada, pero esta condición puede explicarse por el denominado «principio de los detectores de humo»: puesto que un incendio puede ser catastrófico, los dispositivos de alarma deben ser muy sensibles y, por ello, generan numerosas señales falsas. Por esta razón, los tratamientos que disminuyen las molestias derivadas de náuseas o diarreas deben ser administrados con precaución, porque es posible que sean contraindicados.

Los principios evolutivos también están empezando a aplicarse a las enfermedades mentales, comenzando por el reconocimiento de la utilidad, aparentemente paradójica, de emociones negativas tales como la ansiedad y la depresión. Aunque muchas veces resulta patológica, se argumenta que la capacidad para que dichas sensaciones se produzcan ha sido en parte moldeada por la selección natural. La depresión, siempre que no dañe la salud, hace que los individuos dejen de interesarse por acciones con baja probabilidad de éxito, y, por su parte, la ansiedad alerta frente a posibles peligros. En este orden de cosas, ciertos datos permiten pensar que existe una configuración genética que predispone tanto a una mayor creatividad o capacidad intelectuales como a un riesgo más elevado de padecer de esquizofrenia, proponiéndose que una elevada presión de selección natural para aumento de la inteligencia pudo acarrear simultáneamente un incremento no deseado de la incidencia de ese desorden mental.

Conflictos evolutivos

Un ejemplo clásico de compromiso evolutivo es el proporcionado por la anemia falciforme. Las personas que sufren esta enfermedad poseen una variante génica que altera la hemoglobina y hace que los glóbulos rojos se contraigan adoptando una forma de hoz que impide su circulación adecuada por los vasos sanguíneos, lo cual provoca hemorragias y daños renales que suelen conducir a la muerte. Sin embargo, la frecuencia de este gen puede llegar al 40% en algunas zonas de África. ¿Cómo ha podido alcanzarse y mantenerse una frecuencia tan alta? La explicación reside en que sólo los portadores de dos copias defectuosas del gen (una recibida del padre y otra de la madre) sufren la enfermedad, mientras que los individuos que poseen una sola copia tienen un porcentaje de glóbulos alterados del orden de la mitad de los anteriores, no padecen anemia y, además, están parcialmente protegidos contra la malaria, ya que este parásito no se multiplica con facilidad en los hematíes falciformes.

En los últimos cincuenta años se han administrado cantidades ingentes de antibióticos en todo el planeta, lo cual ha provocado un proceso de selección natural en los pertinentes agentes patógenos. El desarrollo de antibióticos cada vez más potentes ha supuesto uno de los mayores éxitos en la lucha contra las enfermedades infecciosas, hasta el punto de hacernos pensar que éstas, en cierto modo, habían pasado a la historia. Sin embargo, esta creencia es excesivamente optimista. Cuanto más se utilice un nuevo antibiótico, más rápidamente incrementarán en número las bacterias resistentes al mismo, a expensas de la desaparición de las cepas no resistentes. Esta capacidad para adquirir inmunidad no es sorprendente, porque la mayor parte de los antibióticos son utilizados como medios de defensa química por unas bacterias contra otras. Se han descrito dos mecanismos que facilitan la aparición de resistencia. Por una parte, un medio hostil –por ejemplo, con alta

concentración de antibióticos– facilita un aumento de la tasa de mutación bacteriana y, por otra, las bacterias son capaces de incorporar información genética procedente de otras fuentes mediante el proceso denominado de transferencia horizontal, que incluye la posibilidad de integrar en su genoma el ADN que se encuentre libre en el medio. Paradójicamente, este ADN proviene a veces de las propias bacterias que elaboran antibióticos, con lo que genes de resistencia pasan de las bacterias productoras a las patógenas.

La idea de que los organismos patógenos evolucionan para hacerse más benignos, como consecuencia de la coexistencia con sus huéspedes, está muy extendida, aunque es básicamente incorrecta. De hecho, la virulencia no evoluciona para favorecer la coexistencia mutua sino para maximizar la difusión del invasor. Patógenos del tipo de los rinovirus son benignos porque se difunden mejor si el paciente tiene cierta movilidad; por el contrario, la transmisión de un mal tan grave como la malaria se facilita si el enfermo está tan postrado que es incapaz de ahuyentar a los mosquitos. Por todo esto, el análisis darwinista de la evolución de la virulencia puede mostrar consecuencias interesantes a la hora de desarrollar una política sanitaria eficaz en la lucha contra la infección. Por ejemplo, la utilización de medidas preventivas para combatir el sida no sólo puede evitar un rápido aumento de la incidencia de la enfermedad sino también disminuir poco a poco su virulencia, ya que sólo aquellas cepas en las que ésta sea menor permitirán vivir al enfermo durante el tiempo suficiente para transmitir la enfermedad.

Existe hoy una preocupación creciente por la emergencia de nuevas pandemias, y la medicina evolucionista también puede ayudarnos a comprender estos procesos, anticipar su posible aparición y proporcionar recomendaciones que minimicen los riesgos pertinentes. Una de las epidemias más temidas es la gripe, producida por virus contra los que es difícil luchar porque cambian genéticamente de continuo, tanto por mutación como por intercambio de genes. Por esta razón, los individuos pertenecientes a grupos de riesgo deben vacunarse cada año, ya que las diferentes cepas evolucionan constantemente y el sistema inmunológico no es capaz de reconocer las nuevas variantes. De los tres tipos de virus de la gripe (A, B y C), el A es el más patógeno y se clasifica, a su vez, en varios subtipos por referencia a las dos proteínas H (hemaglutinina) y N (neuroamidasa) que forman su cápsula. Se conocen dieciséis subtipos H y nueve subtipos N, de manera que, por ejemplo, la combinación H7N1 designa un virus A con una hemaglutinina H7 y una neuroamidasa N1. La mayor amenaza potencial procede de aquellos virus que cruzan la barrera entre especies, como los de la gripe aviar H5N1 y la peste aviar H7N7. Las aves que son huéspedes de estos virus normalmente no enferman en condiciones naturales, pero este no es el caso de las que viven en granjas, que pueden transmitirlos a seres humanos. Sin embargo, lo

verdaderamente grave ocurre tras la posterior transmisión entre personas, sobre todo si éstas han sido previamente infectadas por otra variante vírica, por cuanto segmentos de ADN de distinta procedencia pueden empaquetarse juntos formando un nuevo virus. La llamada gripe española, que entre 1918 y 1919 causó la muerte de más de cincuenta millones de personas en todo el planeta, fue causada por un virus de gripe aviar.

La gripe A (H1N1), denominada inicialmente gripe porcina es, oficialmente, la primera pandemia del siglo XXI, aunque esta denominación puede llevar a engaño por hacer referencia a la facilidad de propagación del virus más que a su gravedad (la mortalidad es del orden de un 0,5%). Su origen es una variante de H1N1 cuyo material genético procede de una cepa aviar, dos porcinas y una humana, que se transfirió inicialmente de los cerdos a las personas aunque, en su forma actual, puede transmitirse entre estas últimas. Los síntomas son muy parecidos a los provocados por una gripe normal, aunque parece que afecta más a los jóvenes. No se sabe si en los próximos meses el virus mutará y se hará más virulento, con lo que la pandemia pasaría a ser grave.

Inadaptación a nuevos ambientes

La selección natural promueve la adaptación al ambiente específico en que actúa. Cabe pensar, por tanto, que cuando ese ambiente cambia, el organismo quedará temporalmente inadaptado hasta que la selección natural sea capaz de adecuarlo al nuevo medio, bien aprovechando la variabilidad genética existente o la que vaya surgiendo por mutación. El diseño de nuestro cuerpo es un producto de la adaptación a las condiciones de la sabana africana, donde ha transcurrido más del noventa por ciento de nuestro pasado próximo, que abarca dos millones de años de evolución homínida y doscientos mil desde el origen del *Homo sapiens*. Sin embargo, la mayor parte de los cambios tecnológicos y culturales responsables de modificaciones ambientales drásticas se han circunscrito a los últimos diez mil años.

Para la medicina evolucionista, el desajuste entre el diseño de nuestro cuerpo y su entorno actual es responsable de muchas de las llamadas dolencias de la civilización, como la obesidad, el cáncer y las enfermedades cardíacas. El gusto por el azúcar, las grasas y la sal es una predisposición innata, ya que nuestros antepasados africanos no siempre podían conseguir un aporte satisfactorio de las sustancias mencionadas, entonces relativamente raras. La avidez por este tipo de alimentos fue en su momento funcional, pero hoy pueden obtenerse con facilidad y abusar de ellos a placer, lo que, a la larga, provoca hipertensión, fallos cardíacos, caries, obesidad y diabetes.

Los cánceres de mama, ovario y cuello uterino son más frecuentes en la actualidad que en el pasado como consecuencia de los cambios experimentados por el modelo de reproducción, caracterizado en los países industrializados por un menor número de hijos y un retraso de la edad en que se produce el primer embarazo, lo que incrementa el número de ciclos menstruales a lo largo de la vida, ya que éstos no se interrumpen frecuentemente por preñez y lactancia. En las poblaciones de cazadores-recolectores, las mujeres solían quedar embarazadas desde la adolescencia y amamantaban a sus hijos a lo largo de dos a cuatro años, lo que disminuía el total de menstruaciones a menos de la mitad de lo común en las sociedades actuales. La incidencia de los tipos de cáncer mencionados está estrechamente correlacionada con el número de ciclos menstruales, probablemente como consecuencia de los correspondientes cambios hormonales que provocan modificaciones en el tejido óseo, los ovarios y el útero.

La adicción a las drogas tendría en este contexto una explicación sencilla. La mayor parte de ellas evolucionaron en plantas como protección frente a los insectos. Su consumo por parte de las poblaciones humanas primitivas fue un suceso relativamente infrecuente, mientras que en el entorno actual se han desarrollado métodos fáciles para fabricar, purificar y distribuir tales sustancias, lo que ha hecho de la adicción un problema común y, en muchas ocasiones, devastador.

Compromisos en el diseño

El ejemplo más interesante de los compromisos inherentes al diseño de los organismos biológicos es el envejecimiento o senectud. Se denomina así al proceso de deterioro de casi todos los aspectos de nuestra biología, que se intensifica conforme aumenta la edad y que, en última instancia, conduce a la muerte. No obstante, las causas de la vejez no son tan evidentes como pudiera parecer a primera vista, ya que los seres vivos son sistemas abiertos con capacidad de renovación y, por tanto, no existe, a priori, un obstáculo biológico a la inmortalidad. Una persona anciana lo es, fundamentalmente, porque es menos eficiente en ese proceso de regeneración. De hecho, hay organismos que pueden considerarse perennes, como las bacterias y los clones vegetales, o, incluso, nuestras propias células germinales.

Puesto que la decrepitud limita el potencial reproductivo de un individuo, se plantea la pregunta de por qué no ha sido eliminada por la selección natural: en definitiva, ¿por qué no somos inmortales? Aunque el tema es controvertido, existen al menos dos escenarios evolutivos, no mutuamente excluyentes, que explican la senectud. En el primero, propuesto inicialmente por J. B. S. Haldane, uno de los padres de la síntesis neodarwinista, y completado más tarde por Peter Medawar, el envejecimiento es consecuencia de la acumulación de mutaciones deletéreas que se expresan tardíamente en la vida. En otras

palabras, las mutaciones perjudiciales con efectos precoces pueden ser eliminadas eficientemente por selección, pero aquellas que se manifiestan en estados tardíos no suelen serlo. Por ejemplo, la terrible enfermedad de la corea de Huntington es relativamente frecuente porque ocurre pasado el período reproductor y la selección no es capaz de operar activamente en su contra. Este mecanismo es, en cierta medida, inevitable, porque la probabilidad de que un individuo muera por cualquier causa es tanto mayor cuanto más anciano sea, por lo que los genes que expresen sus efectos negativos más tardíamente estarán sometidos a una acción selectiva más débil.

En el segundo escenario, propuesto por George C. Williams, se considera que el envejecimiento es un subproducto de la selección natural que actúa favoreciendo aquellos genes que son beneficiosos en la juventud, a pesar de que puedan tener efectos negativos con posterioridad. Por ejemplo, si un gen incrementa la producción de testosterona en individuos jóvenes, reforzando así el impulso o la atracción sexuales, puede verse favorecido por la selección aunque, en una edad más tardía, los productos de ese mismo gen aumenten la probabilidad de contraer cáncer de próstata o de causar un deterioro de cualquier otro tipo. En moscas del género *Drosophila* se ha comprobado experimentalmente que la selección artificial para aumento de la fecundidad a edades tempranas lleva consigo una disminución de la longevidad. En sentido contrario, la castración, tanto en humanos como en animales, parece alargar la vida. Hasta hace poco tiempo la esterilización de enfermos mentales jóvenes era frecuente en Estados Unidos, lo cual llevó consigo la prolongación en catorce años de su vida media con respecto a la de los pacientes no castrados.

Legados evolutivos

En palabras de Darwin, la evolución puede definirse como «descendencia con modificación». Sin embargo, la selección natural no responde a un plan establecido, sino que actúa poco a poco, ajustando el diseño corporal de cada linaje evolutivo a sus circunstancias ambientales concretas. Para ello opera de forma oportunista sobre lo previamente adquirido, de manera que una vez emprendido un determinado camino evolutivo se hace difícil volver atrás. Esto implica que la configuración de los seres humanos sea manifiestamente mejorable en ciertos aspectos, como secuela inevitable de nuestra historia evolutiva. Por ejemplo, aunque todos los años mueren muchas personas por disfagia y, en consecuencia, sería deseable que el esófago fuese completamente independiente de la tráquea, esto no es así porque nuestros antepasados anfibios desarrollaron pulmones a partir de un conducto común para el aire y el alimento que no ha podido ser eliminado en las siguientes etapas evolutivas. Lo mismo podría decirse de otros órganos como el ojo humano, paradigma de perfección para los creacionistas, aunque dista mucho de estar bien diseñado, porque la disposición invertida de la retina obliga a que el nervio óptico y los vasos sanguíneos entren dentro del globo ocular

originando un punto ciego. En el ojo del pulpo, sin embargo, tanto uno como otros permanecen en el exterior, sin producir ese punto, pero nuestro problema proviene de que no derivamos evolutivamente de los cefalópodos.

A modo de conclusión, debe destacarse que la medicina darwinista no pretende sustituir los actuales tratamientos por otros nuevos. Se trata más bien de modificar nuestras ideas sobre el propio concepto de enfermedad, de comprender mejor el sentido de un buen número de trastornos como el dolor, la fiebre, la tos o la ansiedad, de analizar los posibles costes y beneficios que proporcionan algunos tratamientos habituales, o de conocer el significado del envejecimiento.

BIODIVERSIDAD

El estudio de los seres vivos precisa de una ordenación previa que permita encasillarlos de acuerdo con sus semejanzas y diferencias estructurales. La clasificación al uso agrupa a los individuos en especies, las especies en géneros, los géneros en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases, etc., siguiendo en líneas generales la nomenclatura jerárquica propuesta por Linneo a mediados del siglo XVIII. El sistema linneano tiene un evidente sentido práctico, al incluir las especies *Felis catus* (gato común) y *Felis silvestris* (gato montés) en el género *Felis*, y a éste junto con el *Lynx*, que engloba a los linces ibéricos (*Lynx pardina*) y boreal (*Lynx lynx*), en la familia Felinos, orden Carnívoros y clase Mamíferos; pero debe su actual vigencia a que puede interpretarse en términos del principio evolutivo que asigna un parecido más estrecho a aquellos grupos filogenéticamente más próximos. Desde la décima edición de *Sistema Naturae* (1758) hasta hoy, el número de especies vegetales y animales descritas ha pasado de nueve mil a alrededor de un millón y medio, pero esta última cifra corresponde únicamente a lo conocido, y su extrapolación a la totalidad, sobre todo si tenemos en cuenta los organismos cuya dimensión máxima es inferior a un centímetro, conduce a estimaciones que oscilan entre tres y cuarenta millones de especies dependiendo del procedimiento de valoración seguido.

Desde la publicación de *El origen*, somos conscientes de que la vida, tal como la conocemos actualmente, es fruto de un proceso de diversificación espaciotemporal iniciado a partir de un origen común. En otras palabras, todas las especies, vivas o fósiles, están relacionadas genéticamente en un grado mayor o menor, pero no nulo. En este sentido, el darwinismo ha reemplazado al pensamiento tradicional esencialmente en dos extremos. Se asumía que la diversidad de la vida se había conservado prácticamente intacta desde su inicio, y que el ser humano había sido producto de una creación especial. Pues bien, gracias al darwinismo hemos cobrado conciencia de que las especies actuales son una fracción ínfima, del orden

del uno por mil, de las que alguna vez han existido, y, por otra parte, que la nuestra es sólo una más de las que componen la biodiversidad.

La adaptación a un medio sujeto a continua variación nunca es perfecta y, a la larga, el sino de cualquier especie es su desaparición y, con ella, la quiebra irreparable de un acervo genético único. El proceso de pérdida de especies ha operado siempre, aunque su ritmo se ha acelerado extraordinariamente en cinco períodos (las grandes extinciones del Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico, esta última ocurrida hace unos sesenta y cinco millones de años), con las oscilaciones intermedias pertinentes. El grado de diversidad posterior a cada una de esas grandes perturbaciones ha superado al anterior, aunque su regeneración ha precisado, en cada caso, de unas decenas de millones de años. Hoy puede hablarse de una sexta extinción, provocada por el crecimiento incontrolado de la población humana que, actualmente, es unas cien veces más numerosa que la de cualquier otro animal terrestre de tamaño comparable que haya vivido en algún momento y que, además, consume entre el veinte y el cuarenta por ciento del producto de la energía solar acumulado por las plantas. En el registro fósil correspondiente a los últimos 450 millones de años, las tasas promedio de extinción y formación de especies estaban más o menos equilibradas y ambas pueden estimarse aproximadamente en la aparición o desaparición anual de una por millón. Por el contrario, la incesante degradación del hábitat debida a la creciente intervención humana ha aumentado considerablemente la tasa de pérdida de especies durante los últimos milenios, hasta alcanzar en el siglo XX cifras que son entre mil y diez mil veces mayores que las anteriores. Esta continua amenaza humana a la diversidad de la vida, guiada por los principios económicos que rigen las operaciones a corto plazo, llevará, inevitablemente, a la supresión de la cuarta parte de las especies actuales durante los próximos veinticinco años y, con ella, la destrucción de unas reservas de genes potencialmente útiles para la agronomía y la medicina, y para paliar el progresivo desgaste del proceso global de reciclado biológico de aire, suelo y agua.

La fragmentación y degradación del medio natural conduce a la división de cada población en otras con menor número de reproductores, lo cual acelera las consecuencias perjudiciales de la consanguinidad e incrementa el riesgo de desaparición por fluctuaciones demográficas en cada una de ellas, hasta que finalmente se produce la extinción. En su obra *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom* (1876), Darwin describió pormenorizadamente el deterioro de muchos caracteres en la progenie de apareamientos consanguíneos y, más concretamente, el de la calidad biológica global del individuo, asunto de general interés en la práctica agronómica, pero del que no están libres muchas especies que, por vivir en condiciones más o menos silvestres, podríamos considerar exentas de semejantes amenazas. Hoy sabemos que la probabilidad de que se den apareamientos

consanguíneos está en relación inversa con el censo poblacional. En general, puede decirse que el censo efectivo de las poblaciones naturales –el parámetro que determina la magnitud del cambio genético aleatorio y el incremento del grado de endogamia– es del orden de una décima parte del número de reproductores, lo cual implica, por ejemplo, que si éstos fueran quinientos, las tasas de aumento de la consanguinidad y de la depresión consanguínea, así como la de pérdida de variabilidad genética, serían, a efectos prácticos, del orden de un uno por ciento por generación en cada caso.

Algunas especies amenazadas, por su especial atractivo, son o serán objeto de programas de conservación, cuyo diseño está basado en los modelos teóricos que predicen el cambio genético por selección natural y deriva genética a los que se ha aludido en un apartado anterior, orientados a proporcionarles un censo efectivo tolerable, generalmente en condiciones de cautividad. Sin embargo, esos intentos implican necesariamente una presión selectiva a favor de una mayor adaptación al medio artificial, semejante a la experimentada durante el proceso de domesticación. Esta fuerza es antagónica a la que operaría en condiciones naturales y ha producido una creciente inadaptación, que ha derivado en el fracaso de muchos intentos de reintroducción al medio original. Pero una cosa es la desaparición de una especie singular y otra, mucho más grave, es la pérdida del conjunto de especies que viven en un determinado hábitat como consecuencia del deterioro y posterior destrucción de éste. Por tanto, si quiere reducirse la tasa de extinción a gran escala a valores tolerables, el único medio de actuación es evitar la fragmentación y la degradación del medio, conservando los ecosistemas naturales sin que se desintegren las complejas cadenas de interdependencia de las comunidades ecológicas que los componen. Para ello, es preciso proteger las áreas que albergan mayor diversidad, comenzando por el conjunto de selvas tropicales, cuya superficie se ha reducido durante el siglo XX en un 88% y, aun así, sigue albergando en torno al cuarenta por ciento de las especies vegetales y animales. En caso contrario, la dinámica del proceso conduce rápida e irremediablemente a la extinción, por más que los programas de conservación aminoren su impacto por unidad de tiempo con respecto a las especies más llamativas.

Las sucesivas conferencias internacionales, más interesadas en proteger intereses comerciales inmediatos que en promover inversiones de futuro, poco más han logrado que transmitir al gran público la escasa receptividad de las instancias políticas con respecto a la progresiva desaparición de la biodiversidad. Aunque las frías consideraciones económicas dejan poco espacio al optimismo, cabe depositar una última esperanza en el desarrollo de un sentimiento ético que cuestione si la única especie que posee los medios para eliminar al resto tiene derecho a hacerlo, desposeyendo incluso a sus más próximos descendientes. Esta postura responsable, a la que debemos lo poco que se ha conseguido hasta ahora, es un

producto inmediato del pensamiento darwinista que, rompiendo con las concepciones tradicionales, puso por primera vez de manifiesto el principio de unidad de la vida.

DARWINISMO Y RELIGIÓN

Tras abandonar los estudios de medicina, Darwin optó por cursar Humanidades en la Universidad de Cambridge con el propósito de hacerse pastor de la Iglesia anglicana. Esta decisión le permitió analizar las ideas religiosas de la Inglaterra de su tiempo y, muy en particular, el argumento teológico propuesto por William Paley en su obra *Natural Theology*, donde se postula que la complejidad y el diseño de los seres vivos son una prueba irrefutable de la existencia de Dios. Cuando Darwin se embarcó en el bergantín *Beagle* en diciembre de 1831, creía sin la menor reserva en el orden de la naturaleza, con sus especies arquetípicas e inmutables, como producto inequívoco de la voluntad del Creador. Dos años después de su regreso, en 1838, ya anotaba en sus cuadernos la posibilidad de que unas especies se hubiesen transformado en otras a partir de un tronco común y comenzaba a vislumbrar el principio de selección natural.

Darwin pensaba que había descubierto algo realmente importante para la ciencia, pero tenía reparos en darlo a conocer. Una parte de esa prudencia obedecía a causas de tipo académico, relacionadas con la necesidad de acumular pruebas suficientes a favor de sus ideas. Pero otra se debía a que era consciente de que aceptar la evolución de nuestra especie modificaba totalmente la concepción de lo que es un ser humano, y, por ello, evitó el tema del origen del hombre en las formulaciones iniciales de su teoría. Temía que sus ideas le acarreasen el rechazo social y que fuesen inaceptables para su esposa Emma, mujer de arraigadas creencias religiosas. Sólo hacia el final de su vida, con la publicación de *The Descent of Man, and Aelection in Relation to Sex* (1871), entró de lleno en el problema e intentó rastrear las raíces filogenéticas de nuestras facultades intelectuales y morales.

El intento darwinista de encuadrar el comportamiento humano dentro de la perspectiva evolutiva tuvo al principio poco predicamento. Las razones eran variadas y tenían que ver tanto con la dificultad de aceptar el papel director atribuido a la selección natural como con las consecuencias religiosas que tal hipótesis implicaba. La selección natural es el proceso que propicia, aunque no necesariamente consigue, la adaptación de los organismos a su entorno, y que permite explicar el diseño que éstos muestran en su estructura, su fisiología y su conducta, sin necesidad de recurrir a la actuación de una inteligencia superior. La idea de sustituir el designio creador por una causa física tardó mucho en difundirse, hasta el punto de que, durante un largo período de tiempo, la mayor parte de las ideas evolucionistas se apoyaron en teorías de corte neolamarckista, ortogenético o mutacionista, provistas de un

fuerte contenido finalista que dejaba la puerta abierta a la intervención divina en algún punto del proceso evolutivo.

Darwin estableció una visión de la naturaleza en la que los organismos luchan por sobrevivir y reproducirse, difícil de conciliar con la obra del Dios cristiano en el que había creído. Como argumenta en una carta a Asa Gray: «Parece que hay mucha miseria en el mundo. No soy capaz de convencerme de que un Dios benévolo y omnipotente haya creado con su diseño los icneumónidos [avispas diminutas del orden Himenópteros] con la intención expresa de que [sus larvas] se alimenten en el interior de los cuerpos vivos de las orugas»Carta a Asa Gray de 22 de mayo de 1860, en Frederick Burkhardt y Sydney Smith, *The Correspondence of Charles Darwin*, vol. 8, Cambridge, Cambridge University Press, 1985, p. 224. Puede leerse la carta en http://www.darwinproject.ac.uk/darwinletters/calendar/entry-2814.html.. La ausencia de pruebas fidedignas que permitan justificar la veracidad del cristianismo, el hecho de disponer de una teoría alternativa propia que podía dar cuenta de la transformación y la diversificación de las especies, y, sobre todo, esa incapacidad de encontrar sentido a una naturaleza que percibía como injusta y, en muchos casos, despiadada, inició un lento pero progresivo debilitamiento de sus creencias que lo llevó finalmente, como confiesa en su autobiografía, al agnosticismo: «El misterio del comienzo de todas las cosas es insoluble para nosotros; y yo, por lo pronto, debo contentarme con seguir siendo un agnóstico»Nora Barlow, *op. cit.*, p. 94.. El empujón definitivo que culminó esa ruptura se produjo en 1851, al morir su hija Annie con tan solo diez años, desgracia para él injustificable desde una perspectiva cristiana.

Darwin sostenía que no había prueba alguna de que la naturaleza humana implicara la fe en un Dios omnipotente, pero pensaba que el sentimiento religioso, definido como la creencia en agentes invisibles o espirituales, podía considerarse universal, algo así como un instinto heredado similar al miedo que un mono siente por una serpiente. La transformación de esa disposición primitiva, que permite imaginar a los objetos y los agentes naturales como producto de esencias espirituales, en formas religiosas politeístas y, más tarde, en las grandes religiones monoteístas, sería consecuencia de un proceso de evolución cultural. En otras palabras, Darwin imaginaba un origen evolutivo de la naturaleza moral humana y aceptaba la religión como algo consustancial pero, en cambio, consideraba que la selección natural poco tenía que ver con la aparición de los diferentes credos.

La posibilidad de prescindir de Dios que proporciona la teoría darwinista fue vista con simpatía por sectores progresistas, ansiosos de lograr la secularización de la vida pública, al tiempo que era observada con recelo por las clases conservadoras, próximas al estamento eclesiástico. Sin embargo, esta disparidad no impidió que los grupos más poderosos de la sociedad victoriana se sintieran muy cómodos con la lectura que Herbert Spencer hizo del

evolucionismo en apoyo de sus propias ideas políticas y sociológicas. La «lucha por la existencia» y la «supervivencia del más apto» se convirtieron en elementos claves del llamado «darwinismo social» y en una justificación biológica de la superioridad moral y el predominio económico y militar del imperio británico. Se dio así la paradoja de que el darwinismo, por motivos ideológicos, llegara a ser demonizado y canonizado a un tiempo, tanto por la izquierda como por la derecha. La utilización de las ideas evolucionistas se extendió en el primer tercio del siglo XX a los movimientos eugenésicos y, más tarde, sirvió de justificación a los planteamientos racistas del nazismo. Con estos antecedentes, no es de extrañar que el darwinismo gozara de mala fama entre los pensadores que, por aquel entonces, construían los cimientos de las ciencias sociales. Incluso la teoría neodarwinista de la evolución, elaborada en plena Segunda Guerra Mundial, se formuló respetando la autonomía de lo cultural frente a lo biológico.

A pesar de esto, la cuestión básica que planteó Darwin seguía latente: la necesidad de encontrar una explicación evolutiva que ilumine nuestra comprensión de la naturaleza humana, sin necesidad de recurrir a la intervención de fuerzas espirituales ni de reproducir por enésima vez las soluciones dualistas al problema de la interacción entre materia y vida. Por ello, no es de extrañar que en los últimos años hayan surgido diversos enfoques que tratan de estudiar el comportamiento humano, incluido el religioso, desde un enfoque evolutivo, en un intento de comprender las causas por las que determinadas conductas, creencias y valores son adoptados por distintos grupos. La aparición en 1975 de la obra de Edward O. Wilson titulada *Sociobiología* constituyó el primer intento serio de retomar ese problema, tratando de investigar las bases biológicas del comportamiento social, incluyendo el humano. Las reacciones críticas no se hicieron esperar, oponiéndose a que las ideas sociobiológicas, carentes de apoyo empírico riguroso y basadas en un modelo genético rígido, fuesen utilizadas como arma social para defender posiciones ideológicas de carácter ultraliberal o, incluso, racista. Aunque Wilson abandonó pronto sus investigaciones, hastiado de los ataques recibidos, su intento marcó el comienzo de diversas corrientes de investigación, como la psicología evolucionista, la ecología de la conducta humana, o las teorías de la coevolución gen-cultura, que han alcanzado un cierto éxito en su intento de definir la condición humana y comienzan, a pesar de las dificultades para poner a prueba sus modelos, a gozar de una influencia creciente en las ciencias sociales.

En la actualidad, la teoría neodarwinista se aplica al análisis de problemas humanos correspondientes a ámbitos muy dispares, desde la medicina a la economía, pasando por la sociología o la ciencia política. Las principales reticencias provienen del campo religioso, donde ha surgido una poderosa corriente antievolucionista, de innegable raigambre social, encabezada por el movimiento creacionista norteamericano y su teoría del «diseño

inteligente». El creacionismo surgió en los años veinte del siglo pasado en el sur de Estados Unidos como una reacción de la América rural contra el ateísmo que se consideraba asociado al pensamiento darwinista, al que se atribuía la pérdida de los valores religiosos y morales por parte de la sociedad urbana. Su primer objetivo fue desalojar al darwinismo de las escuelas, operación que se inició en 1925 con la aprobación de una disposición legal que prohibía la enseñanza de la evolución en el Estado de Tennessee. Un profesor de bachillerato, John Scopes, de acuerdo con la American Civil Liberties Union, transgredió deliberadamente esa ley con la intención de ser juzgado y conseguir así una condena que permitiese llevar su caso ante un tribunal federal. No obstante, en el juicio no se alcanzó el fin apetecido, porque la sentencia fue sobreseída por defecto de forma y el caso declarado inapelable. Desde entonces, disposiciones semejantes fueron aprobadas en otros Estados y nuevas batallas legales se fueron sucediendo hasta que, en 1968, el Tribunal Supremo de Estados Unidos las declaró inconstitucionales por violar el principio de separación de la Iglesia y el Estado. Este tropiezo obligó a los creacionistas a cambiar de táctica, presentándose a continuación como «ciencia de la creación», en un intento de ocultar bajo apariencia científica las motivaciones religiosas. En 1981, el Estado de Arkansas fue el primero en promulgar una ley que exigía dedicar el mismo tiempo a la exposición del evolucionismo y de la nueva versión del creacionismo en las aulas; un año después se aprobó en Louisiana una disposición similar. Más tarde ambas fueron declaradas anticonstitucionales y, por último, el Tribunal Supremo estimó en 1987 que la «ciencia de la creación» no era otra cosa que una opinión religiosa convenientemente disfrazada.

La táctica más recientemente utilizada por el creacionismo ha consistido en sustituir la «ciencia de la creación» por la teoría del «diseño inteligente». Su proponente más representativo, el bioquímico Michael Behe, acepta que la teoría neodarwinista puede explicar determinados aspectos de la evolución, pero sostiene que es totalmente incapaz de esclarecer la complejidad bioquímica de los seres vivos. Por ejemplo, la de los sistemas multienzimáticos que actúan de forma coordinada, de manera que todos sus componentes son imprescindibles para completar la operación pertinente, como ocurre en el funcionamiento de los cilios y flagelos celulares, la coagulación de la sangre, el transporte de sustancias en el interior de las células o el sistema inmunológico de defensa. Dado que la inactivación de cualquier parte bloquea todo el sistema, Behe mantiene que es imposible imaginar estados funcionales de complejidad intermedia que permitan la acción sucesiva y gradual de procesos selectivos. Su propuesta alternativa es aceptar sin reparos que la complejidad molecular representa una prueba irrefutable de la intervención de una inteligencia superior en la evolución, es decir, una versión actualizada del argumento teológico con el que William Paley había defendido a principios del siglo XIX la existencia de Dios. Sin embargo, la conclusión de Behe parece más motivada por sus propias convicciones

personales que por una necesidad lógica.

No es admisible que pueda obtenerse conocimiento a partir de la ignorancia, salvo a la manera socrática. Si desconocemos cómo ha evolucionado una estructura compleja, o si la inexistencia de fósiles moleculares no nos permite probar cómo se originó, de ahí no puede concluirse que su aparición sea el producto de un diseño inteligente. En cambio, parece razonable asumir, rastreando los distintos niveles de complejidad que muestran estructuras de función semejante en diferentes organismos, que dicha complejidad pudo surgir partiendo de precursores sencillos y que, aunque todos los componentes acaben siendo indispensables en el estado final, éste no tiene por qué haber sido el caso en las etapas evolutivas previas. De hecho, cada vez se dispone de un mayor número de hipótesis científicamente plausibles sobre posibles vías evolutivas hacia la aparición de estructuras complejas, incluyendo el propio origen de la vida. Asimismo, la teoría neodarwinista explica de una manera convincente, aludiendo a las restricciones que impone el pasado filogenético de cada especie, la presencia de estructuras sin función aparente, como nuestro apéndice vermiforme, o lo que debería interpretarse como errores de diseño, como la mandíbula humana, que es demasiado pequeña para contener todos los dientes. Ahora bien, el «diseño inteligente» no es una teoría científica que pueda cuestionarse recurriendo a validación empírica. Nadie puede ponerse en el lugar de una supuesta inteligencia creadora, de la que tan solo sabríamos que parece combinar la genialidad con la chapuza, para discutir en serio las intenciones y los resultados de su obra.

A pesar de su inconsistencia, el creacionismo es un movimiento sociológico muy importante en Estados Unidos, donde casi la mitad de sus ciudadanos creen que nuestra especie fue creada por Dios directamente, y alrededor de la tercera parte piensa que el creacionismo debería enseñarse a la vez que la evolución en los cursos de ciencia. Este planteamiento está en franca expansión en muchos países del mundo anglosajón, y comienza a estarlo en otros, incluyendo la propia España. El fenómeno también está adquiriendo entidad en el mundo islámico, sobre todo en Turquía, donde ha surgido un creacionismo islámico que no sólo es antidarwinista sino también anticapitalista y antioccidental, orientado por el académico Adnan Oktar, que firma sus obras con el seudónimo de Harun Yahya y dispone de una página web muy visitada desde la que defiende sus propuestas.

La posición de la Iglesia católica con respecto al darwinismo ha sido más cauta, tratando de no cometer de nuevo un error similar al que determinó la condena de Galileo. Aunque es cierto que mostró inicialmente una fuerte oposición a las ideas evolucionistas, éstas, poco a poco, han llegado a ser aceptadas por la mayoría de los autores católicos, de manera que Pío XII en su encíclica *Humani generis* reconoció que la evolución biológica era compatible con la fe cristiana. Más tarde, Juan Pablo II señaló: «Hoy, casi medio siglo después de la aparición de

la encíclica [*Humani generis*], los nuevos conocimientos llevan a reconocer en la teoría de la evolución más que una hipótesis», aunque deja claro que «las teorías de la evolución que, en función de las filosofías que las inspiran, consideran al espíritu como emergente de las fuerzas de la materia viva o como un simple epifenómeno de esta materia, son incompatibles con la verdad del hombre. Ellas son, además, incapaces de fundamentar la dignidad humana»Juan Pablo II en la alocución que dirigió a los miembros de la Academia Pontificia de Ciencias el 22 de octubre de 1996. Puede leerse el texto completo en http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/messages/pont_messages/1996/documents/hf_jp-ii_mes_19961022_evoluzione_sp.html. . El actual papa Benedicto XVI defiende una posición teísta que concibe a Dios como creador y motor inicial del proceso, aunque apunta que no debe recurrirse a intervenciones divinas cuando la ciencia no puede explicar algo, rechazando así el argumento principal del «diseño inteligente», teoría que, tras ciertas vacilaciones iniciales, ha sido calificada recientemente por el Vaticano de mala ciencia y mala teología.

La polémica en torno al «diseño inteligente» ha suscitado, en parte como reacción, un interesante debate académico en torno a dos cuestiones que ya habían preocupado al propio Darwin: el grado de compatibilidad entre las creencias religiosas y el conocimiento científico actual, y la consideración de la religiosidad como un rasgo de comportamiento adaptativo, evolucionado bajo la acción de la selección natural. Con respecto a la primera cuestión, las posturas oscilan entre la defensa de que ciencia y religión son magisterios independientes que no se solapan ni interfieren entre sí, y la proposición opuesta de que la evolución darwinista conduce necesariamente al ateísmo, basada en que un universo regido por un poder sobrenatural debería ser diferente al que conocemos a través de la ciencia. La primera tesis ha sido mantenida por el paleontólogo Stephen Jay Gould, el filósofo de la biología Michael Ruse, o el evolucionista Francisco José Ayala, mientras que la segunda tiene como principal adalid a Richard Dawkins, uno de los más conocidos divulgadores del neodarwinismo. Gould argumentó que ciencia y religión se desarrollan en ámbitos diferentes, centrándose la primera en el análisis empírico del universo y la segunda en la búsqueda de valores éticos y del significado espiritual de nuestras vidas, y, en su opinión, resulta absurdo contraponerlas. Ruse y Ayala aceptan esta postura, pero van un paso más allá. El primero intenta compatibilizar el cristianismo con la evolución, por medio de una especie de teísmo que permitiría a un evolucionista cristiano imaginar a Dios como motor inicial de un universo que, a partir de su creación, funcionaría siguiendo únicamente las leyes naturales. El segundo autor defiende que los creyentes podrían utilizar el darwinismo para buscar una solución al problema de la teodicea, esto es, para tratar de compatibilizar la existencia de un Dios benevolente y todopoderoso con la presencia de mal en el mundo, dificultad que contribuyó a socavar la fe de Darwin. Para Ayala, la evolución proporciona una explicación de

la presencia de rasgos biológicos que podrían dar una imagen terrible del Creador si hubiera que atribuirlos a su voluntad. La espina dorsal está mal diseñada, los depredadores devoran cruelmente a sus presas, los parásitos sólo pueden vivir si destruyen a sus huéspedes, quinientos millones de personas sufren la malaria y un millón y medio de niños mueren por su causa cada año. De la misma manera que la física nos permite adjudicar a causas naturales los efectos devastadores de un terremoto o un tsunami, la teoría evolutiva nos faculta para entender el origen de las imperfecciones, defectos, sufrimientos, crueldades y aun sadismos que acompañan al fenómeno vital.

En el otro extremo del espectro, Dawkins proclama que la idea de Dios resulta poco menos que una hipótesis insostenible a la luz del conocimiento proporcionado por la ciencia actual, y opina que no sólo es imposible demostrar que Dios existe, sino que la evidencia disponible apoya la tesis contraria. Esto lo lleva a analizar la segunda de las cuestiones mencionadas anteriormente: ¿cuál pudo ser el valor evolutivo del sentimiento religioso? ¿Qué convirtió a nuestros antepasados en creyentes? En su respuesta, la religiosidad es considerada como un subproducto evolutivo, una consecuencia involuntaria de la necesidad que tienen los niños de creer en lo que les cuentan sus mayores para evitar tener que poner a prueba, con los riesgos que esto comporta, todo aquello que observan y que pueden aprender. En el discurso de Dawkins, la evolución ha favorecido que las personas seamos creyentes, en el sentido de aceptar la veracidad de algo por puro principio de autoridad, lo cual ha hecho posible la proliferación de creencias sin contenido empírico, como las religiosas, en las sociedades humanas.

Siguiendo una línea argumental parecida, algunos autores procedentes del campo de la psicología evolucionista, como Pascal Boyer o Scott Atran, consideran que la religiosidad no surge como una auténtica adaptación, sino como subproducto de la actividad cerebral modular de nuestra especie y, por tanto, sería una consecuencia de la estructura cognitiva de la mente, evolucionada para guiar el comportamiento social y la interacción con el mundo físico y biológico. Dicha estructura habría propiciado que los individuos asuman como verdaderas las creencias en seres sobrenaturales, tan características del pensamiento religioso, debido a la capacidad del ser humano para adjudicar a seres inanimados, agentes naturales, o entes imaginados, las cualidades que nuestra mente atribuye a los organismos con los que interacciona. Las formas elementales de la religión –el animismo y el totemismo, por ejemplo– parecen encajar bien en este esquema, mientras que las versiones más complejas serían, como pensaba Darwin, producto de la evolución cultural. Otros autores como David S. Wilson, Craig T. Palmer o Richard Sosis abogan por considerar el comportamiento religioso como una auténtica adaptación, producto de un proceso de selección entre grupos, puesto que tal proceder favorece la aceptación de reglas morales y

refuerza, por tanto, la cohesión y el funcionamiento social de un colectivo. Tanto unos como otros tienen por delante la difícil tarea de dotar de contenido empírico a lo que, por ahora, sólo son hipótesis plausibles.