

Datos científicos y argumentos epistemológicos contra la pseudociencia del diseño inteligente

Manuel Tamayo¹ y Eustoquio Molina²

¹. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Católica del Maule, Casilla 617, Talca. Chile. E-mail: manuel.tamayoh@gmail.com

². Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009-Zaragoza. España. E-mail: emolina@unizar.es.

RESUMEN

Se analizan los orígenes y propósitos del movimiento pseudocientífico del “diseño inteligente”, sus débiles argumentos antievolucionistas y su carácter al margen de la verdadera ciencia, que los delatan como creacionistas disfrazados con un camuflaje pseudocientífico. Se analizan diversos ejemplos que demuestran que el diseño de los seres vivos dista mucho de ser óptimo, se explica plausiblemente como el resultado del mecanismo evolutivo y no resulta necesario ni científico apelar a un diseñador inteligente que actúe en forma instantánea, con piezas nuevas y con todos los materiales a su disposición. Sin embargo, el diseño evolutivo es suficientemente bueno como para adaptar al organismo a sus necesidades ambientales a través de la selección natural, proceso ciego, no finalista e imprevisor, que modifica los órganos de los antecesores y aprovecha la ventaja inmediata de ciertas mutaciones o combinaciones genéticas; de manera que los modelos inicialmente simples se van refinando a través de millones de años y a veces se diversifican hacia usos imprevistos. Estos datos biológicos contradicen los argumentos de la estrategia del diseño inteligente, tales como la supuesta “complejidad irreductible”. La evolución biológica es un hecho y el mecanismo básico es muy bien conocido, por lo que, contrariamente a las ideas propagadas por los creacionistas pseudocientíficos, ningún científico competente pone en duda la teoría de la evolución biológica. *eVOLUCIÓN* 3(1): 9-29 (2008).

Palabras Clave: Evolucionismo, Creacionismo, Complejidad irreductible, Naturaleza de la Ciencia.

Introducción

“La evolución es un proceso esencialmente caprichoso, que permite generosamente la supervivencia de creacionistas, astrólogos e incluso meteorólogos”

John Mandeville

Cuando los conocimientos científicos acerca del Universo, la Tierra y el Hombre eran escasos, en Occidente se buscaba su origen en el relato bíblico del Génesis. El pastor anglicano y prelado irlandés James Ussher (1580-1655) escribió en *Annales Veteris Testamenti, a Prima Mundi Origine Deducti* (1658) que de acuerdo con cálculos basados en la Biblia, Dios creó todo lo conocido a mediodía del domingo 23 de octubre del año 2004 A.C., interpretación que aún aceptan ciertos grupos fundamentalistas extremos. Bastantes científicos, entre ellos Robert Boyle (1627-1691), Isaac Newton (1643-1727) y Alcide D’Orbigny (1802-1857), trataban de integrar los nuevos datos científicos con la narración bíblica. Incluso Charles Darwin (1809-1882) fue religioso antes de su viaje alrededor del mundo, aunque su obra, el *Origen de las Especies* (1859), resultó fundamental para cuestionar el creacionismo. Inmediatamente después de que Darwin propusiera el modelo evolutivo por selección natural, se produjo una fuerte discusión entre partidarios y

detractores. En un artículo anónimo publicado en la revista *London Quarterly Review* de julio de 1860, el obispo anglicano de Oxford Samuel Wilberforce calificó al libro de Darwin como “*absolutamente incompatible con la Palabra de Dios*”. El biólogo inglés St. George Jackson Mivart (1827-1900), reverendo católico liberal que había abandonado a la iglesia anglicana, insistió en que los ojos y las alas son estructuras demasiado complejas como para haber evolucionado sobre la base de pequeñas modificaciones (Mivart 1871), afirmando que las etapas incipientes iniciales no tendrían valor para la supervivencia. Curiosamente, Mivart fue excomulgado y se le negó un entierro cristiano (Gardner 2001).

Descubrimientos geológicos y paleontológicos anteriores habían cuestionado la interpretación literal del libro del Génesis (Gillispie 1950, Sequeiros 1997), pero la obra de Charles Darwin completó la revolución copernicana, postulando que el Universo obedece a causas naturales, y a medida que geólogos y paleontólogos demostraron la enorme antigüedad de la Tierra y la gran diferencia de la mayoría de los fósiles con los organismos actuales, el relato bíblico fue resultando cada vez más inverosímil. El desarrollo de la Biología fue decisivo (Ayala 1994; Makinistian 2004), siendo la teoría sintética de la evolución la que está cuestionando el creacionismo más eficazmente, haciendo innecesario un

diseñador sobrenatural para explicar el origen de los seres vivos (Dawkins 1988; Rivano 1990).

Desde mediados del siglo XIX el debate entre creacionistas clásicos y evolucionistas ha sido muy intenso. En el siglo XX la iglesia católica acepta el mecanismo de la evolución y decide que la narración bíblica debe considerarse alegórica, debido principalmente al consenso sobre la teoría sintética de la evolución, a la aparición de numerosos fósiles de homínidos y a la influencia de los escritos del paleontólogo jesuita Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955). El proceso de considerar al evolucionismo seriamente se inició con el Papa Pío XII en 1953 y ha culminado con el Papa Juan Pablo II en 1996, al admitir que la teoría de la evolución es más que una hipótesis, llegando así a concluir que los conceptos de evolución y creación no son incompatibles (Sequeiros 1992; 2006; Miller 2000a). Por tanto, la abrumadora cantidad de datos científicos a favor del hecho de la evolución y en contra de la aceptación literal del relato bíblico del Génesis, ha conducido a la jerarquía de la Iglesia Católica a admitir el mecanismo de la evolución biológica y el carácter alegórico del Génesis. Sin embargo, interpretan que sería la forma como Dios habría creado todo, que la evolución sería una creación continua y se reservan la parcela del alma como algo separado de la evolución. De esta forma ha disminuido el enfrentamiento entre religión y ciencia, llegando algunos científicos a considerarlas como dos magisterios separados (Gould 2000; Ayala 2007). La mayor parte de los científicos considera que el alma no es más que la actividad cerebral y no creen en el dualismo cuerpo y alma. Incluso algunos teólogos y otros religiosos comienzan a cuestionar el concepto de alma como eterna e independiente del proceso evolutivo (Sequeiros 1992; 2006).

En el extremo opuesto están los fundamentalistas religiosos, principalmente protestantes (Testigos de Jehová, Mormones, etc.) y algunos católicos (Círculo Científico e Histórico, etc.), que aún interpretan la Biblia literalmente y la consideran un libro científico. Por consiguiente se autodenominan “creacionistas científicos”, pero el intentar ser ciencia cuando en realidad son religión -es obvio que la Biblia no es un libro científico- ha dado lugar a una de las más genuinas pseudociencias. Los creacionistas “científicos” frecuentemente atacan a las ciencias naturales (geología y biología) y especialmente a la teoría de la evolución, que han tenido que defender algunos científicos (Kitcher 1982; Newell 1982; Gastaldo y Tanner 1984; Gould 1984; McGowan 1984; Berra 1990; Molina 1992a,b, 1993, 1996, 1998, 2000a,b, 2001, 2006a,b; entre otros).

La causa desencadenante de este conflicto es la separación de la Iglesia y del Estado en EE UU, cuya constitución prohíbe la enseñanza de la religión en las escuelas. A principios del siglo

XX los creacionistas “científicos” consiguieron que se aprobaran leyes prohibiendo la enseñanza de la teoría de la evolución en las escuelas de la mayoría de los Estados. Esto provocó el famoso “juicio del mono” en el que el maestro John Thomas Scopes (1900-1970) fue condenado en 1925 en Dayton, Tennessee, por enseñar la evolución, manteniéndose la prohibición durante varias décadas. Cuando estas leyes fueron derogadas su estrategia se centró en aprobar igual tiempo de enseñanza a la evolución que a la “teoría” de la creación, pero esta vez sus éxitos duraron menos. Finalmente, tras el fracaso por instaurar la enseñanza de la creación del Génesis en clases de Ciencias Naturales, ha surgido una nueva estrategia creacionista: el movimiento actual del Diseño Inteligente, que se ha desarrollado en Estados Unidos a partir de la década de 1990 y ha renovado los argumentos antievolutionistas.

El enfrentamiento real no es evolución contra creación, lo opuesto a evolucionismo es fijismo, lo contrario a creacionismo es ateísmo. Hay muchos religiosos que son evolucionistas, pero los ateos no deben ser fijistas, porque el desarrollo de las ideas evolucionistas hace innecesario un Creador, aunque la ciencia no puede demostrar su inexistencia. Con la concepción antigua de una Tierra reciente y estable solo cabía aceptar el fijismo, en cambio la ciencia moderna, evolucionista, da cabida a creyentes, agnósticos y ateos. En otras palabras, se enfrentan dos concepciones del universo: el modelo antiguo, apoyado por los grupos ultracreacionistas, anticientíficos (que aceptan a la Biblia, escrita bajo el antiguo paradigma, en forma literal) y el modelo moderno, de un Universo enorme, muy antiguo y en constante evolución, desarrollado por la ciencia moderna. Al núcleo ultracreacionista se han unido los del Diseño Inteligente que aceptan una Tierra más antigua, pero intentan falsear el proceso evolutivo y demostrar que todo ha sido diseñado por Dios.

El presente ensayo pretende analizar los débiles argumentos y la estrategia pseudocientífica de los proponentes del diseño inteligente, poner de manifiesto las imperfecciones del diseño de los organismos, que dista mucho de ser óptimo porque es el resultado del mecanismo de la evolución biológica.

Diseño ¿inteligente?

Desde la antigüedad el ser humano se ha sorprendido por la concordancia de estructuras, formas y conductas de los organismos vivos, en relación con sus formas de vida y lugares que habitan. Antiguamente, la única explicación posible, considerando a la Tierra con pocos miles de años y como un lugar central en un pequeño Universo, fue postular la existencia de un diseñador con un determinado propósito. Tal idea

la desarrolló Santo Tomás de Aquino (1224-1274), remontándose a Platón y Aristóteles. Posteriormente, el reverendo inglés William Paley (1743-1805) escribió en *Natural Theology* (1802), que un instrumento muy complejo y preciso, como un reloj, debe tener un fabricante altamente cualificado, que el diseño presupone la existencia de un Creador inteligente con propósitos. Este argumento había sido debilitado anteriormente por el filósofo David Hume (1711-1776) en *Diálogos Concernientes a la Religión Natural* (1779), afirmando que escapa a todo criterio de prueba y verificación. Entre 1833 y 1840 el argumento del diseño experimentó un nuevo auge con la publicación de los ocho *Bridgewater Treatises*, que planteaban que cuanto existe es diseñado por Dios (Gillispie, 1950). Más recientemente, Richard Dawkins (1988), con su analogía del relojero ciego, ha descalificado muy rigurosamente este argumento. A pesar de que las analogías tienen poca validez entre estructuras de naturaleza muy diferente, como relojes y organismos, el argumento del diseño inteligente ha calado muy hondo en la mentalidad de mucha gente y suele ser uno de los más utilizados para creer en Dios. La debilidad de este argumento se debe a que también se puede usar en sentido contrario: hay mucha imperfección e injusticias y Dios no se ha manifestado inequívocamente (Molina 2001). Por tanto, a pesar de su popularidad, este argumento ha sido abandonado por bastantes teólogos, aunque sigue siendo usado por muchos creyentes de diversas religiones.

Gente culta ajena al tema suele ser engañada por los antievolucionistas debido a estrategias como utilizar el término "teoría" como sinónimo de conjetura o suposición en lugar de darle la debida connotación de su uso en ciencias, o presentar a las diferencias entre las distintas escuelas relativas al mecanismo evolutivo (equilibrio intermitente, neutralismo, etc.) como demostración de que la evolución biológica no es un hecho ni una teoría sólida, aunque por supuesto todas coinciden en que la evolución biológica es un hecho comprobado.

Los modernos creacionistas han desempolvado el antiguo argumento religioso del diseño inteligente, conscientes de su gran aceptación popular, y lo presentan como científico para intentar introducirlo en la enseñanza de la ciencia. En consecuencia, ha surgido una pseudociencia sofisticada, religión disfrazada de ciencia. El pionero del diseño en EE UU fue Charles Thaxton, quien en su libro *El Misterio del Origen de la Vida* (1984), argumentó que la molécula de ADN en doble hélice es un diseño inteligente. Percival Davis y Dean Kenyon publicaron *Of Pandas and Peoples* (1989) texto anexo a un curso de biología en el que plantearon en forma recalcitrante el antievolucionismo. Sin embargo, la estrategia del diseño inteligente surgió

organizadamente hacia 1992 y los principales proponentes fueron Phillip Johnson, William Dembski, Stephen Meyer, Guillermo González y Michael Behe. Se considera que el padre de la estrategia político-económica del movimiento es Irving Kristol, político neoconservador y editor. Otro político relacionado es George Bush, fundamentalista cristiano y presidente de EE UU que proclama tener un mandato de Dios, y algunos de sus seguidores lo consideran enviado celestial arguyendo que su nombre es providencial, puesto que "Bush" significa "arbusto" y Dios se le apareció a Moisés "como un arbusto ardiente". Además, un ex candidato presidencial ultraconservador, Pat Buchanan, ataca constantemente a la evolución desde sus columnas periodísticas.

El más prominente portavoz, estrategia y fundador del movimiento es Phillip E. Johnson (1940-), abogado que fue funcionario legal del Juez Presidente del Tribunal Supremo de EE UU y enseñó leyes durante veinte años en la Universidad de California en Berkeley. Sin ser científico, ha publicado muchos libros antievolucionistas, tratando de falsear los datos y teorías científicas y, especialmente, atacando al darwinismo por su carácter naturalista. Insiste en que la evolución sería una religión, una simple teoría no probada, no basada en hechos sino en la fe en el materialismo filosófico. Por el contrario, afirma rotundamente que la "teoría" del diseño inteligente es ciencia, siendo un prestigioso abogado pero sólo un diletante en cuestiones científicas. Tras la derogación de las leyes que prohibían la enseñanza de la evolución buscó una nueva estrategia, a la que llama "la cuña", alejándose de los creacionistas "científicos" y sacando a la Biblia del debate. Trata de ocultar sus ideas religiosas, aunque pertenece a la Iglesia Presbiteriana. En su libro *Darwin on Trial* (1991), traducido como *Proceso a Darwin: el Porqué la Teoría Darwinista no es Nada Más que Eso: una Teoría* (1995), previamente a un debate entre científicos y creacionistas en la Universidad Complutense de Madrid, Johnson se afana en falsear la teoría de la evolución, hace algunas breves referencias al diseño inteligente, y, aunque aún no expone la estrategia, se considera a este libro como punto de partida del movimiento debido a su enfoque netamente antievolucionista y no creacionista literalista.

En el multitudinario debate convocado por una organización ultracatólica en una enorme carpa en el campus de la Universidad Complutense se pretendía hacer una especie de juicio a la ciencia (Fig. 1). Éste fue uno de los primeros intentos de exportar la naciente estrategia del diseño y el abogado Phillip E. Johnson sentenciaba:

"que no hay demasiados datos que apoyen la teoría de la evolución y que es aceptada a ciegas por los científicos".



Fig. 1.- Conferenciantes en el debate de Madrid en 1995: G. Berthault, E. Molina, S. Miller, A. Martín Municio, Ch. De Duve, J. Oró, J.M. Petit y M. Gyertich. Faltan en la foto: D. Alvargonzález, X. Barcons, S.L. Jaki, P.E. Johnson y D. Tassot.

El genetista polaco Maciej Gyertich, actualmente eurodiputado ultraderechista, afirmaba que la evolución es una mentira, el ingeniero francés Guy Berthault trataba de demostrar que los estratos sedimentan en posición vertical y que todos los fósiles son recientes, el filósofo Dominique Tassot aún defendía la narración bíblica de forma literal, el teólogo-físico Stanley L. Jaki afirmaba que el evolucionismo es una religión, el filósofo José M. Petit defendía que la evolución es una teoría metafísica, el premio Nobel de Medicina Christian de Duve concluía que la vida siempre evoluciona hacia seres inteligentes, el astrofísico Xavier Barcons ponía en duda las teorías sobre el Big Bang, los bioquímicos Stanley Miller y Joan Oró se limitaron a contar sus experimentos sobre el origen de la vida. En este ambiente el biólogo-filósofo David Alvargonzález y el paleontólogo Eustoquio Molina se atrevieron a defender la teoría de la evolución y algunos otros aspectos científicos atacados. Este tipo de debates suelen ser un diálogo de sordos, una plataforma publicitaria para los creacionistas y una pérdida de tiempo para los científicos, ya que las ideas creacionistas resultan más atractivas que las evolucionistas para la gente poco instruida.

William A. Dembski (1960-), otro de los más activos proponentes del diseño inteligente, es teólogo y matemático, pero no se le conocen publicaciones en revistas de prestigio de matemáticas ni de evolución. Actualmente es profesor de Filosofía en el Seminario Teológico Baptista de Fort Worth en Texas. Ha publicado libros con títulos tan significativos como: *The Design Inference: Eliminating Chance Through Small Probabilities* (1998), *Intelligent Design: the Bridge Between Science and Theology* (1999) y *No Free Lunch: Why Specified Complexity Cannot Be Purchased Without Intelligence* (2002). Su simplista teoría que intenta justificar con una argumentación matemática, se puede resumir en que la gran complejidad de los organismos no es probable ni posible como producto

de la suerte sino de un diseñador inteligente. Para evitar que sus argumentos sean considerados como religión y para que puedan enseñarse en las escuelas, ha llegado a afirmar que el diseñador inteligente no tiene por qué ser necesariamente Dios, que pudieron ser alienígenas del espacio, pero dada su afiliación religiosa es evidente que para él el mejor “candidato” es Dios. Tras escuchar a William A. Dembski, el prestigioso biólogo Kenneth Miller (2000b) consideró a la idea de la planificación inteligente como:

“un fraude que se disfraza de teoría científica”.

Las inconsistencias de los argumentos de Dembski han sido muy bien rebatidas por Perakh (2004) y Alemañ Berenguer (2007), entre otros críticos del diseño inteligente.

Stephen C. Meyer, teólogo graduado en geología en 1980, trabajó como geofísico durante un tiempo, pero no ha publicado artículos en revistas de prestigio que tengan relación con alguna línea de investigación en evolución. Tras asistir a una conferencia creacionista decidió dedicarse a combatir el evolucionismo y se doctoró en historia y filosofía de la ciencia en 1991. Enseñó en un colegio de la Iglesia Presbiteriana y después en la Universidad cristiana de Palm Beach. Últimamente trabaja a tiempo completo para el *Discovery Institute*, subvencionado por ricos creacionistas, desde donde se dedica a promover en las escuelas la enseñanza del diseño inteligente, siendo el presidente de su Centro para la Renovación de la Ciencia y la Cultura.

Guillermo González (1963-), astrofísico de origen cubano, profesor asistente en el Departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Iowa, investiga sobre los últimos estadios de la evolución estelar usando espectroscopia, sobre lo que ha publicado unos sesenta artículos. Desarrolla una activa labor en el *Discovery Institute* y en la *International Society for Complexity, Information and Design*, desde donde promueve el diseño inteligente. En su universidad se han

negado a promoverle a profesor asociado y ha apelado alegando discriminación por su defensa del diseño inteligente (Brumfiel 2007). El *Discovery Institute* lanzó una campaña mostrando a González como víctima de los ideólogos darwinistas. El caso ha sido revisado por el equipo rectoral de la Universidad de Iowa y el presidente anunció el 1 de Junio de 2007 el rechazo de su apelación por no tener suficientes méritos científicos. Este incidente ha servido para dar publicidad a su libro *The Privileged Planet* (2004), escrito con el teólogo Jay W. Richards y traducido al español como *El Planeta Privilegiado: Cómo Nuestro Lugar en el Cosmos Está Diseñado Para el Descubrimiento* (2006). González y Richards proponen el concepto de “zona galáctica habitable”, que nuestro planeta no solo se adecua exquisitamente a la posibilidad de la vida sino además proporciona la mejor vista del Universo, como si la Tierra estuviera diseñada precisamente para la vida y para el descubrimiento científico.

A otros este concepto no nos parece plausible y lo interpretamos en sentido contrario (Molina y Tamayo 2007). El ambiente espacial es tan hostil que la vida probablemente es un fenómeno muy escaso en el Universo y no se puede afirmar que nuestro planeta esté diseñado inteligentemente para albergarnos. En la Tierra los organismos vivos están amenazados por el posible choque de grandes meteoritos que podrían desencadenar una súbita extinción en masa, tal y como ocurrió en el límite Cretácico/Terciario hace 65,5 millones de años, lo que evidencia que el Universo no tiene un diseño perfecto. Si en nuestro Sistema Solar los planetas tuviesen otras características más propicias para el desarrollo de la vida, los seres vivos podrían haber prosperado más rápidamente y no a lo largo de tantos millones de años, y podría haber un régimen distinto de evolución y extinciones. Tampoco parece que sea un diseño perfecto el enorme derroche de espacio en el Universo y que tengamos que hacernos en la Tierra tantos millones de personas. ¿Haría un diseñador inteligente un Universo tan imperfecto y hostil?

Michael J. Behe (1952-) (Fig. 2) es el único proponente del diseño inteligente que desarrolla una línea de investigación algo relacionada con la evolución, habiendo publicado unos cincuenta artículos sobre bioquímica en revistas de prestigio. Es profesor de Bioquímica en la Universidad de Lehigh, donde sus compañeros de departamento rechazaron públicamente sus propuestas sobre el diseño inteligente. Publicó sus ideas sobre el diseño en un libro de divulgación, *Darwin's Black Box* (1996), el más relevante del movimiento, traducido como *La Caja Negra de Darwin: el Reto de la Bioquímica a la Evolución* (1999). En este libro Behe desarrolla su concepto de “complejidad irreducible”, según el cual ciertos sistemas biológicos están formados por

piezas tan bien ajustadas para realizar cierta función, que el sistema deja de funcionar si se elimina a alguna de ellas, proponiendo que como todos estos elementos son necesarios simultáneamente, no pudieron haber evolucionado por etapas sucesivas. Además, según Behe, el metabolismo celular es tan complejo que requiere de un diseñador, no podría ser producto de evolución, y como no podemos saber la forma en que evolucionó, debe aceptarse que proviene de un ser divino. Análogamente, los nativos de tribus amazónicas o africanas están convencidos del origen sobrenatural de los satélites artificiales, que cruzan ocasionalmente por el cielo nocturno. Lógicamente esto NO es ciencia, porque es llegar a una conclusión sin realizar ninguna investigación y porque invoca fenómenos sobrenaturales, y es predicar la religión abusivamente porque reduce a Dios a lo que la ciencia supuestamente aún desconoce.

El denominador común de los defensores de la estrategia del diseño inteligente es el ataque a la teoría de la evolución biológica (al menos a nivel de macroevolución), tratando de falsearla con argumentaciones pretendidamente científicas. Sin embargo, los planteamientos sesgados y pseudo-científicos no deben tolerarse en los medios académicos (Bunge 1996; Mahner y Bunge 1997). Además, la teoría de la evolución se puede comprobar sólo indirectamente, ya que está compuesta por muchas proposiciones. Éstas no son leyes en sentido estricto y el principio de falseación de Popper generalmente no puede aplicarse porque las excepciones no falsan la validez general de la mayor parte de las regularidades (Mayr 2001).

Los proponentes del diseño inteligente tratan de ocultar sus motivaciones religiosas, se puede pensar en otras motivaciones como el ansia de protagonismo, fama y enriquecimiento con la



Fig. 2.- Michael Behe, proponente del diseño inteligente, difundiendo sus ideas en los medios de comunicación.

venta de tantos libros, pero la principal motivación parece ser su conservadurismo religioso y la pretensión de que el diseño inteligente sea enseñado en las escuelas como si fuera una teoría científica equiparable a la evolución. La motivación religiosa aparece clara en los documentos internos de su Centro para la Renovación de la Ciencia y la Cultura donde han escrito:

“La teoría del diseño promete revocar el agobiante dominio de la visión materialista del mundo, y reemplazarla por una ciencia acorde con las convicciones cristianas y teístas”.

El 5 de enero de 1982, en el estado de Arkansas el juez William R. Overton tuvo que juzgar un litigio entre creacionistas y evolucionistas. Después de escuchar las declaraciones de diversos científicos, su sentencia dictaminó que los autoproclamados “creacionistas científicos” no son científicos, e incluyó una definición de la ciencia basada en cinco características. En 1987, la Corte Suprema de Estados Unidos emitió la sentencia sobre el caso *Edwards vs. Aquillard*, dictaminando que el creacionismo es inconstitucional en el currículo de ciencia de escuelas públicas. El modificar el “creacionismo científico” bajo la forma aparente de “ciencia del diseño inteligente” ha sido una estrategia que les estaba permitiendo la eliminación de la evolución, la edad de la Tierra y el origen del universo en los programas de las escuelas del Estado de Kansas en 1999 y estaban presionando en otros Estados. El asunto se dirimió en un famoso juicio, los proponentes del diseño inteligente lo aprovecharon para difundir sus ideas y algunos científicos, ahora Kenneth R. Miller como en otras ocasiones Francisco J. Ayala y Stephen J. Gould, debieron acudir en defensa de la teoría de la evolución. El 20 de diciembre de 2005 nuevamente perdieron los creacionistas: el juez John Jones III emitió la sentencia sobre el caso *Kitzmiller et al. vs. el Distrito Escolar de Dover*, dictaminando que la teoría del diseño inteligente es creacionismo disfrazado con un camuflaje pseudocientífico (Claramonte Sanz 2007). Por tanto, esto supone un importante precedente, la enseñanza del diseño inteligente en clases de ciencias fue declarada anticonstitucional y prohibida por violar la separación entre Iglesia y Estado.

Por supuesto, no todos los religiosos son anticientíficos, por lo tanto no todos excluyen a la evolución biológica ni todos apoyan al movimiento del diseño. El jesuita Guy Consolmagno, astrónomo del Vaticano, expresó en *Astrobiology Magazine*, del 19 de septiembre de 2005:

"Algunas personas piensan que pueden usar la ciencia para demostrar la existencia de Dios. Y eso pone a la ciencia por delante de Dios; lo que hace a la ciencia más poderosa que Dios. Eso es mala teología".

En su edición del 16-17 de enero de 2006, *L'Osservatore Romano*, diario oficial del Vaticano, publicó un artículo escrito por Fiorenzo Facchini, profesor de biología evolutiva de la Universidad de Boloña, en el que manifiesta que fue correcta la decisión del juez de Pennsylvania de que la teoría del diseño inteligente no debería enseñarse como una alternativa científica de la evolución. Escribió:

"Si se considera que el modelo propuesto por Darwin no es suficiente habría que buscar otro. Pero no es correcto, desde un punto de vista metodológico, apartarse del campo de la ciencia y pretender que se hace ciencia".

Ya en 1897 el teólogo L. Abbot encontraba ventajas en una teología informada por el darwinismo (Brooke 1991). Sin embargo, en un artículo publicado el 7 de julio de 2005 en *The New York Times*, Christoph Schönborn, cardenal de Viena, afirmó:

“Cualquier sistema de pensamiento que niegue o prescinda de la evidencia aplastante del diseño en la biología, es ideología, no ciencia”.

Los antievolucionistas pretenden presentar a sus ideas como “científicas” y argumentan que deben enseñarse en clases de ciencias junto con las ideas evolucionistas. Para apoyar esta idea absurda tergiversan el significado de la palabra ciencia, presentándola como incluyente de cualquier clase de ideas (realmente científicas, filosóficas, religiosas, etc.). Si consideramos las características de una verdadera ciencia, queda en evidencia que el ultracreacionismo y el movimiento del diseño inteligente no son científicos en absoluto. Cualquier teoría científica se distingue porque:

- 1) está apoyada por una comunidad de investigadores,
- 2) éstos trabajan en instituciones encargadas de la actividad científica,
- 3) que para obtener conocimientos realizan procesos específicos que conforman el método científico,
- 4) que originan una forma particular de conocimiento, que trata exclusivamente con factores de nuestro mundo físico real, por lo tanto conocimiento verificable y falseable, y
- 5) que se publican en revistas científicas especializadas.

Nada de ello se encuentra en las pseudociencias como la del “diseño inteligente”. Además, la mayoría de los antievolucionistas no son biólogos, y los que lo son no están especializados específicamente en el campo evolutivo. Debido a esto, las instituciones en que trabajan tampoco están encargadas de la actividad científica.

La comunidad de investigadores del creacionismo científico no existe, puesto que los defensores manifiestan diversas posiciones respecto a la evolución, desde su negación absoluta hasta su aceptación como un proceso guiado,

algunos aceptan la gran antigüedad de la Tierra y otros son partidarios de una Tierra reciente. Por otra parte, los argumentos utilizados por los ultracreationistas suelen contradecirse entre sí. Por ejemplo, para descalificar al *Archeopteryx* como fósil intermedio entre reptiles y aves, Andreas Wagner, Lee Spetner, Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe argumentan que se trata de un simple reptil, en cambio Richard Owen, L. Gaya, Scott M. Huse y Duane Gish afirman que es una simple ave. Si consideramos este “empate a cuatro”, para ellos también debería tratarse de un intermedio entre reptil y ave. La frecuente afirmación de antievolutionistas de la inexistencia de formas de transición se contradice con un texto de Daniel Barros Grez, quien apoyó la existencia de un diseñador inteligente a través de las que llamó “excepciones de la Naturaleza”, que serían demostraciones de la obra de Dios, entre las que incluye a los “animales intermedios” y a las cicadáceas, que considera un eslabón entre plantas dicotiledóneas y monocotiledóneas (Barros Grez 1879).

Las opiniones acerca del diseño inteligente se encuentran en libros de divulgación, folletos, páginas de Internet, periódicos y revistas conservadoras como *Commentary*. En ninguno de estos casos se someten a revisiones de expertos ni hay comités editoriales responsables como en las revistas científicas especializadas. George Gilchrist (1997), de la Universidad de Washington, revisó 6.000 revistas científicas especializadas en biología buscando algún artículo sobre “diseño inteligente”, sin encontrar ni siquiera uno. En agosto de 2004, el ya mencionado Stephen C. Meyer, logró publicar un artículo en una revista catalogada en el SCI, *Proceedings of the Biological Society of Washington*, pero en septiembre la institución que publica la revista, *Council of the Biological Society of Washington*, emitió una declaración retirando el artículo por no tener suficiente nivel científico y haber pasado un proceso de revisión irregular.

La ciencia avanza aportando datos que sirven para verificar hipótesis y refutar otras, pero al tratar de demostrar que algo no existe siempre queda abierta la posibilidad de que se encuentre. Por otra parte, como lo señala Dupré (2006) el argumento del diseño:

“sólo define y especifica un aparato teórico en términos tan vagos que lindan con el sin sentido, y explica apenas la presencia de algún orden o estructura, sin hacer referencia a un solo detalle de la estructura real que encontramos en nuestro mundo. No hay comparación posible entre la evolución y el argumento del diseño en cuanto a riqueza explicativa y precisión”.

Un principio metodológico que no siguen es especialmente relevante en el caso de la propuesta de un diseñador todopoderoso. Se trata de un principio básico, que afirmaciones extraordi-

narias requieren pruebas extraordinarias y que el peso de la prueba recae sobre quien hace la afirmación extraordinaria. Los creacionistas son los que tienen que demostrar que Dios existe y que lo ha diseñado todo. Sin embargo, se limitan a afirmar que la evolución no está demostrada y tanto los más radicales como los más progresistas en algún momento recurren a la fe, que es algo no científico y totalmente opuesto al método científico. Es insólito que los antievolutionistas creacionistas se consideren científicos y que suelen calificar a la evolución biológica de “*religión materialista*”, aunque, a diferencia de lo que ocurre con el creacionismo, es el concepto base de la biología moderna, reconocido y apoyado por un sólido cuerpo de evidencias, un hecho reconocido por todos los científicos competentes en esta área de estudio.

El antievolutionismo bajo cualquiera de sus formas, entre ellas el diseño inteligente, es claramente una pseudociencia, las que se caracterizan porque no utilizan métodos rigurosos, carecen de un armazón conceptual contrastable, sus pruebas son cuestionables, tergiversan o falsifican datos, contradicen afirmaciones científicas válidas, formulan especulaciones basadas en datos irrelevantes, inconexos o mal interpretados, se basan en otras pseudociencias, y utilizan la indeterminación de ciertos temas para convertirlos en misteriosos (Bello Diéguez 2001). El antievolutionismo presenta los elementos comunes a todas las creencias patológicas o tóxicas: inferencias arbitrarias, abstracción selectiva, generalizaciones excesivas, magnificación o minimización, pensamientos absolutistas y dicotómicos (Marina 2006).

En definitiva, los creacionistas, incluyendo a los proponentes del diseño inteligente, suelen ignorar los principios más básicos y elementales de la lógica y del método científico. Uno de los fundamentales es que las interpretaciones han de ser plausibles con los datos disponibles, que la explicación más sencilla suele ser la más plausible y, sobre todo, que la ciencia no puede recurrir a causas sobrenaturales, como un diseñador, para explicar procesos que carecen de una teoría concluyente y sólidamente fundada (Troncoso y Tamayo 1998). Es imposible refutar científicamente la idea (no teoría) del diseño inteligente, ya que si un organismo muestra una característica, sus proponentes suelen argumentar que el diseñador inteligente lo hizo de esa forma, y si tiene otra característica, opuesta, explican con igual confianza que el diseñador lo quiso así, puesto que “*los designios divinos son inescrutables*”. Por último, ante diseños imperfectos o situaciones que producen sufrimiento pueden argumentar que existen otros diseñadores, cuyo trabajo es más imperfecto o incluso malvado, llámense ángeles o demonios (Newman, s/a). Dado esto, no se puede concebir un experimento que pueda probar que es falso, pero claramente

estamos en el campo de la especulación anti-científica. Sin embargo, la idea básica es refutada claramente por los muchos casos de diseño imperfecto que se encuentran en la naturaleza (Sober 2007) algunos de los cuales se describen a continuación.

Seres Vivos: “Diseñados” por la Evolución

Al dejar a la Biblia fuera del debate, ya que los creacionistas modernos la consideran alegórica, los científicos nos tenemos que limitar a defender nuestras teorías, por lo cual consideramos necesario responder con algunos ejemplos y argumentos. La evolución biológica es el resultado de la interacción entre dos factores fundamentales: las mutaciones, que se producen accidentalmente, y la selección natural, que guía el proceso. A ellos se agregan otros factores, como la deriva génica, flujo génico, etc. Las mutaciones ocurren independientemente de las necesidades del organismo, pero sólo modifican lo existente. Los cambios evolutivos son oportunistas, cada nuevo organismo se construye con las piezas de su antepasado, que se reorganizan de un nuevo modo o se transforman realizando nuevas funciones.

Diversos organismos de distintos grupos que tienen formas de vida similares suelen tener eficiencias diferentes, por ejemplo el ala de las aves es mucho mejor que la de los insectos o la de murciélagos, porque las estructuras iniciales en cada caso eran muy distintas, así como sus potencialidades para el cambio y los períodos durante los cuales ocurrieron estos cambios (Wallace y Srb 1967). Un creador inteligente habría hecho a todos los organismos voladores igualmente eficientes para el vuelo. Las nutrias marinas son muy parecidas morfológicamente a las nutrias comunes dulceacuícolas, sin embargo su forma de vida es similar a la de las focas y lobos marinos. Tal como estos pinnípedos, rara vez salen a tierra firme, ya que incluso se aparean y desarrollan a sus crías en el mar, en el que bucean hasta profundidades más o menos grandes. ¿Por qué no tienen las mismas adaptaciones que han desarrollado focas y lobos marinos? Simplemente porque la evolución ha obrado sobre ellos adaptándolos a la vida marina en un menor tiempo que a los pinnípedos, cuyos primeros restos fósiles conocidos datan del Mioceno y ya en esa época presentaban claras características propias de animales marinos (Kowalski 1981). Si ambos tipos de mamíferos hubiesen sido diseñados inteligente y simultáneamente para un mismo tipo de vida, la situación sería distinta. Las zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) tienen en los pies posteriores un dedo gordo móvil, separado de los otros dedos, lo que les permite agarrarse de los árboles en forma segura. En cambio, otros marsupiales, los diversos canguros arborícolas (*Dendrolagus spp.*)

tienen pies posteriores sin dedos gordos y con los dedos segundo y terceros reducidos. Pueden asirse de los árboles en forma menos eficiente, mediante sus uñas y plantas granuladas. La estructura del pie presenta en este caso signos inconfundibles de un origen evolutivo desde ancestros como los actuales canguros terrestres, que se desplazan sobre el suelo (Young 1998).

La selección natural es ciega e imprevisora, aprovecha la ventaja inmediata y no es finalista, pero tampoco es aleatoria, porque suele aumentar la adaptación, de manera que los modelos inicialmente simples se van refinando a través del tiempo y a veces se diversifican hacia usos imprevistos. El diseño evolutivo dista de ser óptimo, como el que se conseguiría si lo realizara un diseñador inteligente en forma instantánea, con piezas nuevas a partir de cero y con todos los materiales a su disposición; pero suele ser suficientemente bueno como para adaptar al organismo a las nuevas necesidades. Si ello no es posible, simplemente la especie se reduce o se extingue. Por otra parte, existen factores que limitan la evolución adaptativa, como la lentitud con que opera, los llamados compromisos, las restricciones funcionales y la escasa variabilidad genética intrapoblacional (Ridley 1996; Fontdevila y Moya 2003; Freeman y Herron 2002). Suelen existir equilibrios o “compromisos” entre fuerzas evolutivas diferentes. Por ejemplo, la llamativa cola del macho de pavo real (*Pavo cristatus*) es un atractivo que aumenta su éxito reproductivo mediante selección sexual, pero tiene costo negativo al dificultar el vuelo, hacerlo más visible a los depredadores, ser un estorbo para la huida, impedir el paso por lugares estrechos o enredarse en ellos. La selección sexual suele generar machos muy atractivos para las hembras, pero deficientes para la supervivencia. Los recursos utilizados para seducir a las hembras podrían ser más útiles si se ocuparan en la protección de las crías. Hay distorsión de la proporción genotípica cuando la meiosis origina un gameto letal o incapaz de conjugarse de acuerdo con el modelo normal de segregación. Por ejemplo, en ratones (*Mus musculus*) individuos homocigotos recesivos para cierto gen (tt) mueren antes de nacer, porque el gen t es letal recesivo, pero los heterocigotos (Tt) son ratones sin cola que transmiten al gen t en frecuencias tan elevadas como sobre el 90% comparado con el alelo normal, debido a importantes diferencias en el poder fecundante de los espermatozoides que llevan uno u otro de estos alelos (Bennett 1975). Por lo tanto, ratones mal diseñados que mueren antes de nacer, surgen en ciertas poblaciones en una alta frecuencia.

Al profundizar en la anatomía de los organismos observamos que poseen estructuras innecesarias y que muchos órganos presentan un diseño lejano a la perfección, nada de “inteligente” (Carmena 2006; Molina y Tamayo 2007).

Las similitudes y diferencias entre diversas especies resultan de procesos históricos evolutivos, que determinan en algunos casos deficiencias en el diseño, estructuras homólogas que cumplen funciones distintas o permanecen afuncionales como rudimentos (Fontdevila y Moya 2003). Una deficiencia de diseño es el caso de las células musculares cardíacas, que carecen de una capacidad regenerativa eficiente. Ciertos caracteres no cumplen una función efectiva, porque son adaptaciones para anteriores formas de vida que se encuentran en un estado de regresión evolutiva. Por ejemplo, el cerdo hormiguero (*Orycteropus afer*) se alimenta solamente de termites pero posee dientes simples, y el panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*) se alimenta sólo de bambú pero tiene el tipo de dentadura carnívora, no apta para alimentarse de vegetales, y es incapaz de digerir la celulosa. A través del registro fósil se observa que a veces un problema de diseño se soluciona de una o varias formas en diversas líneas evolutivas, como es el caso de la concha de los caracoles originalmente recta (Linsley 1978; Wagner 2001; Molina y Tamayo 2007).

Ciertas características son modificaciones de estructuras preexistentes, de manera que una novedad que otorga ventaja biológica para una función determinada puede ser más tarde provechosa para una función diferente. Esto en biología evolutiva se denomina "exaptación", proceso que permite el surgimiento de un sistema complejo a partir de un sistema más simple con otra función. La evolución de las plumas es un ejemplo, las primitivas, más simples, posiblemente eran aislantes térmicos, y en estados evolutivos posteriores pasaron a ser utilizadas en el vuelo. Otro ejemplo es el de los tres huesecillos del oído medio de los mamíferos, que ayudan a la audición, surgieron evolutivamente

desde la mandíbula reptiliana, hecho bien establecido por la anatomía comparada, embriología y paleontología (Reichert 1837; Kardong 1999; Allin 1975; Wang *et al.* 2001; Molina y Tamayo 2007). El sistema de los tres huesecillos del oído medio corresponde a la definición de "complejidad irreducible" de los partidarios del diseño inteligente, porque si faltara uno de ellos no habría audición, análogamente a la trampa ratonera de Behe, que perdió un componente. Según Behe la evolución tendría que producir numerosas mutaciones simultáneas para formar un sistema complejo, lo cual sería improbable. Sin embargo, la evolución biológica no fabrica nada instantáneamente. Las secuencias cronológicas de fósiles muestran que la mandíbula de los reptiles pasó por una serie de cambios evolutivos que a lo largo de mucho tiempo modificaron y desplazaron ciertos huesecillos hacia la parte posterior de la cabeza. En cierto momento del proceso, su posición e interrelaciones mejoró la audición al transmitir mejor las vibraciones de sonidos, capacidad auditiva que la selección natural favoreció porque les permite escapar mejor de depredadores y encontrar más fácilmente a su pareja. Durante este proceso se mejoró la audición, y en ningún momento hubo individuos incapaces de oír o de masticar, aunque no los "diseñó" nadie. Otro cambio evolutivo de funciones se encuentra en el complejo pineal de los vertebrados (Kardong 1999; Molina y Tamayo 2007), que inicialmente tenía funciones visuales y se transformó en los mamíferos en un órgano endocrino.

Nuestros ojos son órganos complejos por lo que la limitada imaginación de los antievolutionistas les impide entenderlos como productos del proceso evolutivo. Se conoce bien la formación de los ojos a través de sucesivos pasos evolutivos (Simpson 1961; De Beer 1970;

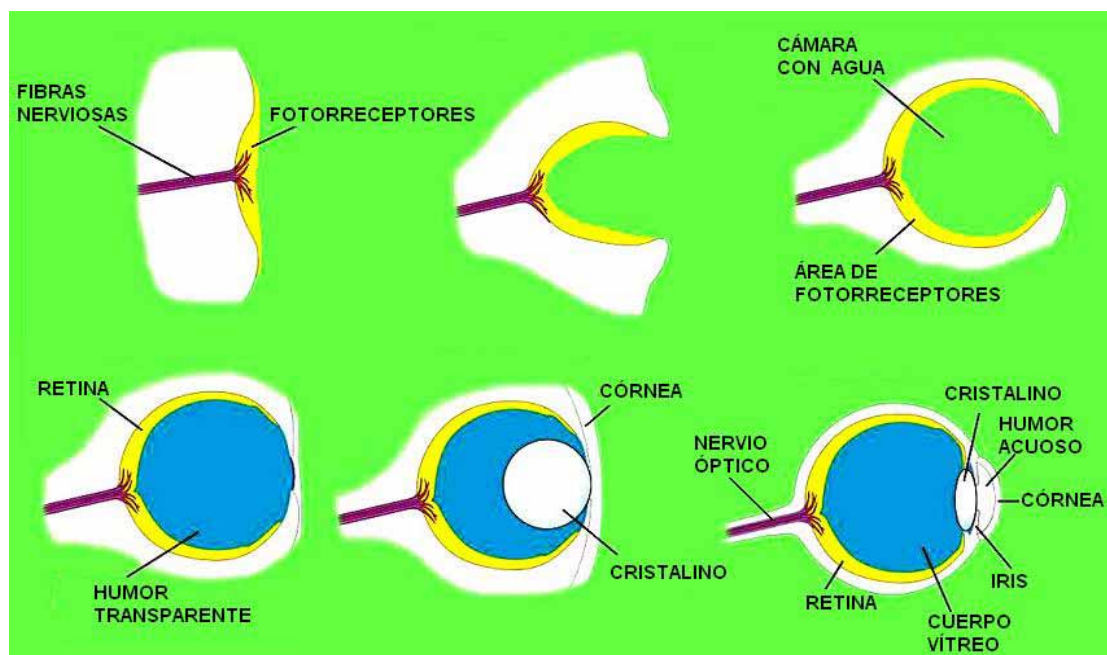


Fig. 3.- Tipos de ojos. Secuencia evolutiva probable de una serie de ojos que existen actualmente en diversos animales.

Salvini-Plawen y Mayr 1977; Freeman y Herron 2002; Fontdevila y Moya 2003; Hasson (2006), proceso claramente ilustrado en los invertebrados, desde órganos simples con fotosensibilidad difusa distribuidos ampliamente, hasta ojos que distinguen pequeños detalles, pasando por placas celulares, depresiones y vesículas con lentes (Fig. 3). En el ojo de los vertebrados la luz atraviesa capas retinianas invertidas y el nervio óptico interrumpe la zona de fotorreceptores, produciéndose una zona donde no hay posibilidad de ver. Este “diseño no inteligente” se originó por razones evolutivas: los globos oculares se forman desde el tejido que formó el cerebro, cuya ubicación de capas celulares se repite durante el desarrollo embrionario, de modo que quedamos con la retina invertida. Las personas con daltonismo poseen un gen anormal, formado por un fragmento del gen que detecta verde unido a un fragmento del gen que detecta rojo, lo que lleva a la síntesis de un pigmento híbrido de fotosensibilidad intermedia entre la de ambos pigmentos originales (Nathans *et al.* 1986), debido a que ambos genes son vecinos y pueden entrecruzarse en la meiosis porque derivan de un antepasado común. Un diseñador inteligente habría colocado a ambos genes en cromosomas diferentes. En las islas de Pingelap y Pohnpei, de Micronesia, es común la ceguera total y congénita al color, situación que a nivel de la población mundial es muy escasa pero que afecta a un alto porcentaje de la población en estas islas (Sacks 1999). Obviamente, el no ver colores no representa ninguna adaptación o ventaja. Su alta incidencia allí no es fruto de un diseño inteligente ni de la selección natural. Simplemente las poblaciones humanas de estas islas fueron fundadas por pocos individuos y por azar uno de los fundadores padecía una enfermedad hereditaria muy poco común. Debido a la pequeñez de la población derivada, sus descendientes la manifiestan en un alto porcentaje. Es el llamado “efecto fundador”, variedad de deriva génica, fenómeno evolutivo debido al azar.

La pérdida del poder de acomodación (presbicia) se debe a que el cristalino se endurece gradualmente, disminuyendo su elasticidad y perdiendo su poder refringente. La cantidad de defectos en la vista es muy grande, lo que nos muestra que nuestro ojo, aunque complejo, carece de un diseño eficiente. Para ver bien debe haber un adecuado desarrollo de la musculatura ocular y el cerebro debe ser capaz de superponer las imágenes registradas por ambos ojos. Cuando falla uno de estos aspectos se produce estrabismo. La diplopía, visión doble, deriva de la incapacidad de contracción, parcial o completa, de los músculos oculares. El humor acuoso debe reabsorberse al mismo ritmo de su producción, pero es frecuente que las vías de desagüe disminuyan o se bloqueen, o que haya una producción excesiva de humor acuoso. En estos casos aumenta

excesivamente la presión intraocular causando glaucoma, que puede conducir a la pérdida de la visión. Un mejor diseño evitaría estos problemas. Una situación similar ocurre con el líquido cefalorraquídeo, que puede producirse en exceso o no reabsorberse adecuadamente, lo cual lleva a su acumulación en ciertas zonas del cerebro (hidrocefalia), aumentando excesivamente la presión intracraneana.

En las tortugas el caparazón que rodea a los pulmones impide que estos órganos cambien de forma y que se produzca la ventilación típica mediante el movimiento de las costillas, que se encuentran firmemente adheridas entre sí. El mecanismo ventilatorio se basa en otros sistemas, como la extensión y retracción de las extremidades. Sin embargo, durante su desarrollo embrionario, el galápagos europeo (*Emys orbicularis*) y la tortuga de caparazón blando india (*Lissemys punctata*) presentan músculos intercostales rudimentarios, que nunca son funcionales (George y Shah 1954; Shah 1962). ¿Por qué este error de diseño? Simplemente porque descienden de antepasados que ventilaban sus pulmones de la misma forma que lo hacen los demás reptiles. Hay numerosos casos análogos (Strickberger 1993; Kumar 2001).

Las salamandras cavernícolas ciegas, como *Typhlotriton spelaeus* y *Proteus anguineus*, tienen bulbos de tejidos no funcionales, que corresponden a rudimentos de ojos con cristalino y retina, aunque viven en lugares sin luz y son incapaces de ver (Beshare y Brandon 1974; Durand 1976). En cavernas subacuáticas profundas frente a México, existen peces ciegos del género *Astyna*, que forman al menos 29 poblaciones diferentes (Dowling *et al.* 2002). Durante sus primeras fases de desarrollo tienen ojos, los que degeneran, naciendo con restos de ojos cubiertos por piel. Peces similares que viven cerca de la superficie, donde hay mucha luz, presentan ojos funcionales. Aparentemente los ancestros de los actuales peces ciegos fueron de este tipo, y crecidas de agua los llevaron hasta los mantos acuíferos subterráneos donde, debido a que no llegaba la luz directa del sol, comenzaron a evolucionar desarrollando otros sentidos, y la vista se hizo innecesaria. El biólogo William R. Jeffery (2001) estudió en estas poblaciones cambios constructivos como el mejoramiento de estructuras alimentarias (mandíbulas, papilas gustativas, dientes) y del sistema mecanosensorial craneal. Se identificaron genes responsables de la degeneración ocular, los genes *ssh*, que provocan destrucción celular y detienen el crecimiento ocular. El tejido lenticular oftálmico se desnaturaliza y se retira gradualmente hacia la órbita ocular al crecer el embrión. La ceguera es una ventaja para los peces que viven en las oscuras cavernas, porque al nacer ciegos no invierten en energía o circuitos cerebrales de la vista, un sentido totalmente innecesario en la

oscuridad total. La distribución geográfica de haplotipos es compatible con múltiples sucesos fundadores e hibridaciones en la evolución de fenotipos relacionados con las cavernas. Yamamoto y Jeffery (2000) transplantaron el cristalino desde los ojos de peces de superficie a los ojos de peces ciegos, observando que en ocho días el ojo empezó a desarrollarse y después de dos meses era funcional, con córnea, pupila e iris.

Existen moluscos nudibranchios marinos que cuando adultos carecen de concha, pero la poseen en estado larvario. Las ballenas poseen dientes embrionarios rudimentarios que nunca emergen de las encías y que no son funcionales (Arvy 1977), puesto que utilizan las barbas; presentan un oído externo reducido y no funcional, y en la zona del vientre tienen huesos reducidos que son restos de pelvis y extremidades posteriores (Bejder y Hall 2002). Su explicación evolutiva es evidente, se conocen numerosos cetáceos fósiles con extremidades (Thewissen *et al.* 1994). Las boas y pitones presentan a los lados de la cloaca garras que corresponden a rudimentos de extremidades posteriores, conectados a la columna vertebral por un vestigio de la pelvis y que no sirven para ningún propósito locomotor (Strickberger 1993). Las serpientes evolucionaron a partir de lagartos, y en el registro fósil se han encontrado serpientes provistas de extremidades (Rieppel *et al.* 2003). Las gallinas adultas poseen tres dedos en sus alas y cuatro en sus patas, pero durante un breve tiempo del desarrollo aparece un dedo extra en la mano y en el pie (Burke y Feduccia 1997). Las plantas llamadas dientes de león (*Taraxacum officinale*) tienen pétalos de colores muy brillantes, tan llamativos que parecen diseñados para atraer a los polinizadores, sin embargo su polen es estéril y las semillas se desarrollan sin fertilización. ¿Por qué un diseñador inteligente les habría proporcionado flores inútiles? Porque el diseñador no es inteligente, se trata de la selección natural, que actúa lentamente y en este caso son caracteres residuales de sus antepasados que se reproducían sexualmente.

Los seres humanos presentamos múltiples características que demuestran nuestro origen evolutivo desde simios. La cola o apéndice caudal de nuestros ancestros, inútil, desapareció lentamente. Sin embargo, aún tenemos un hueso rudimentario, el cóccix, en la base de la columna vertebral, resto de un antiguo apéndice caudal, encerrado entre músculos. En el embrión de seis a doce semanas esta región caudal está claramente desarrollada, formada por 8 ó 9 rudimentos de vértebras. Sin embargo, no crece tan rápido como el cuerpo, y al finalizar este período se atrofia, formando un vestigio de entre 2 y 6 vértebras coccígeas que se sueldan formando el cóccix. Ocasionalmente no se reduce en el estado embrionario, se desarrolla y la persona nace con un apéndice caudal de unos 7,5 cm, a veces solo carnosos, algo móvil, y en algunos casos con ele-



Fig. 4.- Bebe con cola. Presencia de apéndice caudal en humano actual, debido a que ocasionalmente no se reduce en el estado embrionario, se desarrolla y la persona nace con un apéndice caudal.

mentos esqueléticos (Fig. 4). Tanto si existe o no esta cola externa, los músculos que mueven la cola de otros mamíferos también están presentes en los primates, como nosotros. Se ha sugerido que el cóccix ancla los músculos y puede apoyar los órganos de la pelvis, pero se conocen muchos casos en los que el cóccix se ha eliminado quirúrgicamente sin efectos adversos. Existen numerosos otros casos (Osman Hill 1964; Niesturj 1966), como la existencia de varios pares de glándulas mamarias rudimentarias, que aparecen en el embrión a las seis semanas, y el desarrollo anormal de vello espeso (lanugo) que cubre todo el cuerpo, excepto palmas y plantas, que normalmente se desprende antes o poco después del nacimiento. En condiciones emocionales fuertes se produce un reflejo vestigial, la "carne de gallina", debido a que los músculos piloerectores u horripiladores, de la piel, provocan la erección del pelo. Su función en nuestros ancestros era elevar el vello corporal para aparentar un mayor tamaño y amedrentar a los enemigos, pero actualmente tiene poca utilidad, evitando escasamente la pérdida de calor. Los monos suelen hacer un gesto agresivo mostrando sus grandes caninos, gesto que realizan también



Fig. 5.- Gesto agresivo en simio y en humano. Gesto que en los simios muestra sus grandes caninos, y que realizan también algunas personas cuando se enfurecen, aún cuando nuestros caninos son muy pequeños.

algunas personas cuando se enfurecen, aún cuando nuestros caninos son muy pequeños (Fig. 5).

Los fetos humanos de cinco o seis meses de desarrollo presentan las orejas puntiagudas, similares a los monos, y algunos adultos las mantienen. En muchos seres humanos existe el tubérculo de Darwin, engrosamiento del borde de la oreja, vestigio de la punta de la oreja común en otros primates (Fig. 6). Muchos mamíferos utilizan un conjunto de músculos asociados a sus orejas para captar la dirección de los sonidos, moviéndolas libremente y recolectando más vibraciones sonoras, carácter que no presenta el ser humano. Sin embargo, poseemos músculos atrofiados para realizar este tipo de movimientos, que aunque no son normalmente funcionales,

algunas personas tras cierta práctica logran moverlos, habilidad que no tiene utilidad alguna. Los últimos molares humanos, las “muelas del juicio”, son piezas dentarias que emergen tardíamente, las más variables en tamaño y momento de erupción, a menudo están sujetas a defectos, y a veces deben ser extraídas porque no existe el espacio suficiente para su desarrollo (Fig. 7 y 8). Nuestros antepasados poseían mandíbulas más grandes, por lo tanto en ellos eran funcionales, y posiblemente hace unos miles de años perdían varios dientes durante su juventud, por lo tanto les serían útiles, pero las conductas higiénicas actuales del cepillado dental permite mantener todos los dientes, y han pasado a ser un estorbo. En los mamíferos, incluyendo al ser humano, existe una pequeña estructura no funcional en el



Fig. 6.- Tubérculo de Darwin. Engrosamiento ocasional de parte de la oreja humana que corresponde a la punta de la misma en simios como los babuinos. En algunas personas se manifiesta aún como una prominencia.



Fig. 7. y 8.- Tercer molar.- La llamada “muela del juicio”, pieza dentaria que emerge tardíamente, muy variable en tamaño y momento de erupción, que a veces debe ser extraída por no existir el espacio suficiente para su desarrollo.

Dientes apiñados. Alteración de la dentadura debido a la falta de espacio para el desarrollo normal de los terceros molares.

ángulo interno de cada ojo, el pliegue semilunar, oculto parcialmente por los párpados, en cuyo interior puede haber una lámina cartilaginosa y fibras musculares. Se trata del resto de un antiguo pliegue membranoso, la membrana nictitante o tercer párpado de otros animales, que al cerrarlo, durante la inmersión, actúa como membrana protectora de la córnea. ¿Es que un diseñador inteligente nos colocó esta cantidad de caracteres simiescos para hacernos creer que descendemos de antropoides extinguidos?

En las mandíbulas de marsupiales recién nacidos existe un recuerdo de la reproducción ovípara de sus antepasados, rudimentos del “diente de la cáscara”, que utilizan los reptiles para la eclosión (De Beer 1970). Asimismo, se han descubierto embriones de pollo con una mutación que origina dientes de tipo cocodriliano a pesar de que las aves han carecido de ellos durante muchos millones de años (Harris *et al.* 2006). Un caso sorprendente es el del hoatzín (*Opisthocomus hoatzin*), ave que nace con garras funcionales en los dedos segundo y tercero de sus alas, desenvolviéndose como cuadrúpedo durante el período de inmadurez, y perdiéndola cuando adulto. Otras características de su aspecto y costumbres recuerdan a sus ancestros reptilianos, por ejemplo cuando están en peligro no intentan volar, sino se lanzan al agua como las iguanas (Verrill 1954). Aves no voladoras, como avestruces, pingüinos, casuaris, kiwis y kakapo, tienen alas rudimentarias. Avestruces y pingüinos, al igual que las otras aves, tienen alas y huesos provistos con cavidades de aire, claras adaptaciones para el vuelo, aunque no vuelan. Lo obvio es que se debe a que descienden de aves voladoras. ¿Por qué un Creador consciente les habría otorgado estas características innecesarias?

La persistencia embrionaria de caracteres evolutivamente ancestrales, o su permanencia como rudimentos inútiles en el adulto, recibe el nombre de atavismo. La persistencia de estos vestigios se debe simplemente a que cuando un órgano de gran tamaño deja de utilizarse, hay una fuerte presión selectiva para reducirlo o eliminarlo, porque es un estorbo que consume recursos. Pero en la medida en que desaparece, la selección natural se relaja, y los organismos que lo conservan no son penalizados porque no son claramente desventajosos.

La posición relativa de diversas estructuras suele mantenerse constante a través de la evolución, originando diseños absurdos debido a cambios en formas y dimensiones. Por ejemplo, en la jirafa (*Giraffa camelopardalis*) el nervio recurrente de la laringe se extiende en metros sobre lo necesario, dilapidando material y produciendo poca eficiencia, disposición que se origina evolutivamente desde antiguos peces, en los que cada rama del nervio vago sigue un curso paralelo a un arco arterial entre las hendiduras branquiales (Strickberger 1993). El panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*), posee un “falso pulgar” originalmente relacionado con el desplazamiento y la caza sobre los árboles, y actualmente usado como órgano para manipular bambú (Gould 1983; Endo *et al.* 1999). Para alimentarse, el panda manipula los tallos de bambú con sus patas delanteras, pero los Carnívoros carecen de dedos oponibles y la disposición paralela y rígida de sus dedos haría muy difícil que su mano evolucionara como la nuestra. Esto no habría sido problema para un diseñador inteligente, pero la selección natural trabaja con lo disponible, en este caso, un pequeño hueso de la muñeca, el sesamoide radial, se agrandó y alargó, modifi-

cándose simultáneamente los músculos asociados y formando así un mecanismo equivalente a un pulgar.

La evolución biológica, basada fundamentalmente en la selección natural, no posee una trayectoria predeterminada. Contra lo que habitualmente se piensa, no sólo elimina mutaciones perjudiciales y favorece a las favorables, también las integra, las distribuye en conjuntos adaptativamente coherentes, como respuesta a los desafíos del entorno, orienta al azar y elabora, lenta y progresivamente, estructuras más complejas, órganos nuevos y nuevas especies (Jacob 2005). En muchos casos mejora grados adaptativos, pero no origina caracteres “perfectos” como lo haría un diseñador totipotente. La selección natural solamente utiliza la variabilidad hereditaria disponible, la correlación genética no optimiza a todos los caracteres implicados, origina adaptación, pero no perfección.

Una rotación curiosa, inexplicable por el diseño inteligente, es el de los peces planos (Dawkins 1998). La forma corporal hidrodinámica de un pez típico resulta de una selección que favorece la natación más eficiente. Algunas especies como lenguados, rodaballos y platijas, han cambiado sus hábitos, transformándose en peces poco nadadores que habitualmente yacen en el fondo sobre un lado, al acecho de alguna presa. Sus larvas son simétricas y no están ligados al fondo, pero en el desarrollo sufren cambios que incluyen la migración alrededor de la cabeza de uno de sus ojos desde lo que será el lado inferior hacia su posición final, el futuro lado superior, y el cuerpo se pigmenta hasta conseguir imitar casi a la perfección el fondo. Sin embargo, la boca no se coloca debajo, queda torcida en una posición poco eficaz en la alimentación. Estos cambios ocurren rápidamente, pero recapitulan aceleradamente modificaciones adquiridas evolutivamente. Ningún diseñador inteligente habría diseñado un pez plano mediante esta distorsión, que tampoco habría repetido en su desarrollo. Las rayas son también aplanadas, pero conservan su simetría. La diferencia está en su origen evolutivo: los antepasados de las rayas eran un tipo de tiburón, de cuerpo aplastado algo ventralmente, en cambio los ancestros de lenguados y afines tenían el cuerpo comprimido lateralmente, de modo que la conducta de yacer sobre un lado, disimulando su cuerpo a la vista de potenciales presas por su coloración, favoreció a ciertas anomalías del desarrollo que en los peces convencionales son perjudiciales y eliminadas por la selección natural.

Ciertos caracteres adaptativos de nuestros antepasados, debido a cambios en las formas de vida, son actualmente imperfecciones, y ciertas características han surgido tan recientemente en la escala geológica, que ha faltado tiempo para adaptar su estructura a las nuevas exigencias (Osman Hill 1964; Niesturj 1966). El bipedismo

impone tensiones a la estructura esquelética, especialmente a la columna vertebral, produciéndose con frecuencia desviaciones como cifosis, hiperlordosis y escoliosis, hernias inguinales, hernias discales, consecuencia de la adaptación incompleta de músculos y ligamentos para mantener la posición bípeda, y tendencia a desarrollar várices en las extremidades inferiores, debido al peso constante de la columna sanguínea en sus venas (Campillo 1985; Osman Hill 1964).

Otro aspecto deficiente en el ser humano actual es el proceso del nacimiento. La postura bípeda fue posible tras cambios que hacen que el parto sea difícil y peligroso. El bipedismo determinó que las piernas estén suficientemente cerca entre sí, reduciendo la apertura de la pelvis, y modificó la orientación de la vagina, cambiando su abertura desde una ubicación dorsal a ventral. Esto produce una serie de obstáculos que tiene que sortear la cabeza del feto a término, dificultades debidas a la forma acodada del canal del parto, por su longitud muy extendida y por la forma de sus paredes. A ello se agrega el hecho de que la evolución de la inteligencia produjo cerebros grandes y un gran tamaño craneal, la cabeza fetal es desproporcionadamente grande comparada con el conducto de nacimiento que lo conduce al exterior. Frecuentemente esto produce dificultades en el parto y aumenta el peligro de muerte tanto para la madre como para el hijo. Las crías humanas son más vulnerables, y durante más tiempo, que las de las otras especies. Los niños tardan al menos dos años en dominar a la perfección el arte de caminar, en cambio los chimpancés se desplazan sin dificultad a los pocos meses de nacidos, e incluso los humanos adultos son más propensos a lesiones accidentales.

Cambios anatómicos que permitieron el surgimiento del lenguaje humano incluyen la longitud de la faringe, y la separación del paladar blando y la epiglotis (Falk 2005). En general los mamíferos tienen la laringe elevada, más o menos a nivel de las tres primeras vértebras cervicales, lo cual les permite respirar y deglutir simultáneamente. Hasta la edad de un año y medio, los seres humanos actuales tenemos la laringe en esa posición, como el chimpancé. Hacia los dos años la laringe desciende a nivel de las cuarta a séptima vértebras cervicales, prolongando la faringe en una caja de resonancia y permitiendo la modulación de sonidos. Por ello, en la faringe humana se entrecruzan las vías digestivas con las respiratorias. Este incómodo cruce es peligroso, puede producir la muerte si algún alimento obstruye las vías respiratorias al fallar la sincronización, pasando hacia la laringe sustancias sólidas o líquidas, por causa de una risa inoportuna o por hablar mientras se come. El complejo mecanismo que aísla a ambas vías requiere sincronizar la contracción de numerosos músculos, y coordinarlos desde el bulbo raquídeo. Si

esto fue diseñado “inteligentemente”, ¿por qué no hacer algo más simple y seguro, una vía respiratoria separada de la digestiva? La única explicación lógica y verificable es la historia evolutiva. Esta interconexión en los mamíferos es resultado de la transformación de los arcos branquiales, presentes en peces que tragaban aire por la boca y el oxígeno pasaba a la sangre a través de la mucosa digestiva. A partir de esa situación, cualquier aumento de superficie en la zona mejoraría la eficiencia del intercambio gaseoso. Los pulmones surgieron evolutivamente desde el esófago. Dos conductos independientes habrían sido una solución lógica, pero la selección natural no podría haberla diseñado ni previsto sus futuras consecuencias.

Los primeros cordados presentaban una boca anterior y sus flancos estaban perforados por hendiduras verticales pares, dispuestas en series a cada lado (Kardong 1999), que permitían que el agua, con el oxígeno necesario, saliera del saco después de haber sido absorbida junto con las partículas alimenticias. Organismos como las ascidias conservan esta estructura simple. En los peces las perforaciones laterales se sitúan sobre pares de hendiduras que comunican la faringe con el esternón y en las larvas de anfibios también conservan su función respiratoria. En peces y anfibios los bordes forman branquias plumosas, con abundante irrigación sanguínea, produciéndose allí el intercambio de oxígeno entre la sangre y el medio externo. Existen peces que respiran aire y no poseen pulmones. Generalmente viven en aguas continentales que se encuentran en reposo en climas cálidos, donde hay baja concentración de oxígeno. Algunos utilizan sus branquias modificadas, otros respiran a través de la membrana bucal, delgada y bien irrigada; los hay que utilizan la vejiga natatoria, la región opercular o su intestino. En todos estos casos la selección natural ha hecho posible la utilización de órganos preexistentes cuya función original era otra, pero el resultado ha sido deficiente porque aunque el órgano ha adoptado una nueva función sigue presentando la misma disposición de sus vasos sanguíneos, lo cual implica mezcla de sangre rica en oxígeno con sangre desoxigenada, y por lo tanto la tasa de difusión de oxígeno desde la sangre hacia los tejidos está reducida (Barja de Quiroga 1993).

Tras la conquista del ambiente terrestre, los pulmones, formados como un divertículo del tubo digestivo, reemplazaron funcionalmente a las branquias. Sin embargo, en los embriones de todos los vertebrados terrestres, incluyendo humanos, la faringe conserva algún tiempo su estructura original, muestra vestigios inequívocos del pasado acuático. Aunque reptiles, aves y mamíferos nunca poseen respiración branquial, en su desarrollo embrionario presentan hendiduras branquiales no funcionales. Las tortugas acuáticas extraen el oxígeno del agua a través de

la mucosa bucal, mucosa rectal o la piel. Mamíferos que han vuelto al agua, como ballenas, delfines y manatíes, deben emerger cada cierto tiempo para llenar sus pulmones. ¿Por qué no se les diseñó branquias especialmente adaptadas para respirar en el agua? Porque el diseñador es la selección natural, que sólo trabaja con lo que tiene. Los peces antepasados de los vertebrados terrestres tenían branquias que utilizaban en aguas ricas en oxígeno y pulmones que utilizaban para respirar aire en aguas pobres en oxígeno (Kardong 1999). Los anfibios adultos comenzaron a vivir en tierra, y mantuvieron las branquias sólo durante la etapa embrionaria, y en los reptiles las branquias, innecesarias, desaparecieron por selección natural, y no pueden recuperarse. Un creador inteligente partiendo de cero podría habernos dotado a todos los vertebrados terrestres de pulmones y branquias de emergencia, evitando el ahogamiento de las personas mientras se bañan en ríos y mares.

Los embriones humanos, y de otros mamíferos, con unas pocas semanas de desarrollo, presentan rasgos no funcionales, similares a los de los peces. El cierre imperfecto de las hendiduras branquiales embrionarias produce quistes o fístulas cervicales. Hay una prolongación de la sección final de la médula espinal, y el sistema circulatorio tiene un corazón con dos cavidades, una arteria caudal y vasos sanguíneos parecidos a los seis arcos aórticos que conducen sangre a los arcos branquiales. Los embriones de todos los vertebrados terrestres tienen una unión en las arterias coronarias, entre los arcos branquiales tercero y cuarto, lo que es típico de peces. Esta unión no existe en el ser humano adulto, cuyo corazón presenta cuatro cavidades y el sistema circulatorio tiene las características típicas del de los mamíferos. En algún momento de su desarrollo, los embriones de mamíferos poseen riñones del tipo pronefros, propios de los peces. Todo esto demuestra que todos los mamíferos descendemos de antiguos peces, que sucesivamente originaron a los anfibios y a los reptiles.

Podemos preguntarnos por qué las tortugas acuáticas son ovíparas, y no vivíparas como los delfines o como ciertos reptiles terrestres. Cuando salen a tierra a desovar corren algún peligro y éste es mayor para las crías recién nacidas, que deben volver al mar rápidamente, y son atacadas por numerosos predadores al acecho. Si viven casi todo el tiempo en el agua, donde se aparean y permanecen los machos, ¿por qué el “diseñador inteligente” no les desarrolló una forma de reproducción vivípara, que sería sin duda mucho mejor? Porque la evolución es ciega y trabaja sobre lo disponible. Si existe un creador inteligente, ¿Por qué no creó una naturaleza en la cual todos los organismos fuesen autótrofos, todos pudiesen fabricar sus nutrientes a partir de materias inorgánicas, sin necesidad de agredirse y comerse entre sí? No existiría hambre en el

mundo si el “diseñador inteligente” hubiese dotado a los humanos de una determinada enzima digestiva que nos permitiera digerir la celulosa y alimentarnos de pasto y papel.

Antiguos naturalistas creían que un poder divino se manifestaba mediante una fuerza creadora, vital, y aceptaban su manifestación en la generación espontánea de los seres vivos a partir de lo inorgánico o la putrefacción, como ranas o ratones. Avanzada la biología y explicados científicamente los procesos reproductivos, se refugiaron en el nivel microscópico, y fueron los famosos experimentos de Louis Pasteur (1822-1895) los que terminaron por imponer la aceptación de los procesos fisicoquímicos naturales, desterrando la supuesta “generación espontánea”. Con las ideas de los ultracreacionistas está ocurriendo un fenómeno similar: muchos han debido aceptar los procesos evolutivos a nivel macroscópico (aunque parece absurdo que un diseñador inteligente actúe sólo a nivel microscópico), pero se han refugiado en el nivel bioquímico indicando que allí no operan procesos naturales. Es el caso de Michael Behe, que siendo un científico sorprende que pretenda fundamentar su teoría del diseño inteligente con ejemplos tan poco consistentes y con ellos justificar la necesidad de un diseñador inteligente.

La “complejidad irreductible”, propuesta por Behe, no existe entre los seres vivos. Según este concepto de “complejidad irreducible”, ciertos sistemas biológicos están formados por piezas tan bien ajustadas entre sí para realizar cierta función, que el sistema deja de funcionar si se elimina a alguna de ellas. Afirma que como todos estos elementos son necesarios simultáneamente, no pudieron haber evolucionado por etapas sucesivas, que serían incompletas e inútiles. Como analogía utiliza una trampa ratonera, que dejaría de funcionar si se le quitara cualquier componente. Se pregunta:

“¿Cómo puede la selección natural hacer aparecer paso a paso una estructura compleja, integrando y coordinando distintas partes, siendo cada una de ellas el resultado de un proceso morfogénico distinto que ha progresado mediante una serie de cambios hereditarios? ¿Cómo puede la ventaja selectiva llevar a la perfección el desarrollo del cristalino, de la retina, de las capas envolventes, músculos acomodadores, etc., formando un ojo que no funciona si las partes no están adaptadas y su desarrollo coordinado? “

Los ejemplos de estructuras muy complejas tienen una explicación evolutiva simple que ha sido bien estudiada, en la que intervienen varios factores. Behe parece desconocer el proceso evolutivo de la exaptación, que ocurre cuando una estructura cambia su función original por otra nueva, mecanismo evolutivo que ha sido bien explicado por los paleontólogos, por ejemplo las

patas delanteras de los dinosaurios dieron lugar a las alas de las aves. Una estructura compleja puede formarse por la unión de partes que inicialmente son ventajosas pero no indispensables, y a través del proceso evolutivo terminan siendo todas indispensables, como el ejemplo de los huesecillos del oído medio de los mamíferos. No hay razones para considerar que la falta de una parte inhabilita el sistema, porque los sistemas vivientes suelen tener componentes repetidos, con funciones múltiples e interacciones variables, los componentes pueden modificarse, cambiar la interacción de sus partes, modificarse la función de alguna, o del sistema completo, diversos sistemas pueden compartir o intercambiar componentes, sistemas distintos pueden haber surgido inicialmente asociados y puede variar el grado de dependencia entre las diferentes piezas, algunas de las cuales pueden haber sido importantes inicialmente, pero innecesarias después (Carmena 2006). El origen genético de componentes aparentemente indispensables se conoce bien y está bien establecida científicamente la duplicación de genes, y en el caso de reacciones metabólicas encadenadas la evolución modifica procesos simples en otros más complejos actuando hacia atrás: se seleccionan las reacciones que forman más fácilmente a la sustancia presente o que regulan mejor el proceso, haciéndose cadenas cada vez más complejas.

El flagelo bacteriano (Fig. 9), propuesto por Behe como ejemplo de complejidad irreductible, perdió credibilidad cuando Hueck (1998) publicó un estudio que muestra cómo un grupo de proteínas fundamentales para el funcionamiento del flagelo se utilizan en el sistema secretor de ciertas bacterias. Componentes de la membrana interna del aparato de secreción tipo III muestran homología con sustancias participantes en la biosíntesis de proteínas flagelares, mientras que un factor que se conserva en la membrana externa es



Fig. 9.- Flagelo bacteriano. Modelo de flagelo de una bacteria, considerado como de “complejidad irreductible” por los partidarios del “diseño inteligente”.

similar a secretinas de tipo II y de la secreción de otras vías. Los genes que codifican para los sistemas de secreción de tipo III se agrupan, y diferentes pruebas indican que estos sistemas han sido adquiridos por transferencia genética horizontal, durante la evolución. En otro artículo, Pallen y Matzke (2006) estudiaron la trayectoria evolutiva de estos apéndices y de cada una de sus partes.

El otro supuesto ejemplo de “complejidad irreductible”, señalado por Behe, el de las proteínas de coagulación sanguínea, se sabe que provienen por modificación evolutiva de versiones similares que aparecen en el sistema digestivo (Jiang y Doolittle 2003). El sistema de coagulación sanguínea humano está formado por doce factores que trabajan juntos en una cascada. En los delfines este sistema de la coagulación carece de al menos un componente presente en humanos, el factor de Hagemann (Factor XII), sin embargo en ellos el sistema es funcional (Robinson *et al.* 1969.), aunque los humanos sin dicho factor son hemofílicos (o sea, la analogía de la trampa ratonera incompleta es inaplicable para las proteínas de la coagulación de los delfines). Un primitivo sistema de coagulación ya estaba presente en los vertebrados agnatos (lampreas) que divergieron del resto hace más de 450 millones de años (Davidson *et al.*, 2003). En ellos el sistema consta de tres factores (tisular, protrombina y fibrinógeno), todos presentes en mamíferos. Esto sugiere que el sistema de la coagulación sanguínea ha evolucionado a lo largo de por lo menos 450 millones de años, y que no puede ser considerado “irreduciblemente complejo”.

Para demostrar la imposibilidad de la evolución biológica, los antievolutionistas calculan que si unos chimpancés teclearan sobre una máquina de escribir durante mucho tiempo, nunca escribirían un texto entendible en algún idioma conocido, que una simple proteína tiene una probabilidad mínima de formarse por la unión al azar de aminoácidos, o que un huracán que arrasara un depósito de desechos metálicos jamás lograría formar un avión. Estas afirmaciones demuestran su ignorancia de cómo opera la selección natural, que es un mecanismo anti-azar, que requiere poblaciones de organismos vivientes, variada información genética que se mezcle y reproduzca, condiciones que favorezcan a ciertos caracteres y un tiempo prolongado. Los ejemplos mencionados corresponden a situaciones únicas, de resultados inmediatos y con un propósito esperado. Si cualquiera de esos sucesos fuese viable no sería producto de la evolución sino que sería un “milagro”, por lo tanto con estos ejemplos los fundamentalistas están descartando el mecanismo que ellos mismos proponen. Planteado el primer ejemplo en términos realmente evolutivos, una máquina de escribir que guarde y seleccione información podría acumular en su memoria

simples sílabas escritas por los chimpancés; si estas sílabas se reprodujeran y compitieran entre sí durante largo tiempo, podrían seleccionarse y reproducirse más las que contengan una buena asociación de letras consonantes y vocales, eliminándose las incompetentes, como xcv, aae, gfrt, jrrop, etc. En una nueva etapa evolutiva, tras millones de años, las sílabas podrían formar palabras, y si éstas se asociasen a conceptos, con el tiempo podría la selección natural seleccionar según su construcción determinados sustantivos, adjetivos, formas verbales, etc. La combinación al azar de estas palabras podría originar en algunos casos frases con sentido y en otros no. La reproducción diferencial de las primeras asociadas a su significado, llevaría a una selección que en millones de años podría confeccionar un texto legible y con sentido en castellano. Así opera la selección natural, que no es simple azar, así se han formado análogamente las moléculas orgánicas, macromoléculas, células, etc.

La selección natural explica satisfactoria y completamente el origen de las adaptaciones, sus diversos grados y su ocasional fracaso. En cambio no hay evidencias científicas que sostengan la existencia de adaptaciones producidas por un diseñador. La producción de mutaciones es un componente azaroso del proceso evolutivo, dado que son cambios en la información genética que aunque tienen causas bien definidas cualquier gen puede mutar en cualquier sentido, célula o momento, independientemente de las necesidades del organismo. No hay evidencias para el surgimiento de mutaciones dirigidas. Las mutaciones son la base de la diversidad genética, la que aumenta cuando se recombinan e interactúan con otros genes, sobre ellas actúa la selección natural, que aumenta la eficacia de la adaptación cuando existe éxito reproductivo. La “perfección” del producto del proceso evolutivo depende de las mutaciones disponibles y de las condiciones ambientales. La dirección de la evolución de cada grupo de organismos es oportunista, depende de la variación disponible en un tiempo y lugar determinados, las dimensiones de la población, las interacciones de genes, y las presiones de selección. Por ello, la evolución biológica es un proceso contingente, histórico e irrepetible. No hay evidencias de que exista una tendencia a mejorar en todos los organismos y menos una fuerza misteriosa que la impulse. Los fundamentalistas suelen afirmar que las mutaciones son desventajas, que causan daños o enfermedades. Eso es cierto para un alto porcentaje de mutaciones, lo que tampoco es compatible con un Universo diseñado inteligentemente.

En definitiva, son muchos los fallos en el diseño de los seres vivos y hay muchos más aparte de los descritos, cuya exposición detallada haría interminable este artículo. Pero hay uno especialmente llamativo que es objeto de mofa y que no nos resistimos a recordar. Los órganos

reproductores en la mayoría de los vertebrados están situados en un lugar muy poco apropiado junto al aparato excretor. ¿Qué le ocurriría a un arquitecto que diseñara una urbanización de recreo con una clínica de natalidad junto a una cloaca? Con toda probabilidad sería despedido de la empresa y el proyecto no se desarrollaría (Carmena 2006). Un argumento adicional contra el diseño inteligente proviene de la extinción de las especies. Los antiguos naturalistas estimaban, así como muchos ultracreationistas actuales, que todas las especies habían sido diseñadas con un determinado propósito por lo tanto no podrían extinguirse. Tal era la idea del presidente norteamericano Thomas Jefferson, que manifestaba la esperanza de que se encontrase un mamut vivo (Troncoso y Tamayo 1998). Se estima que actualmente existen varios millones de especies, pero según cálculos de George G. Simpson (1952) las extinguidas suman al menos 500 millones. Janzen y Martin (1982) analizaron grandes frutos de la selva de Costa Rica, concluyendo que muchos de ellos, como *Scheelea rostrata*, *Crescentia alata* y *Annona purpurea*, presentan características dispersivas que no se adaptan a los animales propios de esa zona, sino a los grandes mamíferos pleistocénicos, como los mastodontes. ¿Por qué el diseñador inteligente no intervino cambiando el diseño o bien evitando la extinción?

CONCLUSIONES

Actualmente, la evolución biológica se considera un hecho, que ningún científico competente pone en duda y la estrategia del diseño inteligente no ha tenido aceptación en la comunidad científica. Además, ha sido desenmascarada en los tribunales y rechazada por la mayor parte de la jerarquía católica. Los fósiles muestran la historia y el curso evolutivo de los organismos a lo largo de los tiempos geológicos y los organismos actuales han permitido descubrir detalles del mecanismo evolutivo que no se conocían en tiempos de Darwin. No obstante, aún se discuten algunos detalles y los creacionistas aprovechan las discusiones de los científicos para sacarlas de contexto como si apoyaran sus ideas. Sin embargo, la evolución biológica es un hecho que no cambiará porque se modifique algún aspecto del mecanismo y existe un amplio consenso entre los científicos, de tal forma que es una teoría tan sólida como que la Tierra es casi esférica y gira alrededor del Sol.

El argumento del diseño inteligente se desarrolló cuando la técnica llegó a la complejidad de mecanismos como el reloj y ahora resurge en un momento en que la técnica ha logrado producir máquinas mucho más complejas, tales como ordenadores y otros sofisticados descubrimientos técnicos. Los avances técnicos siempre han causado sensación y en la actualidad impre-

sionan aún más, pues se ha evidenciado la gran complejidad y se está llegando a observar lo inmensamente grande con potentísimos telescopios y lo extremadamente pequeño con microscopios electrónicos. Ahora bien, el argumento del diseño es muy débil ya que puede formularse al contrario a como lo hacen sus seguidores, es decir que hay mucha imperfección en el mundo y fallos en diseño de los organismos y del hombre. Sin embargo, el argumento ha sido siempre muy popular, es utilizado por muchas personas por la necesidad de esperanza y de creer en Dios. Este argumento es ahora utilizado como estrategia para infiltrar la religión en las escuelas de EE UU y algunos políticos ultraconservadores están tratando de fomentarlo. En este sentido, hay que destacar las conocidas declaraciones de apoyo de presidentes conservadores como Ronald W. Reagan y recientemente George W. Bush. Por tanto, el diseño inteligente es una nueva estrategia de la pseudociencia creacionista, es religión disfrazada de ciencia y es el “caballo de Troya” de la ultraderecha religiosa. El reciente juicio en EE UU, donde han declarado tanto científicos como religiosos, y cuya sentencia ha dictaminado que la teoría del diseño inteligente es creacionismo disfrazado con un camuflaje pseudocientífico, ha supuesto un importante precedente y les ha ocasionado una sonora derrota. Sin embargo, es de suponer que los creacionistas seguirán con ésta u otras estrategias intentando introducirse en las escuelas de EE UU, atacando el evolucionismo y explotando el mercado de la esperanza.

Algunos creacionistas manifiestan que estas imperfecciones de diseño no pueden examinarse lógicamente porque los diseños del Creador son inescrutables y por lo tanto no podemos comprender la finalidad de aparentes errores de diseño. Si es así, no podemos predecir nada ni someter a prueba ninguna hipótesis y en consecuencia el creacionismo no es una teoría científica, como ellos pretenden. Además, el argumento del diseño no es una explicación científica porque se basa en la acción de fuerzas sobrenaturales omnipotentes y la ciencia se basa en hechos verificables del mundo físico real. Un Creador omnipotente debería estar bien diseñado y ser adaptativamente complejo, por lo tanto lo que se quiere explicar se ha convertido en su propia explicación. La respuesta a la pregunta de ¿quién diseñó al diseñador? o incluye contradicciones lógicas o apela simplemente a la fe religiosa, que es la aceptación cerrada de algo apelando a una autoridad sagrada, sin someterlo a ninguna lógica. La ciencia, en cambio, explica lo complejo a partir de la evolución, por causas naturales, desde algo más simple, lo cual es más lógico y plausible. Los antievolucionistas suelen calcular la improbabilidad de que por azar surja la proteína más simple y concluyen que es imposible, ¿habrán pensado en calcular la proba-

bilidad de que por azar surja un ser inmortal todopoderoso?

El diseño de los seres vivos dista mucho de ser óptimo, se explica plausiblemente como el resultado del mecanismo de la evolución y no resulta necesario ni científico apelar a un creador sobrenatural. Esta afirmación extraordinaria requiere pruebas extraordinarias y ninguno de los tipos de creacionismo: clásico, “científico” y del diseño, han aportado pruebas mínimamente consistentes y científicas más allá de la fe religiosa que condiciona totalmente sus especulaciones.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a Rafael Alemañ Berenguer (Universidad de Elche), Alberto Carreras (Universidad de Zaragoza), Alberto Makinistian (Universidad Nacional de Rosario, Argentina) y Leandro Sequeiros (Universidad de Granada), que han realizado una lectura crítica del manuscrito y propuesto interesantes sugerencias que nos han permitido mejorarlo.

REFERENCIAS

- Alemañ Berenguer, R. 2007. *Evolución o Diseño: ¿un Dilema?* Equipo Sirius SA, Madrid.
- Allin, E.F. 1975. Evolution of the mammalian middle ear. *J. Morphol.* 147: 403-438.
- Arvy, L. 1977. Contribution to the knowledge of morphological anomalies in cetacean teeth. Pp. 245-254. En: Pilleri, G. (ed.), *Investigations on Cetacea*, 8. Brain Anat. Instit., Berna.
- Ayala, F.J. 1994. *La Naturaleza Inacabada: Ensayos en Torno a la Evolución*. Salvat Ed., Barcelona.
- Ayala, F.J. 2007. *Darwin y el Diseño Inteligente. Creacionismo, Cristianismo y Evolución*. Alianza Ed., Madrid.
- Barja De Quiroga, G. 1993. *Fisiología Animal y Evolución*. Ed. Akal, Madrid.
- Barros Grez, D. 1879. *Escepciones de la Naturaleza*. Imprenta Gutenberg, Santiago de Chile.
- Bejder, L. y Hall, B.K. 2002. Limbs in whales and limblessness in other vertebrates: mechanisms of evolutionary and developmental transformation and loss. *Evol. Develop.* 4: 445-458.
- Bello Diéguez, J.M. 2001. Arqueología, pseudociencia y ciencia patológica. *Cuadernos Interdisciplinarios* 8: 11-47.
- Bennett, D. 1975 The T-locus of the mouse. *Cell.* 6: 441-454.
- Berra, T.M. 1990. *Evolution and the Myth of Creationism*. Stanford Univ. Press.
- Besharse, J.C. y Brandon, R.A. 1974. Post-embryonic eye degeneration in the troglolitic salamander *Typhlotriton spelaeus*. *J. Morphol.* 144: 381-405.
- Brooke, J. H. 1991. *Science and Religion. Some Historical Perspectives*. Cambridge Univ. Press.
- Brumfiel, G. 2007. Darwin sceptic says views cost tenure. *Nature* 447: 364.
- Bunge, M. 1996. In praise of intolerance to charlatanism in academia. *Ann. New York Acad. Sci.* 775: 96-115.
- Burke, A.C. y Feduccia, A. 1997. Developmental patterns and the identification of homologies in the avian hand. *Science* 278: 666-668.
- Campillo, D. 1985. Paleopatología de la columna vertebral. *Investigación y Ciencia* 106: 6-13.
- Carmena, E. 2006. *El Creacionismo ¡Vaya Timo!* Ed. Laetoli, Pamplona.
- Claramonte Sanz, V.M. 2007. Test científico a la teoría del diseño inteligente: la sentencia Kitzmiller *et al.* vs. El Distrito Escolar de Dover. *eVOLUCION* 2(1): 31-42.
- Davidson C.J, Tuddenham E.G. y McVey J.H. 2003. 450 million years of hemostasis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 1: 1487-1494.
- Dawkins, R. 1988. *El Relojero Ciego*. Ed. Labor. Barcelona.
- Dawkins, R. 1998. *Escalando el Monte Improbable*. Tusquets Ed., Barcelona.
- De Beer, G. 1970. *Atlas de Evolución*. Omega, Barcelona.
- Dowling, T. E.; Martasian, D. P. y Jeffery, W.R. 2002. Evidence for Multiple Genetic Forms with Similar Eyeless Phenotypes in the Blind Cavefish, *Astyanax mexicanus*. *Mol. Biol. Evol.* 19: 446-455
- Dupré, J. 2006. *El Legado de Darwin. Qué Significa Hoy la Evolución*. Katz Ed., Buenos Aires.
- Durand, J.P. 1976. Ocular development and Involution in the European Cave Salamander, *Proteus anguinus* Laurenti. *Biol. Bull.* 151: 450-466.
- Endo, H., Yamagiwa, D., Hayashi, Y., Koie, H. y Kimura, J. 1999. Role of the giant panda's “pseudo-thumb”. *Nature* 397: 309-310.
- Falk, D. 2005. Comparative anatomy of the larynx in man and the chimpanzee: implications for language in Neanderthal. *Am. J. Physiol. Anthropol.* 43: 123-132.
- Fontdevila, A. y Moya, A. 2003. *Evolución. Origen, Adaptación y Divergencia de las Especies*. Síntesis, Madrid.
- Freeman, S. y Herron, J.C. 2002. *Análisis evolutivo*. Prentice Hall, Madrid.
- Gardner, M. 2001. *¿Tenían Ombligo Adán y Eva? La Falsedad de la Pseudociencia al Descubierto*. Debate, Madrid.
- Gastaldo, R.A. y Tanner, W.F. Eds. 1984. *The Evolution-Creation Controversy. Perspectives on Religion, Philosophy, Science and Education*. The Paleontological Society, Special Publ. n° 1.

- George, J.C. y Shah, R.V. 1954. The occurrence of a striated outer muscular sheath in the lung of *Lissemys punctata granosa*. *J. Anim. Morph. Physiol.* 1: 13-16.
- Gilchrist, G. 1997. The elusive Scientific basis of Intelligent Design theory. *Reports National Center for Science Education* 17: 14-15.
- Gillispie, Ch.C. 1950. *Genesis and Geology. A Study in the Relations of Scientific Thought, Natural Theology, and Social Opinion in Great Britain, 1790-1850*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.
- Gould, S.J. 1983. *El Pulgar del Panda*. Ed. Hermann Blume. Madrid.
- Gould, S.J. 1984. *Dientes de Gallina y Dedos de Caballo*. Ed. Hermann Blume. Madrid.
- Gould, S.J. 2000. *Ciencia versus Religión: un Falso Conflicto*. Ed. Crítica, Barcelona.
- Harris M.P., Hasso, S.M., Ferguson, M.W.J., y Fallon, J.F. 2006. The development of archosaurian first-generation teeth in a chicken mutant. *Current Biol.* 16: 371-377
- Hasson, E. 2006. *Evolución y Selección Natural*. Eudeba, Buenos Aires.
- Hueck C.J. 1998. Type III protein secretion systems in bacterial pathogens of animals and plants. *Microbiol Mol. Biol. Rev.* 62: 379-433
- Jacob, F. 2005. *El Juego de lo Posible*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Janzen, D.H. y Martin, P.S. 1982. Neotropical anachronisms: the fruit the gomphotheres ate. *Science* 215: 19-27.
- Jeffery, W.R. 2001. Cavefish as a model system in evolutionary developmental biology. *Develop. Biol.* 231: 1-12.
- Jiang, Y. y Doolittle, R.F. 2003. The evolution of vertebrate blood coagulation as viewed from a comparison of puffer fish and sea squirt genomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100: 7527-7532.
- Kardong, K.V. 1999. *Vertebrados. Anatomía Comparada, Función, Evolución*. Mc Graw Hill Interamericana, Madrid.
- Kitcher, P. 1982. *Abusing Science. The Case Against Creationism*. The MIT Press.
- Kowalski, K. 1981. *Mamíferos. Manual de Teriología*. H. Blume Ed., Madrid.
- Kumar, B. 2001. *Organic Evolution*. Campus Books, New Delhi.
- Linsley, R.M. 1978. Shell form and the evolution of gastropods. *Am. Sci.* 66: 432-441.
- Mahner, M. y Bunge, M. 1997. *Foundations of Biophilosophy*. Springer, Berlin.
- Makinistian, A.A. 2004. *Desarrollo Histórico de las Ideas y Teorías Evolucionistas*. El Aleph, Prensas Univ. de Zaragoza.
- Marina, J.A. 2006 *La Inteligencia Fracasada. Teoría y Práctica de la Estupidez*. 11ª edición, Anagrama, Barcelona.
- Mayr, E. 2001. The philosophical foundations of Darwinism. *Proc. Am. Philos. Soc.* 145: 488-495.
- McGowan, Ch. 1984. *In the Beginning ... A Scientist Shows why the Creationists Are Wrong*. Prometheus Books.
- Miller, K.R. 2000a. *Finding Darwin's God: a Scientist's Search for Common Ground between God and Evolution*. Cliff Street Books, HarperCollins, New York.
- Miller, K.R. 2000b. "Intelligent Design". Nothing but Scientific Imposters. *Kansas City Star*, 1 de Julio de 2000, B8.
- Mivart, S.T. G. 1871. *On the Genesis of Species*. D. Appleton & Company.
- Molina, E. 1992a. Evolucionismo, Creacionismo, Pseudociencia y divulgación en la sociedad de los datos paleontológicos. Pp. 121-134. *En: Paleontología y Sociedad*. VI Jornadas de Paleontología, Granada.
- Molina, E. 1992b. Evolución de los homínidos e implicaciones pseudocientíficas. *Cuadernos Interdisciplinarios*. 2: 135-151.
- Molina, E. 1993. Evolucionismo versus creacionismo: un debate recurrente. Pp. 49-55. *En: Actas I Congreso Nacional Sobre las Pseudociencias*. Zaragoza.
- Molina, E. 1996. El creacionismo "científico" en la Unión Europea. *Cuadernos Interdisciplinarios* 6: 243-261.
- Molina, E. 1998. Los argumentos geológicos y paleontológicos de los creacionistas "científicos": ignorancia y pseudociencia. Pp. 265-278. *En: Molina E. et al. (eds.). Evolucionismo y Racionalismo*. Institución Fernando el Católico, CSIC, Zaragoza.
- Molina, E. 2000a. El peligro creacionista: el "caso Plimer". *El Escéptico* 8: 23-26.
- Molina, E. 2000b. Evolution and "scientific" creationism in the earth sciences: geological and paleontological arguments. Pp. 246-252. *En: Birx, H.J. y Kolchinsky, E.I. (eds.). Science and Society*. St. Petersburg.
- Molina, E. 2001. Estrategias recientes en la controversia creación versus evolución. *Cuadernos Interdisciplinarios* 8: 155-174.
- Molina, E. 2006a. Creationsm versus Geology. *Encyclopedia of Anthropology* 2: 585-587.
- Molina, E. 2006b. La estrategia del diseño inteligente y su influencia en España. *El Escéptico* 21: 30-34.
- Molina, E. y Tamayo, M. 2007. Argumentos y datos científicos interdisciplinarios sobre las imperfecciones del diseño evolutivo. *Interiencia* 32: 635-642.
- Nathans, J., Thomas, D. y Hogness, D.S. 1986. Molecular genetics of human color vision: the genes encoding blue, green and red pigments. *Science* 232: 193-202
- Newell, N.D. 1982. *Creation and Evolution. Myth or reality?* Praeger Publ.. New York.
- Newman, R.C. Levels of Intelligent Design? Disponible en: <http://www.ibri.org/DVD-1/NewmanPpt/EvidAng.ppt#288,32>,

- Niesturj, M.F. 1966. *El Origen del Hombre*. Ed. Pueblos Unidos, Montevideo.
- Osman Hill, W.C. 1964. *El Hombre como Animal*. Eudeba, Buenos Aires.
- Pallen, M.J. y Matzke, N.J. 2006. Science and society: From The Origin of Species to the origin of bacterial flagella. *Nature Rev. Microbiol.* 4: 784-790.
- Perakh, M. 2004. *Unintelligent Design*. Prometheus Books, Amherst, New York.
- Reichert, C. 1837. Über die visceralbogen der wirbeltiere im allgemeinen und deren metamorphose bei den vögeln und säugetieren. *Arch. Anat. Physiol.* 120-222.
- Ridley, M. 1996. *Evolution*. Blackwell Sci., Cambridge, Massachusetts.
- Rieppel, O., Zaher, H., Tchernov, E. y Polcyn, M.J. 2003. The anatomy and relationships of haasiophis terrasantus, a fossil snake with well-developed hind limbs from the Mid-Cretaceous of the Middle East. *J. Paleontol.* 77: 536-558.
- Rivano, J. 1990. *Religión y Darwinismo: La Bancarrota de la Teología*. Bravo y Allende Ed., Santiago de Chile.
- Robinson, A.J, Kropatkin, M. y Aggeler, P.M 1969. Hagemann factor (factor XII) deficiency in marine mammals. *Science* 166: 1420-1422.
- Sacks, O. 1999. *La Isla de los Ciegos al Color*. Anagrama, Barcelona.
- Salvini-Plawen, L.V. y Mayr E. 1977. On the evolution of photoreceptors and eyes. *Evol. Biol.* 10: 207-263.
- Sequeiros, L. 1992. *Raíces de la Humanidad. ¿Evolución o Creación?* Cuadernos FyS, Santander, 19.
- Sequeiros, L. 1997. Charles Lyell (1797-1875) y el conflicto entre la nueva geología y la religión. *Proyección* 44: 127-138.
- Sequeiros, L. 2006. Evolución humana y creación humana: ¿incompatibles o cuestión de palabras? Pp. 57-96. *En: XVIII Jornadas Culturales de Santo Tomás*. Seminario de Jaén.
- Shah, R.V. 1962. A comparative study of the respiratory muscles in Chelonia. *Breviora* 161: 1-16.
- Simpson, G.G. 1952. How many species? *Evolution* 6: 342.
- Simpson, G.G. 1961. *El Sentido de la Evolución*. Eudeba, Buenos Aires.
- Sober, E. 2007. What is wrong with inteligente desing? *Q. Rev. Biol.* 82: 3-8.
- Strickberger, M.W. 1993. *Evolución*. Omega, Barcelona.
- Thewissin, J.G.M., Hussain, S.T. y Arif, M. 1994. Fossil evidence for the origin of aquatic locomotion in archaeocete whales. *Science* 263: 210-212.
- Troncoso, A. y Tamayo, M. 1998. *¡Viva la Ciencia!* Ed. Univ. Talca.
- Verrill, H. 1954. *Aves Raras y sus Curiosidades*. Destino, Barcelona,
- Wagner, P.J. 2001. Gastropod phylogenetics: progress, problems, and implications. *J. Paleontol.* 75: 1128-1140.
- Wallace, B. y Srb, A.M. 1967. *Adaptación*. Uteha, México.
- Wang, Y.Q., Hu, Y.M., Meng, J. y Li, C.K. 2001. An ossified Meckel's cartilage in two Cretaceous mammals and origin of the mammalian middle ear. *Science* 294: 357-361.
- Yamamoto, Y. y Jeffery, W.R. 2000. Central role for the lens in cave fish eye degeneration. *Science* 289: 631-633.
- Young, D. 1998. *El Descubrimiento de la Evolución*. Ed. Serbal, Barcelona.

Información de los Autores

Manuel Tamayo. Nacido en Santiago de Chile (Chile) en 1946. Profesor de Estado en Biología y Ciencias, Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Morfología por la Universidad de Chile, y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Granada en 2004, con una tesis titulada: "Las teorías biológicas evolutivas en textos de estudio en Chile". Se ha desempeñado como investigador y encargado de la Sección Mamíferos del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, y como académico en diversas Universidades, impartiendo clases de evolución, zoología e histología.

Eustoquio Molina. Nacido en Granada (España) en 1950. Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada en 1979, con una tesis sobre foraminíferos planctónicos del Oligoceno y Mioceno inferior. Actualmente es Catedrático de Paleontología en la Universidad de Zaragoza donde enseña Micropaleontología aplicada e imparte un curso de master sobre Eventos de evolución y extinción. Desarrolla una activa labor en el Seminario Interdisciplinar de la Universidad de Zaragoza y en la asociación cultural Alternativa Racional a las Pseudociencias - Sociedad para el Avance del Pensamiento Crítico (ARP-SAPC).