

# EVOLUCIÓN

## VOLUMEN 2 (1) 2007



Chas Darwin  
Madrid 2.º 1874.

- ¡¡LA EVOLUCIÓN SIGUE!!**, por J. MARTÍN Y P. LÓPEZ. - 2
- DESDE LA PRESIDENCIA**, por M. SOLER - 3
- ENTREVISTA A ROBERT L. TRIVERS**, por J.P.M. CAMACHO - 5
- ARTÍCULOS:**
- FONTDEVILA, A.**  
La especie ¿misterio indefinible o quimera real? - 11
- ALVAREZ, F.**  
“*El Libro de los Animales*” de al-Jahiz, un esbozo evolucionista del siglo IX - 25
- CLARAMONTE, V.M.**  
Test científico a la teoría del diseño inteligente: *La sentencia Kitzmiller et al. vs. El Distrito Escolar de Dover* - 31
- TOBEÑA, A.**  
Cerebros religiosos y cerebros ateos - 43
- GARCÍA CASAS, M.**  
Teoría de la vida embarazada y la reevololución - 51
- ESTADO DE LA BIOLOGÍA EVOLUTIVA EN ESPAÑA (II):**
- CASTRO NOGUEIRA, L.**  
Docencia y evolución: la biología evolutiva en la enseñanza secundaria - 63
- SERRANO, J.**  
Algunas consideraciones sobre la influencia de la Teoría de la Evolución en la zoología española - 67
- LA OPINIÓN DEL EVOLUCIONISTA:**
- COMENTARIOS DE LIBROS**  
“*La Lógica del Titiritero*” de Pablo Rodríguez, por M. SOLER - 73
- DIVULGACIÓN EVOLUCIONISTA:**  
“¿*Altruismo o coacción?*”, por M. ROLDÁN - 76
- NOTICIAS EVOLUTIVAS** - 78
- BOLETÍN DE INSCRIPCIÓN AL PRIMER CONGRESO DE LA SESBE** - 79



## Editores de eVOLUCIÓN

José Martín y Pilar López

## Junta Directiva de la SESBE

Presidente: Manuel Soler  
Vicepresidente: Andrés Moya  
Secretario: Julio Sanjuán  
Tesorero: José Serrano  
Vocales: Jordi Agustí  
Josabel Belliure  
Laureano Castro  
Santiago Merino  
Alvaro Moreno  
Pablo Vargas

eVOLUCIÓN es la revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE)

eVOLUCIÓN no tiene necesariamente que compartir todas las ideas y opiniones vertidas por los autores en sus artículos.

## © 2007 SESBE

Quedan reservados los derechos de la propiedad intelectual.

Cualquier utilización de los contenidos de esta revista deberá ser solicitada previamente a la SESBE.



**Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE)**

Facultad de Ciencias  
Universidad de Granada  
18071 Granada

<http://www.sesbe.org>

e-mail: [sesbe@sesbe.org](mailto:sesbe@sesbe.org)

## Para enviar artículos a eVOLUCIÓN:

José Martín y Pilar López  
Dep. Ecología Evolutiva  
Museo Nacional de Ciencias Naturales  
CSIC  
José Gutiérrez Abascal 2  
28006 Madrid

[jose.martin@mncn.csic.es](mailto:jose.martin@mncn.csic.es)  
[pilar.lopez@mncn.csic.es](mailto:pilar.lopez@mncn.csic.es)

Parece que eVOLUCIÓN ha sobrevivido con cierto éxito al primer número y ya está aquí el segundo número gracias al empeño de los autores en que surjan nuevos artículos evolutivos. No sólo eso, se ha producido además una radiación (¿adaptativa?) de nuevas secciones que esperamos os parezcan interesantes y se mantengan en los próximos números.

En este segundo número, comenzamos con una carta a los socios de la SESBE del presidente (Manuel Soler) que pretende ser una sección fija a partir de ahora, para comentar todas las noticias relevantes para la SESBE. Seguimos con una entrevista a Robert L. Trivers, uno de los más grandes científicos del siglo XX, según la revista Time (y según mucha más gente), que todavía sigue proporcionándonos ideas evolutivas sugerentes.

Incluimos además varios artículos que nos presentan: 1) una discusión sobre el concepto de especie, y su significado a la luz de los conocimientos actuales, 2) otra prueba del pensamiento evolutivo anterior a Darwin, nada menos que en el Bagdad del siglo IX, 3) una sentencia judicial, real y muy evolutiva, contra las pretensiones "educativas" de los defensores del diseño inteligente en los Estados Unidos, 4) las posibles bases neuro-fisiológicas de la fe religiosa, y 5) una nueva hipótesis "holística" sobre el significado, y el futuro, de la evolución de la vida en la Tierra.

Además, continuamos ofreciendo las conferencias del congreso fundacional de la SESBE, donde renombrados especialistas españoles de distintos ámbitos científicos hacen un análisis del estado de la Biología Evolutiva en España en distintos campos (en este número, la docencia en la enseñanza media y la zoología).

Ante la apariencia de que los editores hayamos "diseñado inteligentemente" la selección de artículos publicados, os recordamos que la revista no comparte necesariamente todas las ideas de los autores. Por el contrario, esperamos que sea la presión selectiva de los lectores de eVOLUCIÓN la que determine cuáles de estas ideas se seleccionan y sobreviven. Para ello la nueva sección "La Opinión del Evolucionista" está abierta a vuestras críticas más feroces y opiniones variadas sobre los libros y artículos publicados aquí o en otros medios, y queremos que sirva de plataforma desde donde discutir las ideas sobre evolución y la eVOLUCIÓN.

Y cumpliendo con el fin de la SESBE de difundir la evolución, vamos a ofrecer resúmenes de aportaciones científicas importantes para ponerlos al alcance de los no especialistas en la sección de "Divulgación Evolutiva"

Por último, abrimos una sección donde publicar las "Noticias Evolutivas" que nos enviéis. Estamos muy contentos de poder anunciaros la próxima celebración (septiembre de 2007) del Primer Congreso de la SESBE en Tarragona, organizado por Jordi Agustí, cuya primera circular podéis encontrar en las páginas finales de esta revista. Esperamos que este congreso sea un éxito y nos reúna a todos para continuar con el estudio y la difusión de la evolución.

José Martín y Pilar López  
Editores de eVOLUCIÓN

## Desde la Presidencia

Estimados socios de la SESBE:

En el primer número de nuestra revista me pidieron los editores que escribiera un artículo explicando el proceso de fundación de la sociedad. Ese fue el punto de partida que inspiró la creación de esta nueva sección de la revista que hemos denominado "Desde la Presidencia" porque la idea es que el presidente disponga de una página en cada número para realizar los comentarios que le parezcan más oportunos o analizar los hechos o las noticias que le parezcan más relevantes en el ámbito de la teoría evolutiva.

Este primer artículo de la nueva sección va a ser una continuación del que escribí en el primer número que llevaba por título "estamos comenzando a andar" porque continuamos avanzando y hay suficientes novedades como para interesar e ilusionar al lector, puesto que todas son positivas para el futuro de nuestra sociedad.

En primer lugar destacar los avances en la **organización del próximo congreso** (realmente el primero de la sociedad puesto que el anterior que se celebró en Granada fue el Fundacional) que tendrá lugar en Tarragona del 27 al 29 de septiembre de 2007. El comité organizador presidido por *Jordi Agustí*, está haciendo un buen trabajo y ya han preparado la primera circular (se puede encontrar completa en el presente número de eVOLUCIÓN). Con un comité científico formado, en su mayoría, por investigadores de elevado prestigio, estoy convencido de que están consiguiendo organizar un congreso que será del interés de la mayoría de los interesados en la biología evolutiva. Han decidido que el congreso se centre en cuatro temas principales de gran interés y actualidad: evolución molecular, las transiciones evolutivas, biología evolutiva de poblaciones y evolución Humana, pero, sin que esto signifique que se restrinja la presentación de comunicaciones a estos cuatro temas, se aceptará la presentación de resúmenes independientemente del tema que traten. Hablando de novedades, ya puedo adelantar que se está trabajando en el próximo congreso que, desde la junta directiva, pretendemos que sea algo especial ya que coincidirá con el 150 aniversario de la publicación de la "biblia evolucionista": "*The Origin of Species by Means of Natural Selection*", de Charles Darwin en 1859.



**Manuel Soler**  
Presidente de la SESBE

Actualmente hay varios proyectos importantes en marcha que están bastante avanzados. El primero de ellos es la **renovación de nuestra página web**. Espero que a lo largo del mes de febrero ya dispongamos de la nueva, más moderna, más profesional, y adaptada para los nuevos contenidos que pretendemos incluir en ella, por ejemplo, una serie de documentos que recogerán, cada uno de ellos, el estado, en España, desde el punto de vista de la utilización de la teoría evolutiva, de cada una de las disciplinas que forman parte de la biología evolutiva. Ya está finalizado el dedicado a la Fisiología, y están bastante avanzados los correspondientes a la Zoología, a la Botánica y a la Parasitología, todos ellos preparados por reconocidos expertos en cada una de las materias. Se continuarán preparando más en un futuro próximo.

El segundo es la pretensión de publicar una serie de **libros sobre biología evolutiva**. Estamos negociando un posible acuerdo con varias editoriales. La idea es, por un lado, conseguir que se publiquen libros interesantes que promocionen y divulguen la teoría evolutiva y, por otro, poder regalar un ejemplar a cada uno de los socios (por supuesto, a los que tengan las cuotas al día). Aún no hemos cerrado un

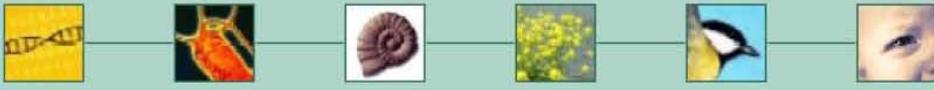
acuerdo definitivo con ninguna editorial pero, ¡ya hay un libro escrito!, por lo que esperamos que a lo largo del año que acaba de comenzar, cada socio pueda recibir el primer libro de esta serie.

El último proyecto está bastante más atrasado, pero es, según pensamos los miembros de la junta directiva, muy importante. Se trata de incluir en nuestra web, en un apartado de libre acceso, un **manual para la enseñanza de la teoría evolutiva**. El principal objetivo de nuestra sociedad según sus estatutos es promover la difusión de la teoría evolutiva, conseguir que deje de ser la gran olvidada de la biología española.

Evidentemente, una de las mejores formas de conseguirlo es comenzar por la base, y, pensamos, que un método óptimo puede ser proporcionando a los docentes una web que les permita preparar sus clases o sus temas sobre la evolución de una forma fácil y adecuada. Estamos trabajando en ello, contamos con una persona perfectamente preparada como *Laureano Castro* que se va a encargar de coordinar este proyecto, y esperamos que, aunque se trata de un objetivo ambicioso, será una realidad en un par de años.

**Manuel Soler**  
Presidente de la SESBE

Sociedad Española de Biología Evolutiva



Para hacerse miembro de la Sociedad Española de Biología Evolutiva hay que solicitar la inscripción, realizar el pago de **10 euros** en la siguiente cuenta corriente:

**Banco Santander Central Hispano: 0049-6714-26-2190117501**

y enviarnos:

- (1) nombre completo y apellidos
- (2) DNI incluida la letra
- (3) domicilio
- (4) número de teléfono
- (5) dirección de correo electrónico
- (6) resguardo de haber realizado el pago.
- (7) cuenta bancaria en la que domiciliar el pago de las cuotas

Estos datos y el resguardo se pueden enviar,

por correo electrónico: [secretario@sesbe.org](mailto:secretario@sesbe.org)

o a la siguiente dirección:

Prof. Dr. Julio Sanjuan  
Unidad de Psiquiatría  
Facultad de Medicina  
C/ Blasco Ibáñez, 15  
46010 Valencia

## Entrevista a Robert L. Trivers

por Juan Pedro M. Camacho

Profesor Titular de Genética de la Universidad de Granada.

### <<El autoengaño evoluciona al servicio del engaño>>



Vamos a tener la oportunidad de conocer un poco más a Robert Trivers, según la revista Time, uno de los 100 más grandes pensadores y científicos del siglo XX. Aunque el profesor Trivers es de sobra conocido en el campo de la biología evolutiva, quiero presentar unas pinceladas de su biografía que demuestran claramente que nos encontramos ante un científico inusual que rompe muchos esquemas y preconcepciones de la ciencia actual.

Un primer hecho inusual es que realizó el doctorado en biología sin ser graduado en biología, sino en historia. Igualmente, en 1971 no había terminado aun su tesis cuando ya publicó un artículo, como único autor, proponiendo una explicación convincente sobre el altruismo recíproco. El año siguiente defendió su tesis y presentó su teoría de la inversión parental en el marco de la selección sexual. Un año después hizo lo propio, esta vez con D. Willard, con un artículo sobre la manipulación parental de la proporción de sexos. En 1974 presentó su teoría sobre el conflicto paterno-filial

y en 1976 publicó, con H. Hare, un artículo que vino a completar la visión Hamiltoniana de la evolución de los insectos sociales. En sólo seis años surgieron esos cinco artículos que abrieron nuevas vías de estudio en la biología evolutiva, avanzando nuevos paradigmas que dieron mucho que hablar e investigar, como lo prueban las miles de citaciones de estos artículos.

Pocos científicos pueden presumir de haber aportado una avalancha semejante de ideas en un mismo campo científico. La llegada de este historiador y abogado vocacional supuso, en los años '70, un soplo de aire fresco que revolucionó el campo de la biología evolutiva.

Actualmente es profesor de Antropología en la Rutgers University, y sus intereses científicos son, como veremos a continuación, muy amplios. Con una perspectiva de 30 años, será interesante conocer su opinión respecto a su carrera y sobre algunos aspectos de la biología evolutiva.

JPMC - Para comenzar, le agradecería algunos datos autobiográficos, especialmente cómo ve ahora aquellos fructíferos años '70 y el hecho de que usted produjera aquel puñado de artículos tan extremadamente influyentes en un período de tiempo tan corto?

RT - Había una oportunidad histórica de trabajar en problemas importantes que habían sido casi completamente ignorados, principalmente a causa del aniquilante efecto del razonamiento de la ventaja de la especie (o del grupo). Así, nadie se había tomado en serio el altruismo recíproco, ni el conflicto paterno-filial, ni la variación en la proporción de sexos en humanos, y así sucesivamente. Por supuesto la gente había hecho un montón de trabajo sobre las diferencias sexuales pero se habían hecho pocos esfuerzos para proporcionar una teoría general.

En cambio, yo me encontré con varias ventajas, incluyendo que nunca recibí un curso de biología hasta los 23 años. Eso me libró de las preconcepciones propias de la disciplina, y del sentido de limitación que inevitablemente da la información abundante.

Por ejemplo, no veía razón alguna para no argumentar desde los humanos hacia otros animales. El procedimiento inverso estaba mucho más en boga entonces pero, puesto que somos bastante ignorantes de otras criaturas, éste no era el camino fructífero a tomar. La introspección elemental sugería un sentido humano de la justicia que no podía derivarse del altruismo dirigido por el parentesco. También sugería un conflicto paterno-filial de una naturaleza no trivial. Todo lo que había que hacer era encontrar la lógica subyacente, extenderla tan ampliamente como se pudiera, y obtenías una teoría unificada, de los humanos a otras criaturas.

Una importante. Como no se me daba mal la lógica no sentí una gran necesidad de revestir mi pensamiento con ecuaciones que, en cualquier caso, eran innecesarias en aquel tiempo. Esto, combinado con un enorme esfuerzo para presentar las ideas clara y simplemente, hizo el trabajo inmediatamente accesible a una audiencia muy grande. Cada artículo pasó por numerosos borradores, cada uno reescrito por completo, que fueron revisados por algunos maestros de entonces, tales como el famoso experto en babuinos, de la Universidad de Harvard, Irven DeVore. Siempre digo a los estudiantes que el tiempo empleado en clarificar, simplificar y escribir bien nunca es tiempo malgastado. Ello beneficia al lector directamente, y éste es, después de todo, el organismo a quien estás intentando llegar.

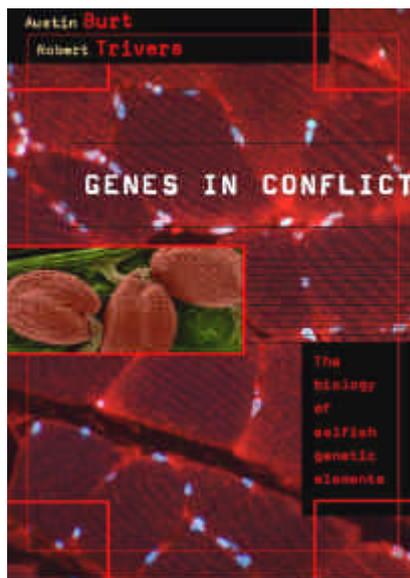
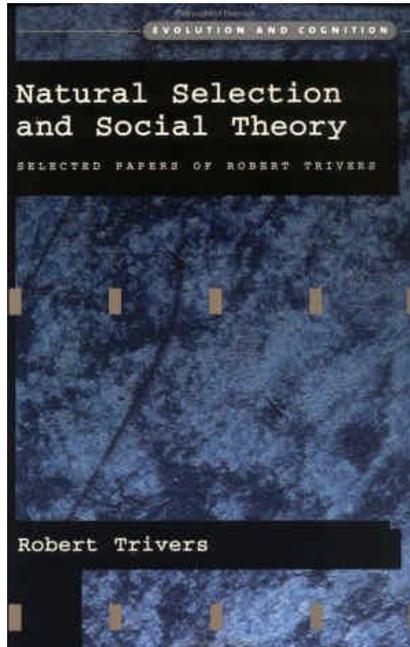
**JPMC - Me imagino que después de aquello era imposible mantener un nivel tan elevado y eso quizás explica el relativo silencio que siguió en los '80 y '90. ¿Cómo ve ahora aquellos años?**

RT - Ciertamente no podía haber publicado un artículo importante cada año, pero ¿por qué no cada dos o cada tres años? Tenía dos ideas importantes listas para lanzar en 1976. Una era una teoría de elección de la hembra sesgada hacia un mayor interés por las hijas. La idea fue publicada (en 1986 con Jon Seger como primer firmante) pero, desafortunadamente, las matemáticas no fueron combinadas con la clase de claro razonamiento verbal mencionado antes, y el artículo fue ignorado por completo. Incluso el título era erróneo: "Asymmetry in the evolution of female mating preferences". Debería haberse titulado: "Female choice evolves with a bias toward daughters". Con las matemáticas apropiadas, el trabajo no hubiera sido ignorado.

La segunda idea era la lógica del autoengaño. Publiqué el resumen del artículo (en Proc. Roy. Soc. London B, en 1978) pero nunca escribí el manuscrito y siempre lo he lamentado. Ahora habría, tengo confianza en ello, una enorme cantidad de literatura al respecto. Ésta es una de las grandes alegrías de publicar un trabajo influyente: recibes una gran respuesta que hace más profundo tu propio conocimiento del tema.

No, la razón por la que fracasé es que tenía que madurar. Tuve cuatro hijos entre 1975 y 1980 y no tenía idea de lo costosa que es realmente la "inversión parental".

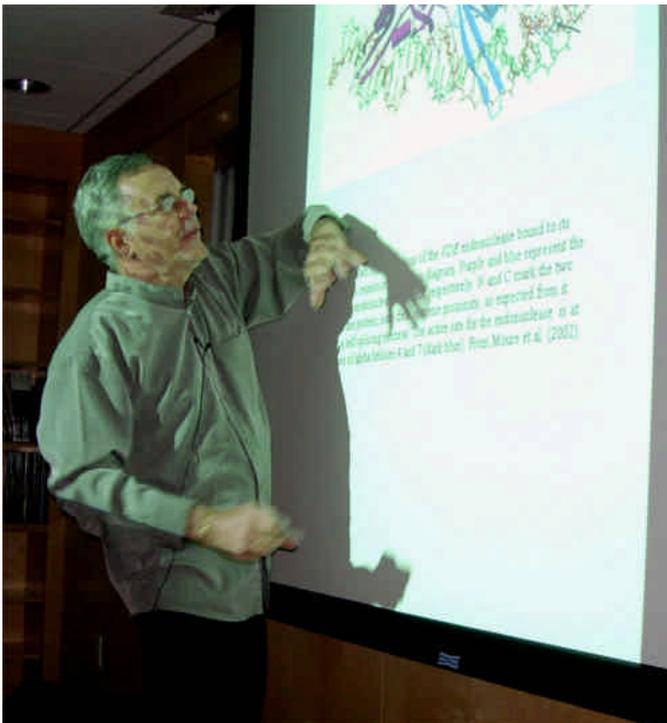
También tiré por la borda cinco años de mi vida en producir un libro de texto ("Social Evolution") que se suponía me iba a facilitar los asuntos financieros, pero no tuvo tal efecto. En realidad, el libro fue descatalogado en diez cortos años. Fui amargamente infeliz en la Universidad de California en Santa Cruz, y la mayor parte del tiempo me sentí como si estuviera luchando sólo para sobrevivir (y mantener a mi familia).



**JPMC - Pero el nuevo siglo ha comenzado con Robert Trivers "cabalgando de nuevo" como en sus mejores tiempos, con la reciente publicación de "Genes in Conflict", un libro sobre la genética evolutiva de los elementos genéticos egoístas. ¿Cómo fue el cambio desde su investigación anterior hacia este tema?**

RT - Cuando terminé "Social Evolution", en 1985, estaba deseoso de hacer algo nuevo y me encontré con que la genética evolutiva de entonces se parecía al campo del comportamiento social de los años '60 que estaba emergiendo del paradigma de la ventaja de la especie. De igual modo, la genética tenía el "paradigma del fenotipo", por el que los genes son seleccionados positivamente sólo cuando contribuyen positivamente al fenotipo de un individuo (incrementando su éxito reproductivo). Pero, para algunos genes, era claramente posible incrementar su propia representación en la siguiente generación aun cuando, de hecho, disminuían el éxito reproductivo del individuo.

Así que pensé que sería revelador explorar este mundo. Pero no tenía ni idea de cuánto tendría que masticar. La genética es, como bien sabes, un enorme campo internacional. Todo el mundo quiere criar cultivos locales y animales domésticos y obtiene plagas y parásitos animales, y así sucesivamente. Por tanto cada país tiene su propio interés por la genética. Lo que pensé que me llevaría cinco años, como máximo, nos requirió (a Austin Burt y a mí) quince



años, pero al menos hemos ayudado a fundamentar un nuevo e importante campo de la biología evolutiva, que abarca todas las situaciones en la naturaleza donde se produce un conflicto genético interno.

**JPMC - Recientemente ha publicado usted varios artículos interesantes sobre simetría en poblaciones humanas, entre los que destaca su reciente artículo de Nature (2005) que a buen seguro marcará un nuevo paradigma sobre la selección sexual en humanos en relación a la simetría corporal y el baile como elemento de cortejo. Me consta que estos trabajos no habían sido concluidos cuando ya se había embarcado en un nuevo proyecto, su nuevo libro sobre el autoengaño. ¿Por qué un tema tan diferente?**

RT - Como he mencionado antes, el autoengaño me interesa desde hace mucho tiempo. Deslicé la idea en papel por primera vez en mi prefacio para "The Selfish Gene", de Richard Dawkins. Incluso escribí 40.000 palabras sobre el tema (con Huey Newton, el fundador del Partido de los Panteras Negras) para un libro que nunca fue publicado. Si no hubiera caído en el agujero de 15 años llamado "Selfish genetic elements" hubiera abordado este tema en los primeros años '90. Siempre pensé en ello en los '70 como una parte necesaria de cualquier sistema maduro de teoría social, es decir, la que explica la falsedad así como la sinceridad. Todavía pienso que es un tema absolutamente crítico por dominar. Si al final de mi vida fuese conocido por contribuir a tres áreas —una teoría social basada en la selección natural, la evolución de los elementos genéticos egoístas, y una teoría del engaño y el autoengaño, estaría muy contento.

**JPMC - ¿Cuál es la esencia de su hipótesis con respecto al autoengaño?**

RT - Que el autoengaño evoluciona al servicio del engaño. El autoengaño proporciona al menos dos beneficios para engañar a otros. Una mayor efectividad, porque la verdad es escondida más profundamente, y una mayor eficiencia, porque mentir conscientemente es cognoscitivamente costoso y hacer que al menos parte de la contradicción sea inconsciente ahorra energía mental —por ejemplo, cometes menos errores incluso en tareas no relacionadas.

**JPMC - Si intento evitar el autoengaño, ¿me arriesgo a disminuir mi autoestima?**

RT - Los psicólogos han diferenciado entre dos tipos de autoestima, segura e insegura, siendo la última mucho más defensiva puesto que está basada en el autoengaño. Mi impresión es que las mujeres son muy buenas discriminando esto a niveles variables de consciencia y realizan sus evaluaciones de acuerdo con ello.

**JPMC - ¿Qué piensa del desajuste en que se encuentra nuestra especie debido a las nuevas circunstancias ambientales emergidas de la rápida evolución cultural de los últimos siglos?**

RT - En general, creo que ese desajuste puede ser un problema importante. Considere la guerra moderna. La primera guerra mundial fue la última guerra importante donde las tropas fueron sacrificadas para proteger a los civiles. Desde la segunda guerra mundial es al contrario. ¿Hasta qué punto nuestra especie ha desarrollado adaptaciones para pensar racional e inteligentemente sobre la guerra? No mucho.

**JPMC - ¿Cree que, en el contexto de la guerra, sería posible crear un ejército de superhombres clonados, o sería más simple manipular sus mentes?**

RT - Es difícil especular acerca del futuro. Los individuos clonados hasta ahora sufren costos inicialmente insospechados (por ejemplo, la oveja Dolly tenía, de hecho, cuatro años cuando nació) y arrojan, en teoría, serias dudas (por ejemplo, el fallo en el desarrollo de clones naturales, es decir, gemelos idénticos), pero ¿quién sabe qué avances traerá la biología molecular en el futuro? Mi reacción es que sería mucho más fácil (y seguro) manipular las mentes.

**JPMC - Teniendo en cuenta la enorme cantidad de catástrofes pasadas y presentes provocadas por la humanidad sobre toda clase de seres vivos (incluyéndonos a nosotros mismos), ¿cree que Homo sapiens va por el buen camino para convertirse realmente en sapiens?**

RT - ¡Ay!, me temo que estas catástrofes no nos han hecho más sabios. ¿Nos ha enseñado algo la desaparición repetida de los sucesivos imperios dominantes — por ejemplo, sobre los peligros de la degradación ambiental, las consecuencias de la guerra, y el autoengaño? Lo dudo.

**JPMC - Entonces, ¿es usted optimista o pesimista en relación con los efectos humanos sobre la vida en el planeta?**

RT - De nuevo, encuentro muy difícil predecir el futuro, pero si no creyésemos en la pre-adaptación, entonces deberíamos preguntarnos si la selección natural nos ha moldeado lo suficiente como para evitar los desastres globales.

**JMC - Me gustaría conocer su opinión actual sobre la vieja controversia naturaleza-crianza ("nature-nurture").**

RT - Hace treinta años me parecía obvio que cualquier carácter genético podía ser alterado por una intervención ambiental suficientemente exacta, y que cualquier carácter influenciado ambientalmente tiene un sustrato genético. Hace veinte años me pareció obvio que la reproducción sexual destaca la importancia de la variación genética, por lo que deberíamos esperar que las influencias genéticas sobre el comportamiento fuesen importantes. Igualmente, estaba claro que las influencias parentales eran a veces las peor acogidas de forma que las correlaciones entre el comportamiento parental y el de la descendencia se espera que sean bajas, como realmente son.

Finalmente, las evidencias genéticas recientes demuestran que nuestros cerebros son el tejido más activo genéticamente de nuestro cuerpo, con un 67% de genes activos, mientras que el segundo tejido en actividad es el hígado con un 33%. Por tanto, más bien, los rasgos de comportamiento son especialmente proclives a mostrar variación genética sutil.

**JPMC - Bajo la metáfora del gen egoísta, podríamos vernos como simples esclavos de nuestros genes, que nos han programado durante muchas generaciones de evolución para reproducirnos tanto como podamos. En cierto sentido, podríamos considerar que cuando una persona renuncia a tener sus propios hijos se está rebelando contra sus genes, pero sólo la cultura nos hace conscientes de este hecho. ¿Cree que uno de los actos culturales más extremos (bellos, horribles, estúpidos...) de un ser humano sería evitar ser esclavo de sus genes?**

RT - Nunca me he sentido esclavo de nada o nadie. Pienso en mis genes como mis buenos amigos, con un par de miles de millones de años detrás de ellos para ayudar a guiar mi comportamiento. Ahora, naturalmente, algunos de nuestros impulsos

genéticos nos dañan, y esto debe haber sido verdad durante mucho tiempo. Así, nuestra fuerte tendencia a combatir algunos de nuestros sesgos genéticos (digamos, mi parte malévol) probablemente ha sido seleccionada. Dicho esto, es notable lo poco que cambiamos con el tiempo. Dicho de otra forma, llevo toda mi vida adulta luchando contra mis mismas tendencias. ¿Donde está el progreso?

**JPMC - ¿Cómo se distrae de la ciencia?  
¿Cuáles son sus aficiones?**

RT - Me gustaría poder reclamar algunas. Disfruto con una buena vida social y con la gente sociable. Sigo los acontecimientos actuales. Pero quizás lo que más aprecio es el ejercicio. Soy un gran convencido de las virtudes del ejercicio. Actualmente voy a un gimnasio en el campus y monto en bicicleta estática durante 40 minutos mientras leo el periódico. Luego realizo otros ejercicios y me doy una sauna. Me siento muy fuerte el resto del día, especialmente después de echar mi siesta. Cuanto más viejo eres más importante es el ejercicio (por ejemplo, para mantener la agudeza mental) y, cuando miro atrás en mi vida, las veces en que he estado más fastidiado coincidieron con los momentos en que no hacía ejercicio. No es una relación causa-efecto pero sí una correlación. Cuando estaba fuerte física-mente estaba fuerte mentalmente. Llámelo auto-engaño, pero ciertamente lo siento así ahora.

**JPMC - Un amigo científico me dijo una vez que dejó de tocar el clarinete porque no es posible ser número uno en dos cosas diferentes a la vez. ¿Podría usted haber sido tan bueno en otra actividad como en la ciencia?**

RT - Si, ciertamente no con el clarinete o escribiendo novelas, pero quizás podría haber sido un buen abogado. Estaba a punto de convertirme en abogado cuando pensé que habría de luchar por la justicia y no por la verdad, pero el lado combativo podría haberse cansado al poco tiempo, sin

mencionar el hecho aburrido de operar dentro de un sistema de diseño humano. Por tanto, estoy muy feliz de haberme convertido en científico. Sin blanca, por supuesto, pero mentalmente libre para pensar acerca de la estructura del mundo vivo —un universo de diseño no humano.

**Bibliografía seleccionada del Entrevistado**

- Trivers, R.L. 1971. The evolution of reciprocal altruism. *Q. Rev. Biol.* 46: 35-57.
- Trivers, R.L. 1972. Parental investment and sexual selection. Pp. 136-179. En: Campbell, B. (ed.) *Sexual Selection and the Descent of Man, 1871-1971*. Aldine, Chicago.
- Trivers R.L. y Willard, D.E. 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science* 179: 90-92.
- Trivers, R.L. 1974. Parent-offspring conflict. *Am. Zool.* 14: 249-264.
- Trivers, R.L. y Hare R. 1976. Haplodiploidy and the evolution of the social insects. *Science* 191: 250-263.
- Trivers, R.L. 1985. *Social Evolution*. Benjamin-Cummings, Menlo Park, California.
- Trivers, R.L. 1991. Deceit and self-deception: The relationship between communication and consciousness. Pp. 175-191. En: Robinson, M. y Tiger, L. (eds.) *Man and Beast Revisited*, Smithsonian, Washington.
- Trivers, R.L. 2002. *Natural Selection and Social Theory: Selected Papers of Robert L. Trivers*. Evolution and Cognition Series. Oxford Univ. Press, Oxford.
- William M., Brown, W.M., Cronk, L., Grochow, K., Jacobson, A., Liu, C.K., Popovic, Z. y Trivers, R.L. 2005. Dance reveals symmetry especially in young men. *Nature* 438: 1148-1150.
- Burt, A. y Trivers, R.L. 2006. *Genes in Conflict: The Biology of Selfish Genetic Elements*. Belknap Press, Harvard.



# La especie ¿misterio indefinible o quimera real?

Antonio Fontdevila

Grup de Biologia Evolutiva, Departament de Genètica i Microbiologia, Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: Antonio.Fontdevila@uab.es

## RESUMEN

El concepto biológico de especie acota la especie mediante barreras reproductivas que defienden su integridad. Sin embargo, las especies muestran permeabilidad al flujo génico, que supera en muchos casos a lo conceptualmente permisible. Esta promiscuidad introgresiva (sexual o no) pone en entredicho el papel exclusivo del aislamiento reproductivo como causa del blindaje de las especies. Pero si aceptamos que la permeabilidad interespecífica es más que una excepción, cabe preguntarse ¿qué mantiene la cohesión de la especie? Darwin “resuelve” el problema negando la realidad de la especie, considerándola exclusivamente como un linaje evolutivo, pero esta solución no satisface a muchos neodarwinistas que, como Mayr y Dobzhansky, definen a la especie como una categoría real. La composición de genomas revela la importancia evolutiva de la introgresión y la observación detallada de los componentes de aptitud muestra que los híbridos no necesariamente son menos aptos. Esta nueva evidencia empírica hace necesario redefinir la cohesión de la especie sin apelar exclusivamente a procesos reproductivos. Entre los procesos causantes de la cohesión específica sobresale, junto a otros como la deriva genética y la reproducción, la selección natural, cuya reivindicación como mecanismo cohesivo amplía el marco conceptual de la especie liberaándola del componente sexual y, en general, de la permeabilidad interespecífica. En este concepto cohesivo, la selección natural aparece no como un mero protector de la integridad específica, a través de la inferioridad híbrida, sino, y fundamentalmente, como un proceso de reemplazamiento adaptativo poblacional. *eVOLUCIÓN* 2(1): 11-23 (2007).

**Palabras Clave:** Concepto de Especie; Selección Natural, Hibridación.

## El problema de la especie

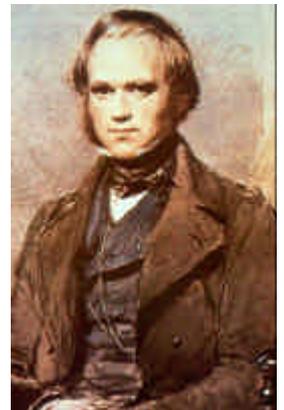


Para Ernst Mayr, uno de los artífices de la nueva síntesis del darwinismo, el problema de la especie se reduce a elegir entre dos alternativas, una, considerar que las especies son realidades naturales, la otra, aceptar que las especies son constructos teóricos de nuestra mente (Mayr 1982, p. 285). A primera vista parece fácil distinguir entre las especies, observando las diferencias entre organismos y agrupándolos en clases que llamamos especies, al igual que hacemos

con otras clases como los muebles o los minerales. Esto conduce a equiparar la variabilidad natural entre organismos de una misma especie con las diferencias observadas entre entidades pertenecientes a la misma clase, definida como un tipo (idea) del cual cada entidad es una representación imperfecta. Este ejercicio idealista llevó al concepto tipológico de especie que se ha aplicado, y todavía se aplica en gran medida, para establecer criterios de clasificación y reconocimiento específicos. Sin embargo, el advenimiento del pensamiento evolutivo, sobre todo con el darwinismo, trastocó doblemente este concepto de especie. Primero, al proponer relaciones evolutivas (filogenéticas)

entre las especies, la explicación de la discontinuidad entre las especies dejó de ser una obviedad ontológica para convertirse en un razonamiento que debía formularse en términos de continuidad evolutiva; en segundo lugar, los elementos (organismos) de cada especie estaban relacionados reproductivamente (al menos en los organismos sexuales) y su variabilidad debía redefinirse dentro de dicha comunidad reproductiva, no como meras desviaciones del tipo ideal, sino como fruto del intercambio genético y la herencia.

Darwin captó perfectamente la indefinición que el paradigma evolutivo introducía en el concepto de especie. Su obra magna, *El Origen de las Especies*, intenta, posiblemente sin conseguirlo, explicar el proceso mediante el cual la naturaleza nos aparece como un mosaico discontinuo de linajes que denominamos especies. Para dar un contenido evolutivo que relacione dichos linajes Darwin llega a dudar de la realidad de la especie como categoría cuando escribe a su amigo Joseph Hooker:



“It is really laughable to see what different ideas are prominent in various naturalists minds, when they speak of ‘species’;..... It all comes, I

believe, from trying to define the undefinable” (F. Darwin 1887, vol. 2, p. 88)

Esta indefinición se refleja también en muchos pasajes de *El origen* en que discute la dificultad de distinguir entre especies y variedades:

“Varieties have the same general characters as species, for they cannot be distinguished from species, -except, firstly, by the discovery of intermediate linking forms, ....; and except, secondly, by a certain amount of difference,....; but the amount of difference considered necessary to give two forms the rank of species is quite indefinite” (Ch. Darwin 1859)

La dificultad de establecer límites claros entre las especies constituye un problema para definir la especie como una clase natural, pero no es el único. Mucho más difícil es compaginar la variabilidad específica con el concepto de clase bajo una óptica evolucionista. Actualmente, el concepto tipológico ha sido sustituido por el concepto biológico basado en el pensamiento poblacional darwinista, en el que la especie no representa un tipo sino un grupo de organismos que comparten un acervo genético a través de relaciones poblacionales. Algunos autores como Sober (1980) califican este cambio conceptual como la muerte del esencialismo de la especie, según el cual la variación específica era la expresión de meras interferencias ontogenéticas de la esencia de la especie. El concepto poblacional eleva estas “interferencias” al rango de verdadero sustrato evolutivo de la especie, su variabilidad genética, que sometida a las leyes de la evolución (la selección natural, la mutación y la deriva genética, principalmente) permite entender el verdadero significado de la especie y también su origen.

Es en el origen de las especies donde muchos autores, entre ellos el mismo Darwin, han encontrado y encuentran las mayores dificultades. Darwin parafraseando a Herschel, un físico de la época, califica el origen de las especies (la especiación) como “el misterio de los misterios” en el primer párrafo de *El Origen*, y no es improbable que el contacto con Herschel fuera el mayor estímulo de Darwin para embarcarse en su proyecto. También otros autores reconocen el papel primordial de la especiación en la teoría evolutiva. Mayr llega a calificar la especiación como el punto clave de la evolución. Sin embargo, históricamente no ha sido fácil compaginar la definición de la especie como una realidad natural discontinua con el proceso poblacional conducente a la formación de especies, de naturaleza gradual y continua según la teoría darwinista. Mayr ha planteado este dilema que ha enfrentado al biólogo durante más de 150 años después de Linneo diciendo que la falacia de suponer que la constancia y la definición precisa de las especies están estrechamente correlacionadas ha obligado a elegir entre creer en la

evolución (la inconstancia de las especies) y tener entonces que negar la existencia de las especies, excepto como ficciones de la imaginación, puramente subjetivas y arbitrarias, o creer en la delimitación precisa de las especies como han hecho la mayoría de los antiguos naturalistas, convencidos de que esto negaba necesariamente la evolución.

### Algunos aspectos filosóficos

Afortunadamente hoy en día este dilema parece superado en gran parte. Aunque existe todavía una cierta controversia sobre lo que es una especie y, sobre todo, como definirla con amplitud suficiente para abarcar todos los organismos, nadie se atreve a negar el hecho evolutivo amparado en las dificultades de establecer límites precisos a las especies. El argumento evolutivo ha adquirido el papel de guía en la mayoría de controversias filosóficas, como vimos ya en la definición del estatus ontológico de la especie. Parece aceptado que el esencialismo está enterrado por la moderna teoría evolutiva y que es insostenible pensar en las especies como clases naturales compuestas por entidades sin restricciones espacio-temporales.

El agua, por ejemplo, es una clase porque las distintas muestras de agua tienen las mismas propiedades en cualquier lugar del universo. No así los organismos que constituyen una especie, los cuales evolucionan y sus propiedades (caracteres) pueden cambiar en el espacio y en el tiempo sin dejar de pertenecer a la misma especie. Estos cambios vienen dados por las leyes evolutivas de la selección, la deriva y la mutación, principalmente. Por esta razón, muchos autores como Ghiselin (1974) y Hull (1978) tienden a ver a las especies como individuos. Un individuo, a diferencia de una clase, consta de partes restringidas en el espacio y en el tiempo, como los miembros de un organismo que no pueden dispersarse en el espacio y en el tiempo sin perder su entidad. Estas partes sólo adquieren su significado cuando coexisten para conferir al individuo sus funciones específicas, como la digestión o la respiración en el caso de un organismo. Siguiendo el mismo razonamiento con los organismos que constituyen una especie, éstos pueden cambiar sus caracteres pero siempre dentro del ámbito poblacional, donde se realizan los procesos evolutivos como la selección natural, la deriva o la mutación. Los cambios determinan que una especie modifique la frecuencia de ciertas características solo si estas son heredables, con lo que las especies muestran continuidad espacio-temporal y pueden considerarse individuos. Un aspecto básico de considerar una especie como un individuo se refiere a que la relación entre un organismo y su especie es la de una parte y un todo, no la de un miembro de una clase. Esto se debe a que un organismo pertenece a una

especie porque evoluciona conjuntamente con los otros organismos, formando parte de una única unidad evolutiva. La consecuencia fundamental es que los organismos de una especie constituyen un linaje capaz, no sólo de evolucionar, sino de mantener relaciones de cohesión que determinan la integridad de la especie. Esto genera normalmente semejanzas entre ellos, morfológicas, fisiológicas o, en general, genéticas, que permiten utilizarlas para asignarlos a un taxón específico, pero el criterio de pertenencia a una especie está basado en formar parte de un mismo linaje evolutivo y no en el parecido, que puede ser debido a otros procesos no genealógicos como la convergencia ecológica.

Recientemente algunos autores (Kitcher 1984) han flexibilizado la individualidad de la especie adoptando una visión dual: clase/individuo. La razón está en que dependiendo del tipo de explicación biológica, de causas próximas o últimas, el concepto de especie es distinto. Cuando apelamos a la explicación más inmediata (próxima) de un carácter, por ejemplo las rutas del desarrollo en morfología, la especie se define mediante semejanzas estructurales como una clase natural. Por el contrario, cuando buscamos explicaciones evolutivas (causas últimas) es preciso definir la especie como un linaje y sólo el concepto de individuo es válido. El problema es que desde Darwin la especie es una unidad evolutiva y los grupos de organismos definidos por semejanzas estructurales pueden o no ser especies, como queda patente cuando utilizamos caracteres como el sexo, el grado de ploidía, el tipo de alimentación o el de locomoción, por poner unos pocos ejemplos. Así, los machos, los diploides, los organismos herbívoros o los terrestres representan clases naturales definidos por semejanzas estructurales, pero no son especies biológicas.

Un intento quizá más constructivo de unificar el estatus ontológico de la especie es el liderado por Boyd (1999). Según este autor una clase natural puede definirse como grupos de entidades en las que coexisten propiedades comunes fruto de mecanismos homeostáticos, que en el caso de las especies serían el flujo génico, la selección estabilizadora y la homeostasis del desarrollo, entre otras. Los mecanismos de homeostasis determinan la estabilidad de estas propiedades, acotan la variabilidad de la especie y hacen posible una predicción futura, permitiendo que las especies evolucionen a pesar de ser clases naturales. Según Boyd uno de estos mecanismos homeostáticos es la genealogía, lo cual hace que las especies sean clases naturales restringidas en el espacio y en el tiempo, de modo que una especie es a la vez un individuo y una clase natural.

## El pluralismo conceptual

Cuando nos sumergimos en la literatura evolutiva encontramos múltiples definiciones de especie. Coyne y Orr (2004) encuentran un mínimo de 25 conceptos, de los cuales exponen nueve como más significativos, y lamentan que los biólogos evolutivos consuman tanto tiempo en este menester, puesto que, según ellos, no hay ningún concepto libre de ambigüedades cuando se aplica a la naturaleza debido a la propia dinámica de la especiación. Esta postura, denominada pluralismo realista, ha sido suscrita por Kitcher (1984) y otros autores, pero existe todavía otro grupo de autores, designados como monistas (Sober 1984, Ghiselin 1987, Hull 1987) que consideran un fin de la biología evolutiva el dar con un único concepto de especie. Una versión del pluralismo realista (Ereshefsky 2001) utiliza como criterio definitorio el tipo de linaje evolutivo. Así, cuando los linajes definitorios están acotados por procesos reproductivos estamos ante el concepto biológico de especie (CBE). El concepto filogenético de especie, por otra parte, resalta los linajes que comparten un único ancestro común, y, a diferencia, el concepto ecológico realza aquellos linajes que ocupan una zona adaptativa específica.

La objeción monista al pluralismo se centra en decidir qué tipo de linaje debe elegirse para definir la especie. Los defensores del CBE argumentan que los linajes basados en la comunidad de reproducción en organismos sexuales son los que explican mejor los patrones evolutivos y que, por consiguiente, sólo deben aceptarse aquellos conceptos de especie definidos en función de relaciones reproductivas, como el CBE. Sin embargo, la adhesión a un solo concepto tiene su peaje. En particular, el CBE excluye a todos los organismos asexuales, lo cual representa un alto precio para una definición con aspiraciones de generalidad porque la asexualidad en sus diferentes formas es predominante en muchos organismos de este planeta. Otros evolucionistas pueden adherirse a distintos conceptos de especie, aunque no toda definición es válida y existen algunos criterios para validar un concepto. Entre ellos destaca la capacidad de que las premisas teóricas de un concepto sean comprobables empíricamente. La premisa de que el cruzamiento recíproco, es decir la reproducción entre los organismos de una población, es la base del linaje específico, pueda comprobarse empíricamente, da al CBE la cualidad una buena definición.

Sin embargo, es dudoso que actualmente pueda aceptarse una sola definición de especie, aunque algunas pueden ser mejores que otras porque tienen una aplicabilidad más general o satisfacen mejor los criterios de validación. Actualmente parece existir un consenso en amplios círculos científicos sobre la superioridad del CBE

respecto a otros conceptos de especie. En este trabajo vamos a analizar, primero, las ventajas y, sobre todo, las limitaciones del CBE a la luz de los datos empíricos obtenidos recientemente, y después justificar por qué los conceptos que enfatizan los mecanismos de cohesión son superiores a los que dan un papel preponderante a las barreras de aislamiento reproductivo.

### La especie biológica: el aislamiento como producto

La posición más dura de concebir la especie como un linaje reproductivo está en la definición clásica de especie biológica:

“Species are groups of actually or potentially interbreeding natural populations, which are reproductively isolated from other such groups” (Mayr 1942, p. 120)

Dobzhansky (1935) inició todo un pensamiento poblacional aislacionista en el concepto de especie que desarrolló ampliamente en su magna obra *Genetics and the Origin of Species* (1937), donde concluye que:

“Las poblaciones mendelianas se han integrado en conjuntos, dentro de los cuales es posible la hibridación, pero entre los cuales se limita o se elimina por completo. Estos complejos son las especies biológicas.” (Genética y el origen de las especies. Th. Dobzhansky. Trad. de F. Cordón. Revista de Occidente, Madrid. 1955).

Es importante observar el papel predominante del aislamiento reproductivo en estas definiciones, que llevó a estos autores a elaborar una exhaustiva lista de “mecanismos” de aislamiento que son una parte inevitable en todos los libros de texto sobre evolución (Tabla 1).

En mi opinión existen algunos errores conceptuales al considerar el papel de dichos mecanismos de aislamiento. En primer lugar, es importante distinguir entre el proceso (la especiación) y el producto del proceso (el aislamiento reproductivo) que genera un patrón

determinado. En algunos textos se adivina cierta interpretación teleológica que atribuye a los mecanismos de aislamiento un papel director de la especiación. Hay que aclarar que, salvo en contadas dudosas excepciones como en el reforzamiento en simpatria, estos supuestos mecanismos no son el blanco de un proceso adaptativo generador de especies sino el subproducto de un proceso divergente, adaptativo o no. Por eso algunos autores (Coyne y Orr, entre ellos) sustituyen el término mecanismo por barrera. Esto plantea la pregunta de si el aislamiento reproductivo es necesario para la aparición de una especie. Mayr y Dobzhansky consideran que es imposible mantener la integridad (cohesión) de las especies sin barreras al flujo génico, pero esta postura no es universal como iremos viendo más adelante. En particular, el mismo Mayr (1963) conceptualiza la especie como un conjunto de individuos que comparten un complejo integrado de genes interactuantes epistática y pleiotrópicamente. Este concepto no aparece en la definición de especie biológica, donde el énfasis se pone en los mecanismos de aislamiento. Aparece, por tanto, una dualidad entre el concepto y la definición, explicable únicamente por el supuesto carácter pragmático del papel del aislamiento en distinguir especies en simpatria. Pero, incluso en este caso, el CBE no es operativo si, como piensan algunos autores (Schilthuizen 2000) una selección fuerte disruptiva (diversificadora) permite establecer conjuntos distintos en ciertos genes seleccionados aunque exista libre flujo para otros genes no selectivos. En este caso la cohesión de la especie depende más de la intensidad de la selección que del mantenimiento de barreras reproductivas, como parece ser el caso en algunas razas de hospedador como en *Rhagoletis* (Bush 1969).

La mayoría de los evolucionistas de “línea dura” no aceptan que la cohesión específica pueda mantenerse sin barreras al flujo génico, aunque gradualmente el número de disidentes va siendo mayor. Incluso los “duros” aceptan ya que un cierto flujo génico es aceptable y modifican la definición de la especie biológica admitiendo que:

“distinct species are characterized by substantial but not necessarily complete reproductive isolation” (Coyne y Orr 2004).

Paralelamente, muchos evolucionistas clásicos han suavizado el papel del aislamiento reproductivo, a la vista de evidencias de hibridación interespecífica en la naturaleza sin efecto en la identidad (morfológica, etológica, cromosómica) de las especies. Así, Carson escribe:

“As stated by Mayr, species are groups of actually or potentially interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups. I adopted this idea and for years did all my research with its assumptions in

### TABLA 1. UNA CLASIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE AISLAMIENTO REPRODUCTIVO

#### 1. MECANISMOS PRECIGÓTICOS

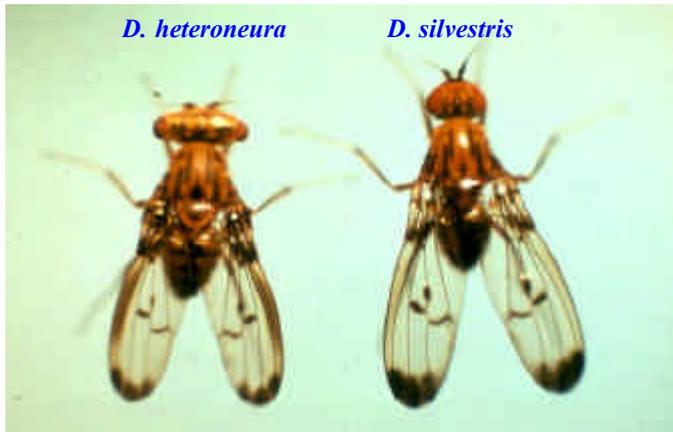
- Aislamiento ecológico o de hábitat
- Aislamiento estacional o temporal
- Aislamiento sexual o etológico
- Aislamiento mecánico
- Aislamiento gamético

#### 2. MECANISMOS POSCIGÓTICOS

- Aislamiento por inviabilidad híbrida
- Aislamiento por esterilidad híbrida
- Aislamiento por depresión híbrida

mind. I now advocate stopping the definition with a period after the word populations” (Carson 2000, p.495).

probablemente inducido por dichos casos de hibridación, en particular el que se (Fig. 1) da entre las dos especies hawaianas *Drosophila heteroneura* y *D. silvestris*, tan estudiadas por él y sus discípulos (Kaneshiro y Val 1977). El número de desertores del aislamiento reproductivo no hace más que aumentar a medida que vamos obteniendo más evidencias empíricas de flujo génico interespecífico en la naturaleza, obligando a una reevaluación de las barreras de aislamiento frente a procesos evolutivos poblacionales en la formación de las especies.



**Fig. 1.-** Machos de *Drosophila heteroneura* (izquierda) y *D. silvestris* (derecha). Obsérvese la mayor anchura de la cabeza de la primera respecto a la última (fotografía de K.Y. Kaneshiro. Tomada de Carson 1978)

### El reconocimiento como base cohesiva

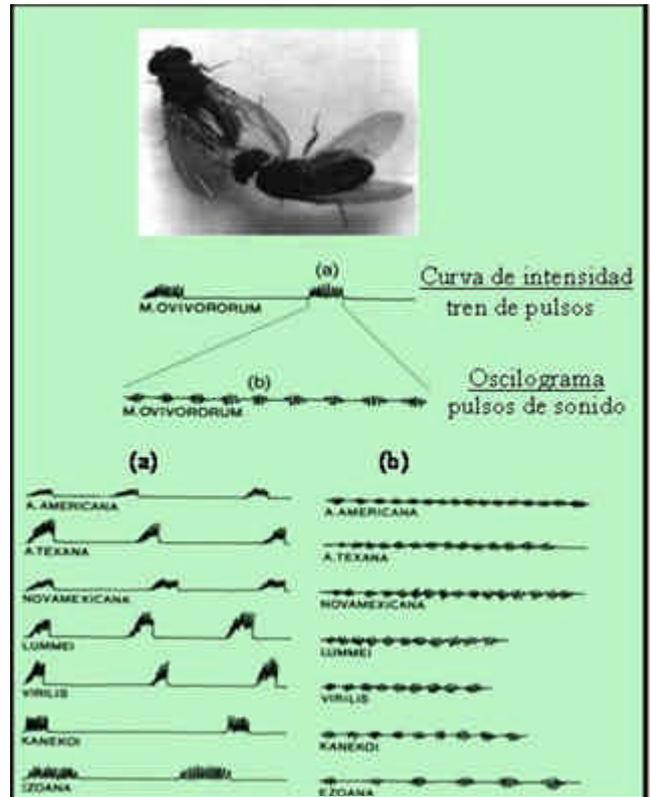
Precisamente para clarificar la distinción básica entre proceso y patrón Paterson (1985) propone darle la vuelta al argumento del aislamiento reproductivo y enfocar la especiación no como un proceso generador de barreras, de indiscutible realidad en muchos casos, sino como un proceso constructor de mecanismos comunes de sistemas de fertilización basados en el reconocimiento. Así, en sus propias palabras:

“A species is the most inclusive population of individual biparental organisms which shares a common fertilization system” (Paterson 1985)

De este modo se pretende identificar el verdadero proceso de la formación de especies como aquel que elabora sistemas de reconocimiento entre los miembros (o sus gametos) de una población que alcanza finalmente el estatus de especie (Fig. 2). Estos sistemas, que comprenden desde complejos rituales de cortejo hasta señales fisiológicas de compatibilidad gamética, han sido identificados por los “aislacionistas” como mecanismos de aislamiento precigótico

cuya razón de existir está en evitar el flujo génico y acotar los límites del juego recombinacional. El concepto de especie como un campo de juego para la recombinación génica es plenamente aceptado por Paterson y los defensores del reconocimiento, pero éstos definen dicho campo positivamente por las reglas del juego de los sistemas de reconocimiento que asisten la fertilización intraespecífica, y no por las diferencias con las reglas de otros campos de juego (especies) que impiden el flujo génico entre ellos. Estas diferencias constituyen la esencia de los mecanismos de aislamiento, pero, bajo este punto de vista cohesivo, no son más que una consecuencia de la cohesión generada por adaptación hacia ese sistema complejo de genes interactuantes postulado por Mayr.

Bajo esta óptica positiva del proceso de especiación estamos en condiciones de entender el justo papel de las barreras de aislamiento, tan irrelevante en casos como en la especiación alopátrida o en los grupos de especies con un alto grado de hibridación, designados como singameones en los casos extremos. Algunos autores consideran que los conceptos de aislamiento y reconocimiento son las dos caras de una misma moneda y tratan de minimizar el valor conceptual del reconocimiento frente a la especie biológica.



**Fig. 2.-** Registro del sonido de la vibración alar de los machos en el cortejo de distintas especies de *Drosophila*. La curva de intensidad está formada por trenes de pulsos (a), cada uno de los cuales consta, a su vez, de varios pulsos de sonidos (b) que caracterizan el oscilograma. Estas diferencias interespecíficas permiten el reconocimiento en el apareamiento entre machos y hembras de una misma especie (adaptado de Hoikkala *et al.* 1982).

Este punto de vista confunde nuevamente las causas (proceso) con los efectos (patrón). Aquí el proceso queda perfectamente definido por el valor adaptativo de las señales ritualizadas o de compatibilidad que, como han señalado muchos etólogos desde Tinbergen (1953), trasciende el aislamiento hacia otras funciones cohesivas de la especie encaminadas a la supresión de la reacción de escape o de agresividad, a la sincronización, a la persuasión, a la coordinación y a la orientación de los miembros de la pareja (o de los gametos), todo lo cual redundando en asegurar una fertilización y una meiosis y, por consiguiente, en favorecer un campo de juego para la recombinación. La etología del comportamiento nos ha revelado multitud de casos de pseudocortejo de apareamiento y pseudocópula en organismos sin reproducción sexual (partenogenéticos) o, simplemente, entre individuos del mismo sexo. Este comportamiento no es aberrante sino que se interpreta como un desencadenante de secreciones neuroendocrinas, funcionales también en el comportamiento sexual, que contribuyen a facilitar la cohesión de la especie y, obviamente en este caso, carecen de ningún papel de aislamiento. En todo caso, la contribución del concepto de reconocimiento desliga el proceso cohesivo de la especiación de su subproducto, el aislamiento reproductivo, algo fundamental para entender qué es una especie.

### Demasiado sexo para la especie biológica

Desde la formulación del CBE amplios sectores de evolucionistas han mostrado cierto escepticismo ante la eficacia de las barreras de aislamiento como mecanismo exclusivo defensor de la integridad específica. Es innegable que han sido los botánicos evolucionistas unos de los más reacios a aceptar la especie biológica. La razón básica de esta postura es la observación secular de la capacidad de hibridación interespecífica en el mundo vegetal. Algunos botánicos defensores del CBE como Grant (1957) no sienten pudor en admitir que un porcentaje alto de “buenas” especies vegetales de fecundación cruzada no puede definirse mediante criterios de aislamiento. Desde Darwin hasta Dobzhansky los biólogos evolutivos han tenido que discutir como un problema el hecho de que los taxónomos hayan podido definir especies que coexisten en grandes unidades naturales de hibridación. En ocasiones el flujo génico es significativo y estas unidades reciben el nombre de singameones. Grant considera que el problema más importante de la especie vegetal es la hibridación y define el singameon como:

“the most inclusive unit of interbreeding in a hybridizing species group” (Grant 1981)

y “resuelve” el problema considerando el singameon como una especie bajo ambos conceptos de reconocimiento y de aislamiento,

asignando a los taxones del singameon la categoría de semiespecie.

Esta solución no satisface a muchos taxónomos que ven a los miembros de un singameon como especies por la precisión definitoria y estabilidad espacio-temporal de sus caracteres morfológicos, ecológicos y genéticos. Cabe señalar que dicha estabilidad se remonta a largos periodos geológicos como en el caso de especies del género *Populus* cuya hibridación e identidad está documentada en el registro fósil de al menos los últimos 12 millones de años (Eckenwalder 1984). La hibridación ha sido reconocida, sobre todo por los botánicos, como algo normal en muchos géneros. Sin embargo, puesto que la inviabilidad y/o esterilidad híbrida se considera como la prueba final de la integridad específica bajo el concepto de especie biológica, la hibridación interespecífica se ha considerado como algo excepcional por los defensores de dicho concepto. Contrariamente, hace ya más de una década que los trabajos de genómica comparada están aportando nuevos datos que no sólo confirman el flujo génico fruto de hibridaciones ya documentadas, sobre todo en plantas, sino que revelan nuevos casos de hibridación natural en animales. Esta evidencia pone en entredicho el rígido aislamiento reproductivo supuestamente necesario para mantener la cohesión específica.

Estas observaciones dan sentido a plantearse cómo los híbridos, debido a sus barreras intrínsecas de aislamiento reproductivo, permiten tanto flujo génico. A medida que los estudios sobre los componentes de aptitud se han hecho más detallados (Fig. 3), hemos podido documentar que algunos híbridos no muestran una aptitud inferior a las especies parentales (Arnold 1997). No son raros los casos en que los híbridos prosperan e incluso invaden nuevos habitats, especialmente en plantas como los girasoles (*Heliantus*), los lirios (*Iris*) o los cenizos (*Senecio*), por citar algunos ejemplos bien documentados.

Plants		Animals			
<i>Quercus</i>	L	<i>Hyla</i>	E	<i>Notropis</i>	L-E
<i>Artemisia</i>	E	<i>Sceloporus</i>	E-L	<i>Bombina</i>	L-E
<i>Iris</i>	I-E-L-H	<i>Geospiza</i>	E	<i>Apis</i>	L
<i>Eucalyptus</i>	I-H-L	<i>Allonemobius</i>	I	<i>Gasterosteus</i>	I
<i>Carpobrotus</i>	I-H	<i>Mercenaria</i>	L-E-H	<i>Gambusia</i>	H-I

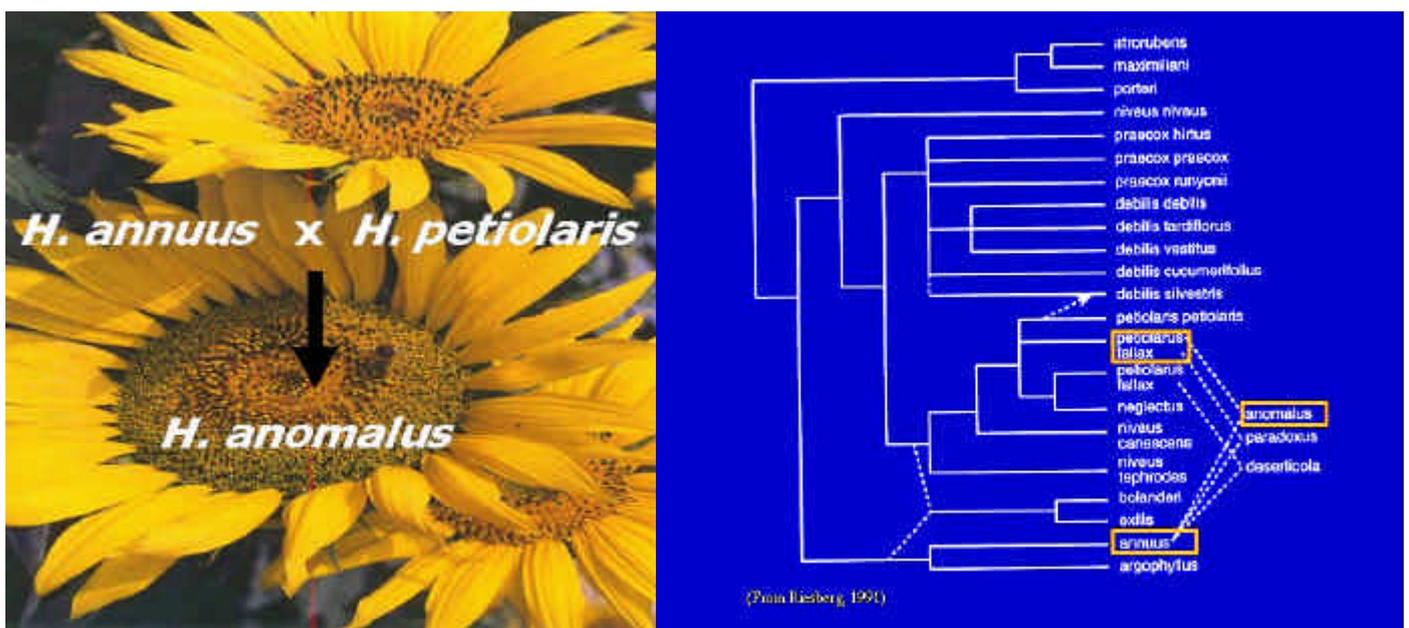
**Fig. 3.-** Aptitud híbrida en algunos géneros que hibridan en la naturaleza. Las estimas de aptitud se dan relativas a ambos parentales. L: aptitud inferior; I: intermedia; E: equivalente; H: superior. La aptitud más común se da seguida del intervalo en paréntesis. Adaptado de Arnold (1997); los datos de *Carpobrotus* son de Vilà *et al.* (2000).

A veces el componente de aptitud decisivo para explicar la capacidad competitiva híbrida es difícil de detectar, como en los híbridos de *Carpobrotus*, donde la superioridad en el reclutamiento híbrido se debe en gran parte a la mayor resistencia de las semillas híbridas al paso a través del canal digestivo de los mamíferos herbívoros que se alimentan de dicha planta.

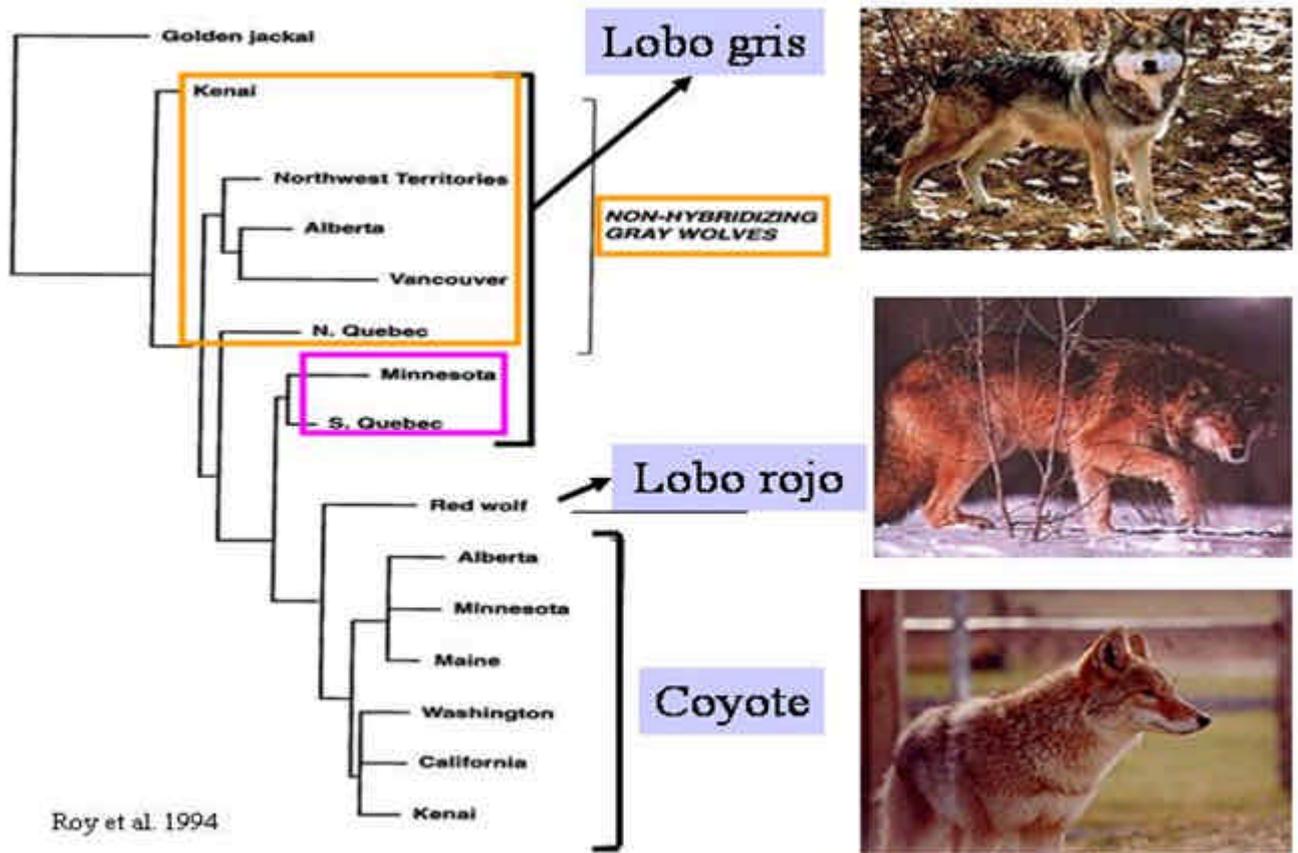
El potencial evolutivo de la hibridación no se limita a posibilitar el flujo génico, sino que también puede conducir a la formación de nuevas especies. La especiación híbrida por alopoliploidía está reconocido como un proceso especiogénico de primera magnitud, especialmente en plantas. Pero la especiación híbrida homoploide (sin duplicación cromosómica) es también un proceso importante documentado en plantas y animales (Arnold 1997). Por ejemplo, la planta *Iris nelsonii* es una especie híbrida fruto de cruzamientos y retrocruzamientos entre tres especies parentales: *I. fulva*, *I. hexagona* e *I. brevicaulis*. Es muy probable que su éxito se deba a la elevada aptitud que muestra en los nuevos habitats transicionales (ecotonos) a causa de la alta viabilidad de la fase final del desarrollo de sus semillas y de otros componentes de aptitud en dicho ambiente. Muchos experimentos con híbridos de *Iris* han mostrado barreras postpolinización que explican la rareza de los híbridos F<sub>1</sub>. Sin embargo, algunos de estos raros híbridos tienen una alta aptitud en ciertos ambientes, donde pueden establecerse y excluir competitivamente a las especies parentales. Ya hemos indicado más arriba la capacidad invasiva híbrida de otras especies vegetales en habitats nuevos, pero existen observaciones también documentadas en animales, como en los pinzones de Darwin (género *Geospiza*) (Grant y Grant 1996).

Uno de los casos mejor documentados de especiación híbrida se refiere al género *Helianthus* (Riesberg y Noyes 1998) (Fig. 4), que comprende un conjunto de plantas anuales autoincompatibles, los girasoles, que ocupan una gran variedad de suelos, desde arcillosos (*H. annuus*) hasta arenosos (*H. petiolaris*). Estas dos especies son simpátricas y generan enjambres híbridos, con híbridos F<sub>1</sub> semiestériles (viabilidad del polen < 10% y viabilidad de la semilla < 1%) e individuos F<sub>2</sub> con un margen amplio de viabilidad del polen (13-97 %). La hibridación recurrente favorece la estabilidad de estos enjambres y la posibilidad de una evolución posterior. De hecho, *H. anomalus* se originó por hibridación entre *H. annuus* y *H. petiolaris* y es endémica de habitats xéricos dentro de la distribución de las especies parentales, constituyendo un buen ejemplo de invasión híbrida de habitats nuevos. El origen híbrido de *anomalus* se basa en múltiples estudios con marcadores moleculares que muestran que los grupos de ligamiento génico de *anomalus* están intercalados por loci de ambos parentales en una razón 50:50 y que las filogenias de *Helianthus* son reticuladas para el ADN ribosómico, combinando variantes de *annuus* y *petiolaris* en *anomalus*, pero no para ADN cloroplástico (Riesberg y Noyes 1998).

En animales la especiación homoploide es también el resultado de la hibridación recurrente. Un caso bien estudiado lo constituyen las especies de peces de la familia Cyprinidae que presentan una tasa de hibridación natural del 11-17 por ciento. Por ejemplo, está muy bien documentado que la especie *Gila seminuda* se originó por hibridación introgresiva entre *G. elegans* y *G. robusta*. En realidad, se acepta que todo el género *Gila* es el producto de la evolución



**Fig. 4.-** Filogenia de parsimonia de las especies de *Helianthus* basada en fragmentos de restricción de ADN ribosómico y ADN cloroplástico. Los sucesos reticulados se indican mediante líneas discontinuas (tomado de Riesberg 1991).



**Fig. 5.-** Árbol filogenético de cánidos (método del vecino más próximo) con marcadores microsatélites. Se destaca el origen híbrido del lobo rojo a partir de la hibridación entre coyotes y algunas poblaciones de lobos grises (tomado de Roy *et al.* 1994).

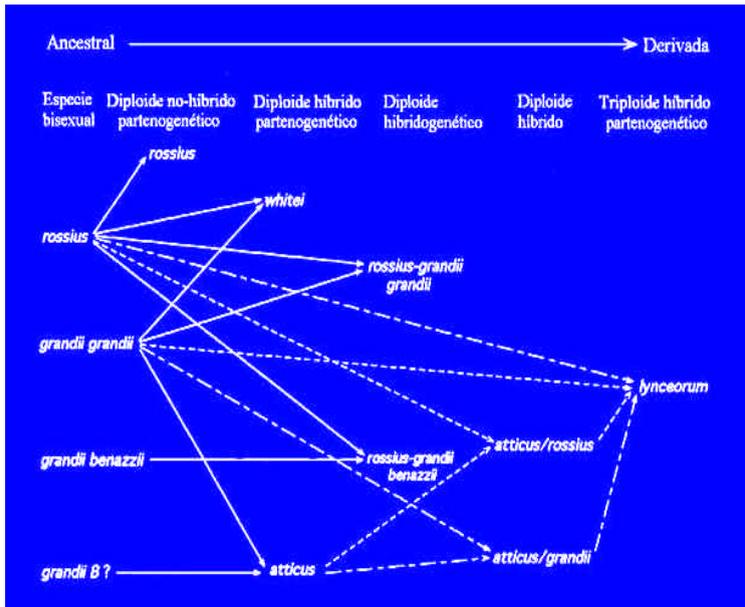
reticulada y que la introgresión parece ser un proceso en marcha a la vista de la extrema semejanza para el ADN mitocondrial entre algunas especies de *Gila*. Existen otros casos bien documentados de introgresión y/o especiación híbrida en *Drosophila*, *Sorex*, *Felis* y *Canis*.

El caso de los lobos y los coyotes (Fig. 5) es notable por su reciente ocurrencia. Ambas especies hibridan y, sin embargo, son morfológicamente muy distintos, etológicamente tienen una estructura social completamente diferente y representan linajes evolutivos diferenciados con marcadores genéticos específicos. Además, el registro fósil indica que estos linajes han evolucionado durante, al menos, los últimos 500.000 años, a pesar de su capacidad de intercambio genético. Posiblemente, uno de los episodios evolutivos más recientes fruto de este flujo génico es el origen del lobo rojo (*C. rufus*) por hibridación introgresiva entre el lobo gris (*C. lupus*) y el coyote (*C. latrans*). Las poblaciones actuales y los especímenes de museos de lobo rojo contienen submuestras de ADNmt y microsatélites característicos del lobo gris o del coyote.

La introgresión no es patrimonio de los vertebrados, también muchos invertebrados muestran capacidad de hibridar. En general, la capacidad de reproducción clonal, espontánea en un cierto porcentaje en muchos invertebrados,

ayuda a perpetuar la estructura híbrida durante varias generaciones a la espera de mejorar su adaptación y desarrollar un mecanismo para superar la barrera de esterilidad, como por ejemplo encontrar otro híbrido idéntico a él.

El caso de las especies híbridas del género *Bacillus* de los insectos palo (*Phasmatodea*) comprende un abanico muy completo de distintos casos de reproducción clonal, desde la partenogénesis a la hibridogénesis (Fig. 6). Las especies de estos insectos presentan un entramado de linajes con abundante flujo génico fruto de la combinación entre hibridación y reproducción clonal. Incluso en insectos como *Drosophila* donde la hibridación natural ha sido difícil de detectar, es posible actualmente describir al menos nueve casos. De ellos destaca la hibridación entre *D. heteroneura* y *D. silvestris*, dos especies muy próximas y ampliamente simpátricas de la isla de Hawai, aunque morfológicamente muy distintas. Estas especies hibridan en el laboratorio y tanto los híbridos como la generación  $F_2$  y los retrocruzamientos son perfectamente fértiles y viables. Esta ausencia de barreras de aislamiento poscigótico es lo que ha permitido una gran cantidad de flujo génico en la naturaleza detectado a través de la presencia de ADNmt de *heteroneura* en individuos *silvestris*. Sin embargo, el estudio genético de la morfología y



**Fig. 6.-** Origen híbrido de varias especies de insecto palo (género *Bacillus*). Se muestran las intrincadas relaciones filéticas entre ellas y la supuesta evolución de sus sistemas reproductivos (tomado de Bullini 1994).

del ADN nuclear muestra filogenias definitivas de cada especie.

En resumen, aunque todos estos taxones que forman enjambres híbridos, en algunos casos afines al singameon, no satisfacen estrictamente el criterio de especie biológica, representan linajes evolutivos independientes, por lo menos en lo referente a sus genomas nucleares, y pueden considerarse como especies diferentes.

**La transferencia génica horizontal**

El sexo no es el único mecanismo para intercambiar genes entre especies. Postergada y negada durante décadas, la transferencia génica interespecífica horizontal está actualmente aceptada y sus mecanismos cada vez están más documentados. La transmisión horizontal es abundante entre procariotas, como lo atestiguan cada vez con más fuerza, los estudios genómicos. Aunque no todos los genes se transfieren con igual éxito, siendo los genes domésticos (“housekeeping”) transferidos con más frecuencia que los genes informacionales (los implicados en la transcripción, la traducción y procesos relacionados), es un hecho que la diversidad microbiana debe mucho a este intercambio génico. Se ha estimado que al menos el 15% del genoma de *Escherichia coli* actual es atípico y ha sido adquirido por transmisión horizontal. Esto plantea nuevamente un problema de mantenimiento cohesivo de la “especie” ya de por si grave en organismos asexuales. La importancia evolutiva de la transmisión horizontal es que puede equipar a la especie con nuevos medios

para explotar competitivamente un nicho nuevo, de un modo parecido a como vimos en el caso de la especiación híbrida. Este proceso denominado de adquisición de nicho es tan importante en la diversificación de los linajes bacterianos que la mayoría de características que discriminan dos especies estrechamente relacionadas, como *E.coli* y *Salmonella enterica*, se han adquirido mediante nuevas funciones introducidas por transmisión horizontal (Gogarten *et al.* 2002).

Pero, la transmisión horizontal no es patrimonio de los procariotas únicamente. Se da también entre procariotas y eucariotas, mayoritariamente en relaciones de endosimbiontes y hospedadores y entre elementos transponibles y genes. Por lo que se refiere a los eucariotas, en 2003 se publicó el primer caso de transferencia horizontal natural entre secuencias mitocondriales de angiospermas a una gimnosperma del género *Gnetum* (Won y Renner 2003). (Fig. 7) En realidad la transferencia de genes mitocondriales entre angiospermas parece ser un proceso general que ha configurado la evolución de estas plantas y se ha documentado para proteínas ribosómicas y respiratorias. Algunos autores dan un papel básico a la transferencia horizontal acoplado al supuesto origen polifilético de las angiospermas para explicar a) las incongruencias entre tiempos de divergencia basados en estudios paleobotánicos y moleculares, b) la semejanza entre caracteres de plantas poco relacionadas que ocupan un rango taxonómico parecido, y c) la imposibilidad de organizar las familias actuales en árboles filogenéticos consistentes.

Poco se sabe de los mecanismos implicados en esta transmisión, pero el papel de los elementos retrovirales parece ser importante en algunos casos. Un ejemplo documentado hace tiempo es la posible transferencia de un virogen tipo C ocurrida hace unos 10 millones de años desde un



**Fig. 7.-** Dos ejemplos de transmisión horizontal en eucariotas.

antepasado de babuino a un antepasado de los gatos modernos (Fig. 7). En líneas generales este es un campo abierto de un gran dinamismo en el que se van acumulando día a día nuevas evidencias. Resulta espectacular la cantidad de homologías encontradas entre secuencias retrovirales y secuencias del genoma eucariota con funciones codificadoras y de regulación. Estas secuencias han sido cooptadas para abrir nuevas funciones, lo mismo que vemos en el genoma procarionta. Un caso ilustrativo lo constituye la homología entre la sincitina, un gen inmunosupresor de la placenta, que procede de la región env (envuelta) de un retrovirus endógeno humano. La presencia de secuencias de origen de elementos transponibles comprende más del 40% en el genoma humano, aunque de la mayor parte no se conoce su función actualmente se sabe que al menos un 4% (unos 1200 genes) son exones o forman parte de ellos. Este panorama es parecido en muchos organismos eucariotas e incluso puede ser más exagerado, en algunas plantas como los lirios el contenido en retroelementos del genoma puede superar incluso el 90%.

### La especie cohesiva: un enfoque poblacional

Hemos visto que no es fácil encontrar un consenso que permita definir la especie ni aplicar un concepto de especie a toda la escala biológica. Sin embargo, el esfuerzo por generalizar la especie no es baldío porque da unidad a la biología evolutiva y orienta un programa de investigación. De hecho para algunos autores la ventaja más importante del concepto biológico de especie es que:

“...immediately suggests a research program to explain the existence of the entities it defines. Under the CBE, the nebulous problem of ‘the origin of species’ is instantly reduced to the more tractable problem of the evolution of isolating barriers..... we feel that the best species concepts produce the richest research program” (Coynce y Orr 2004)

No es preciso recalcar aquí las dificultades del CBE, pero podemos resumirlas en tres. En primer lugar, es inaplicable cuando la especiación es alopátrida porque nadie nos asegura que las especies aisladas geográficamente van a mantener su integridad cuando se encuentren en simpatria. Siendo la especiación alopátrida un mecanismo muy común y precisamente el más favorecido por los proponentes originarios del CBE, esto constituye una dificultad de primer orden.

En segundo lugar, hemos dado muchas razones empíricas para dudar del aislamiento reproductivo en muchas especies bien establecidas. El intercambio génico, ya sea a través de la hibridación o de la transferencia horizontal, está cada vez más constatado en todos los niveles

biológicos, lo cual pone en duda que el aislamiento constituya el criterio exclusivo para conceptualizar la especie.

Finalmente, en los casos en que la asexualidad sea el mecanismo dominante de la reproducción es imposible aplicar este concepto. Esta dificultad se refiere no sólo a los organismos asexuales en sí, como los procariontes, o aquellos en que la reproducción sexual es rara, sino también a los complejos agámicos vegetales en los que las formas de reproducción van de la sexualidad a la agamosperma. Estas dificultades han llevado muchos evolucionistas a definir las especies en base a otros criterios distintos del reproductor.

Algunos criterios están basados en el concepto de linaje evolutivo. Así, el concepto evolutivo de especie se define como:

“A species is a single lineage of ancestral descendant populations or organisms which maintain its identity from other such lineages” (Simpson 1961, Wiley 1978)

También se ha utilizado el criterio filogenético como en la definición dada por Cracraft (1989)

“A phylogenetic species is an irreducible (basal) cluster of organisms that is diagnosable distinct from other such clusters, and within which there is a paternal pattern of ancestry and descent” (Cracraft 1989, Pp. 34-35)

Los criterios evolutivo y filogenético están basados en el linaje evolutivo como universal biológico en vez de en la comunidad reproductiva. Con ello pretenden que sean aplicables tanto a grupos extintos como actuales y a todos los organismos independientemente de su sistema de reproducción. Aunque estos conceptos ponen de relieve que el flujo génico no es el mecanismo exclusivo de cohesión, sino que hay otros procesos cohesivos importantes de tipo genético, ecológico o del desarrollo, no proporcionan ningún criterio sobre los caracteres más importantes definitorios de una especie ni cuáles son las fronteras a la diversidad permitida dentro de un linaje. Además, y no menos importante, no establecen qué mecanismos evolutivos son responsables de la cohesión específica.

La insatisfacción inherente a la larga historia del concepto de especie puede resumirse en la dualidad de definir la especie por criterios diferenciadores o integradores. Ya hemos justificado que el criterio del aislamiento reproductivo no es aplicable en muchos casos para entender y diferenciar las especies. Por esta razón parece que los criterios integradores serían los más definitorios y de ámbito general. Entre ellos ya hemos mencionado el criterio del reconocimiento, que pone en un primer plano los mecanismos integradores de reconocimiento sexual como el motor de la especiación. Pero, tanto un criterio o como otro sólo proponen el flujo de genes como causa de los bordes de un linaje evolutivo. Quizá por eso

han sido considerados como las dos caras de una misma moneda. En mi opinión, mucho más clarificador ha sido el intento de considerar otras fuerzas evolutivas cohesionadoras, como la deriva genética y la selección natural, integrándolas en el conjunto de mecanismos de especiación. El juego combinado de todas estas fuerzas da como resultante la cohesión necesaria para mantener el estatus de una especie. Su aplicabilidad es general con tal de modificar el grado relativo de incidencia de cada una de ellas según la estrategia vital de cada grupo de organismos.

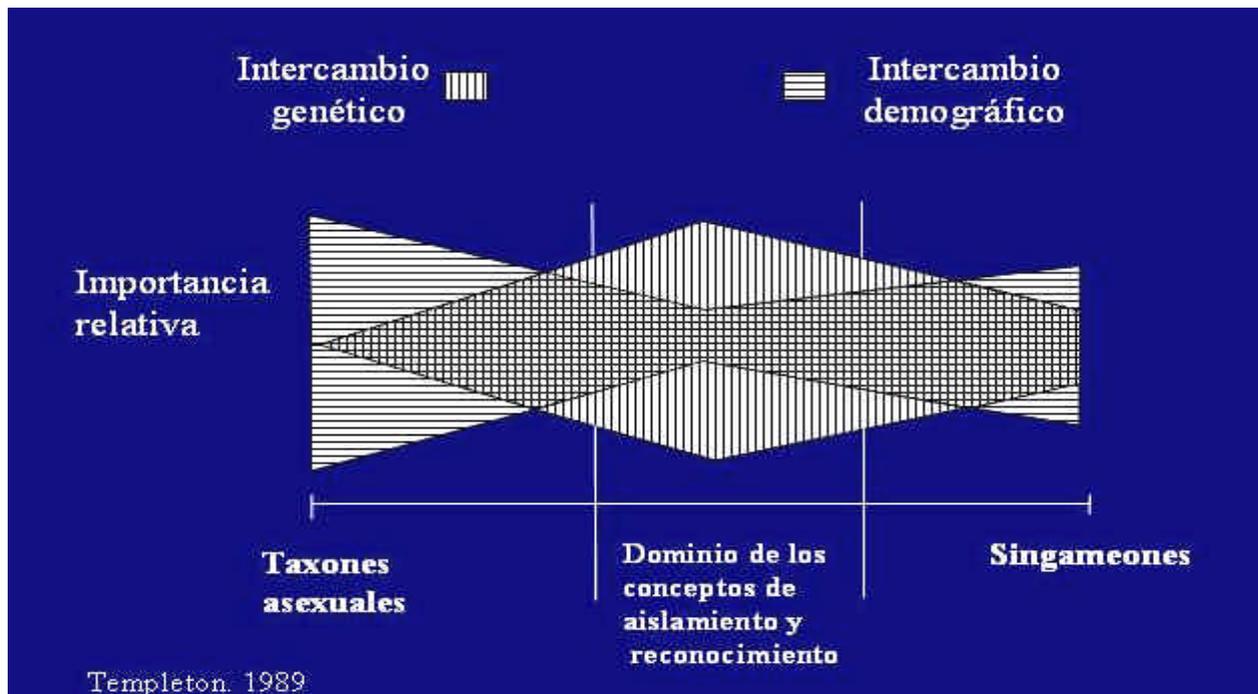
El concepto cohesivo de especies define:

“una especie como un linaje evolutivo mediante mecanismos que limitan los bordes poblacionales por acción de fuerzas microevolutivas básicas tales como el flujo génico, la selección natural y la deriva genética” (Templeton 1989).

Aparte de su aplicabilidad general, la ventaja de este concepto es que no monopoliza el flujo génico como la base del linaje evolutivo. La distribución de variantes genéticas en un linaje depende del flujo génico mediante procesos de *intercambio genético* via reproducción sexual, pero no exclusivamente, porque el *intercambio demográfico* de genotipos propiciado por la selección natural y la deriva genética es también un mecanismo determinante de la identidad genética de dicho linaje. Este intercambio demográfico prevalece en aquellos linajes en los que la reproducción sexual no es predominante, pero tiene un papel importante también en cualquier sistema de reproducción sexual.

De hecho en muchos modelos de ecología de poblaciones sólo se considera este tipo de intercambio demográfico para definir las poblaciones que ocupan un nicho definido, por lo que el concepto cohesivo a diferencia del concepto biológico asigna un papel fundamental a la ecología en la definición especie.

Templeton distingue dos tipos de intercambio demográfico (Fig. 8). Uno contempla la deriva genética como el motor del intercambio; el otro atribuye a la selección natural la causa de dicho intercambio. En el primer tipo la deriva reemplaza al azar alelos (o haplotipos) dentro de un linaje, de modo que al final todos los alelos descienden de un solo alelo en el pasado. Para la actuación de la deriva genética es irrelevante que exista o no intercambio genético entre alelos o entre individuos portadores de los mismos. Esta capacidad de reemplazo (“replaceability” en inglés) constituye un mecanismo de cohesión que define los límites poblacionales de la acción de la deriva genética. El segundo tipo de intercambio demográfico tampoco depende del intercambio genético, puesto que la selección natural es operativa tanto en las poblaciones cerradas (asexuales o agámicas) como en las abiertas reproductivamente (mendelianas). La selección natural promueve la cohesión a través de la fijación de alelos, que, inevitablemente, establecen relaciones genéticas estrechas para los loci afectados. Pero, además, las necesidades ecológicas de nicho de los organismos y la disponibilidad de habitats para satisfacerlas son determinantes para el desplazamiento de la descendencia de un organismo por la de otro.



**Fig. 8.-** Importancia relativa de los intercambios genético y demográfico a través del continuo reproductivo. El área marcada con líneas verticales indica la importancia del intercambio genético, siendo su amplitud en cualquier punto concreto una representación del papel de dicho intercambio en la definición de la especie. Análogamente, el área señalada con líneas horizontales indica la importancia del intercambio demográfico (tomado de Templeton 1989).

Esta capacidad de desplazamiento (“displacability” en inglés) está limitada por constreñimientos ecológicos, del desarrollo, históricos y poblacionales, los cuales determinan los mecanismos de cohesión. Así, por ejemplo, cuando modificamos los constreñimientos ecológicos al alterar el habitat como en el caso de ciertas especies de sapos que ocupan dos habitats diferenciados podemos alterar la cohesión de cada especie y favorecer su hibridación.

Justamente, un aspecto diferenciador fundamental entre los conceptos cohesivo y biológico de especie se refiere al papel de la selección natural. Aunque Mayr (1970) apoya la idea de que las especies tienen un nicho ecológico diferenciado y que esta distinción es “clave en la evolución”, porque es la base de la radiación adaptativa y el progreso evolutivo, sigue defendiendo que la selección no juega un papel directo en la especiación y ésta se limita a preservar la integridad específica a través del subproducto de los mecanismos de aislamiento. Esta visión niega de entrada la posibilidad de la especiación simpátrida, algo natural en el razonamiento de Mayr, aunque actualmente sabemos que dicha especiación es posible. Por el contrario, el concepto cohesivo da un papel principal a la selección natural y posibilita la especiación en simpatria. Además, y no menos importante, define a la especie a través de los factores que dan a la especie un significado evolutivo, tales como la adaptación, a diferencia del concepto biológico en el que dichos factores no intervienen.

### Consideraciones finales: un repaso por la especie

Hemos dado razones sobradas para justificar el abandono del concepto tipológico-esencialista, enterrado por el pensamiento evolutivo-poblacional darwinista, aunque este avance significativo en nuestro paradigma evolutivo no parece haber zanjado la controversia de la especie. Está claro que la variabilidad específica no es un accidente sino el sustrato del campo de juego de los mecanismos evolutivos, entre los que destacan la deriva genética y la selección natural. Parece también evidente que los miembros de una especie se asemejan más a los elementos de un individuo que a los componentes de una clase natural, tal es la interdependencia espacio-temporal entre ellos que podemos considerar a la especie como un individuo. Sin embargo, esto no nos lleva a una definición monista de especie sino más bien a un pluralismo conceptual. ¿Debemos aceptar este pluralismo o intentar unificar el concepto de especie? Un repaso por los distintos conceptos nos permite establecer comparaciones y tratar de distinguir defectos y virtudes. El concepto biológico, favorecido por una gran parte de biólogos, enfatiza el aspecto

aislacionista de la especie como acervo genético acotado por barreras al flujo génico. Admitiendo su valor operacional, es necesario aceptar que el concepto biológico confunde el proceso (la especiación) con el patrón que se deriva del mismo (el aislamiento reproductivo), lo cual enmascara los mecanismos generativos de la especie. Por otra parte el exceso de flujo génico en organismos sexuales o la ausencia de él en especies asexuales introduce un grado de escepticismo hacia la definición de especie mediante criterios exclusivos de aislamiento. Esta reflexión está aumentando la lista de desertores del concepto biológico hacia conceptos que enfatizan más los mecanismos cohesivos que los aislacionistas de la especie. Entre ellos destaca el concepto cohesivo en el que el linaje específico está definido no sólo por el intercambio genético (flujo génico) sino también por el intercambio demográfico a través de la deriva genética y la selección natural. Este concepto enfatiza la ecología, además del desarrollo y la historia, como constreñimientos importantes que definen la especie, pero, sobre todo, sitúa a la selección natural en un papel protagonista que le había sido negado por los padres del concepto de especie biológica. Finalmente, y no menos importante, el concepto cohesivo es aplicable al continuo de organismos desde los asexuales estrictos a los grupos de hibridación denominados singameones, pasando por los estrictamente sexuales, con tal de asignar distintos grados de protagonismo al reemplazamiento genético frente al demográfico.

### REFERENCIAS

- Arnold, M.L. 1997. *Natural Hybridization and Evolution*. Oxford Univ. Press, New York.
- Boyd, R. 1999. Homeostasis, species and higher taxa. En: Wilson, R. (ed.). *Species: New Interdisciplinary Studies*. MIT Press: Cambridge, Massachusetts.
- Bush, G.L. 1969. Sympatric host race formation and speciation in frugivorous flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera, Tephritidae). *Evolution* 23: 237-251.
- Carson, H. 2000. Sexual selection in populations: the facts require a change in the definition of the species. En: Singh, R.S. y Krimbas, C.B (eds.). *Evolutionary Genetics. From Molecules to Morphology*. Cambridge Univ. Press.
- Coyne, J.A. y Orr, H.A. 2004. *Speciation*. Sinauer Assoc.: Sunderland, Massachusetts.
- Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: The empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation. Pp. 28-59. En: Otte, D. y Endler, J. (eds.). *Speciation and its Consequences*. Sinauer Assoc., Sunderland, Massachusetts.

- Darwin, C.R. 1859. *The Origin of Species* (1st edición). John Murray. (Publicada por Penguin Books en 1968). *El Origen de las Especies* (Sexta edición por Jaume Josa). Colección austral. Espasa Calpe. 1988.
- Darwin, F. (ed.) 1877. *The Life and Letters of Charles Darwin, including an Autobiographical Chapter*, John Murray, Londres.
- Dobzhansky, T. 1935. A critique of the species concept in biology. *Philos. Sci.* 2: 344-355.
- Dobzhansky, T. 1937. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia Univ. Press. New York. *Genética y el origen de las especies* (Traducción de Faustino Cordon). Revista de Occidente, Madrid. 1955.
- Eckenwalder, J. E. 1984. Natural intersectional hybridization between North American Species of *Populus* (Salicaceae) in sections Aigeiros and Tacamahaca. III. Paleobotany and Evolution. *Can. J. Bot.* 62: 336-342.
- Ereshefsky, M. 2001. *The Poverty of the Linnaean Hierarchy: A Philosophical Study of Biological Taxonomy*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Ghiselin, M. 1974. A radical solution to the species problem. *Syst. Zool.* 23: 536-544.
- Gogarten, J.P., Doolittle, W.F. y Lawrence, J.G. 2002. Prokaryotic evolution in light of gene transfer. *Mol. Biol. Evol.* 19: 2226-2238.
- Grant, V. 1957. The plant species in theory and practice. Pp. 39-80. En: Mayr, E. (ed.). *The Species Problem*. American Association for the Advancement of Science, Publication No. 50, Washington, D.C.
- Grant, V. 1981. *Plan Speciation*. Columbia Univ. Press.
- Grant, B.R. y Grant, P.R. 1996. High survival of Darwin's finch hybrids: effects of beak morphology and diets. *Ecology* 77: 500-509.
- Hull, D. 1978. A matter of individuality. *Philos. Sci.* 45: 335-360.
- Kaneshiro, K. y Val, F.C. 1977. Natural hybridization between a sympatric pair of Hawaiian *Drosophila*. *Am. Nat.* 111: 897-902.
- Kitcher, P. 1984. Species. *Philos. Sci.* 51: 308-333.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia Univ. Press, New York.
- Mayr, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Belknap Press, Cambridge, MA.
- Mayr, E. 1970. *Populations, Species, and Evolution*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. The Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.
- Paterson, H.E.H. 1985. The recognition concept of species. Pp. 21-29. En: Vrba, E.S. (ed.). *Species and Speciation*. Transvaal Museum Monograph No. 4 Pretoria.
- Rieseberg, L.H. y Noyes, R.D. 1998. Genetic map-based studies of reticulate evolution in plants. *Trends Plant Sci.* 3: 254-259.
- Schilthuizen, M. 2001. *Frogs, Flies, and Dandelions*. Oxford Univ. press.
- Simpson, G.G. 1961. *Principles of Animal Taxonomy*. Columbia Univ. Press, New York.
- Sober, E. 1980. Evolution, population thinking and essentialism. *Philos. Sci.* 47: 350-383.
- Sober, E. 1984. Sets, species and natural kinds: A reply to Philip Kitcher's "Species". *Philos. Sci.* 51: 334-341.
- Templeton, A.R. 1989. The meaning of species and speciation: A genetic perspective. Pp. 3-27. En: Otte, D. y Endler, J. (eds.). *Speciation and its Consequences*. Sinauer Assoc., Sunderland, Massachusetts.
- Tinbergen, N. 1953. *Social Behaviour in Animals*. Methuen, London.
- Wiley, E.O. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Syst. Zool.* 27: 17-26.
- Won, H. y Renner, S.S. 2003. Horizontal gene transfer from flowering plants to Gnetum. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100: 10824-10829.



## “El Libro de los Animales” de al-Jahiz, un esbozo evolucionista del siglo IX

Fernando Álvarez

Estación Biológica de Doñana, C.S.I.C., Pabellón del Perú, Av. de María Luisa s/n, 41013 Sevilla.  
E-mail: alvarez@ebd.csic.es

*eVOLUCIÓN* 2(1): 25-29 (2007)

La intuición evolucionista de Abu Uthman Amr ibn Bahr al-Jahiz es relevante, por tratarse del primer y muy antiguo atisbo de los mecanismos de la evolución. Además, al ser al-Jahiz uno de los más destacados escritores de la cultura árabe clásica, llama la atención que el evolucionismo que él entrevió sea hoy negado en el islam (Nadvi 1992; Yahya 1999; Hawley 2001), al igual que en las corrientes más conservadoras del cristianismo, aunque hay ejemplos muy notables de aceptación (Baljon 1954; Ziadat 1986), sobre todo en Turquía.

Tendremos mayor oportunidad de comprender la figura y la obra de al-Jahid si entendemos el momento histórico en que se desarrolló: los primeros tiempos de la Edad de Oro del Islam.

### LA EDAD DE ORO DEL ISLAM

El esplendor de las ciencias durante la Edad de Oro del imperio musulmán (siglos VIII-XI) se alcanzó en primer lugar gracias a la semilla del amor a la sabiduría de estos primeros tiempos. La difusión de este interés inicial por el conocimiento se vio además favorecida por la estabilidad social proporcionada por el régimen teocrático del califato abbasí, unido al uso de un

solo idioma (el árabe), y a la unidad geográfica del imperio, que se extendía en la amplia zona desde Pakistán a Portugal. La cultura se veía además fecundada por la enorme variedad del pensamiento en la heterogénea población de paganos, mazdeístas, judíos, cristianos y musulmanes.

En el paso del siglo VIII al IX se dieron además las condiciones en la metrópoli imperial (el actual Iraq), para que surgiera un público lector, el que, al parecer sin distinción de etnia o religión, tenía fácil acceso a las bibliotecas públicas, o podía adquirir libros o usar bibliotecas privadas. Este fenómeno social es a la vez efecto y causa del abaratamiento de los libros, pues tras el primer contacto del mundo islámico con la técnica china de fabricación de papel, este cómodo y barato sustrato para la escritura pronto alcanzaría la capital del califato, Bagdad, sustituyendo en corto tiempo al pergamino.

Por otra parte, los primeros califas abasíes se distinguieron por la protección a las ciencias, desde el segundo de ellos, al-Mansur, quien atrae a eruditos a su corte y fomenta la traducción de diversos textos al árabe, a al-Mamun, activo en la obtención de textos científicos de dentro y fuera del imperio, y fundador de la Casa de la Sabiduría (Bayt al-Hikmah).

La Casa de la Sabiduría, institución compuesta de academia, observatorio astronómico, biblioteca y escuela de traducción, integraba a intelectuales de diversa procedencia, también sin distinción de etnia o religión, y conocedores de idiomas cultos (griego, sánscrito, persa, siríaco). La Casa de la Sabiduría incluía en su currículo temas tan diversos como teología, filosofía, matemáticas, astronomía, biología, o medicina, y fue determinante en incorporar la filosofía y la ciencia de Persia, India y, sobre todo, de Grecia, a la cultura árabe. Se puso especial cuidado en realizar traducciones fieles, exactas y técnicas, y no meramente literales. Las copias de las traducciones al árabe, así como los tratados escritos directamente en este idioma, alcanzaron a todo el ámbito del imperio, y, a pesar del empeño de los conquistadores en sucesivas guerras por destruir los libros, parte, aunque pequeña, de aquellas bibliotecas, o las copias de sus libros, ha llegado hasta nosotros (Hitti 1970; Rosenthal 1975; Plessner 1979; Sabra 1996).



## AL-JAHIZ DE BASORA



Nació al-Jahiz aproximadamente el año 776 en Basora, muy cerca de la nueva capital del imperio, Bagdad, en el seno de una familia pobre, pues, al parecer, a la edad de veinte años se ganaba la vida vendiendo pescado en uno de los canales de la ciudad. Se dio en esa época abundante importación al imperio de esclavos negros procedentes del este de África

(Popovic 1999) y el propio Jahiz parece haber tenido esa ascendencia, de la que se mostraba orgulloso. En aquel momento y lugar se dieron las condiciones para que individuos como él, no favorecidos por su cuna, ascendieran en la escala social. Jahiz aprendió a leer y escribir a una edad temprana y, motivado por su familia (él cuenta como su madre le urgió a dedicarse a la escritura) se interesó pronto por el mundo de las ideas.

Basora era en aquel momento un importante centro comercial, cultural y religioso, y un hervidero de ideas sufíes, griegas, cristianas, escépticas, maniqueas y budistas. En este ambiente intelectual se origina en Basora la corriente teológica mutazilí, surgida del contacto con el racionalismo griego, que pretendía una visión racional y coherente de la doctrina islámica, con un concepto atomista del universo (el alma se compondría de una forma sutil de materia), y la interpretación no literal del Corán. Al-Jahiz se adscribe a este movimiento, y desde su escepticismo se rebela contra las discusiones teológicas nimias, inclinándose por un naturalismo deísta (Iqbal 1908). En busca de nuevos horizontes y a la edad aproximada de cuarenta años se traslada Jahiz a Bagdad, coincidiendo su llegada con la reciente fundación de la Casa de la Sabiduría.



Soldado nubio de la Corte Abbasí (de la edición actual del *Libro de la gloria de los negros sobre los blancos* de Al-Jahiz).

Aunque no forma parte de esta institución, al parecer colabora Jahiz con sus miembros, y gracias a su biblioteca entra en contacto por las obras del pensamiento griego, helénico y helenístico, y es impactado sobre todo por Aristóteles. A partir de entonces se da en sus obras una mezcla de las ciencias islámicas con el racionalismo griego, aplicando constantemente la lógica a los fenómenos observados o referidos a él por otros observadores.

En Bagdad compone Jahiz la mayor parte de sus más de doscientas obras, de las que sólo treinta han llegado a nosotros. El tema de dichas obras es variadísimo, desde política y religión (obras casi totalmente perdidas o destruidas) a gramática, retórica, poesía, literatura en prosa, filosofía, botánica o zoología, presentando un retrato vivo del Iraq y de los tipos humanos de su tiempo (Pellat 1967).

Jahiz desarrolló un estilo literario personal muy característico, diseñado para no aburrir al lector. A la manera de los contadores de cuentos, tras comenzar el relato con un tema serio, hace una disgresión que amenice la lectura, para más tarde pasar a una anécdota más o menos humorística, a veces de escasa relación con el tema a tratar, a base de información de primera mano o que le llega de muy variada procedencia, y que ayude a mantener el interés en la lectura. Su humor, sin embargo, no es siempre ligero, pudiendo ser irónico e incluso sarcástico, llegando incluso a la irreverencia jocosa hacia la divinidad.



Ilustración de *El Libro de los Animales* (Biblioteca Ambrosiana).

Durante su larga estancia en Bagdad Jahiz no ocupó puestos oficiales, lo que debió proporcionarle cierta libertad intelectual. No obstante, parte de sus ingresos provinieron de donaciones de funcionarios poderosos, a quienes dedicaba sus obras, lo que dice a favor de la amplitud de miras de éstos, pues con frecuencia las opiniones vertidas en ellas eran abiertamente heterodoxas. De hecho, la dedicatoria de "*El Libro de los Animales*" al famoso visir Ibn al-Zayyat le valió la gratificación de 5000 dinares de oro.

Ya anciano y enfermo, y quizá apartándose de los ataques contra los racionalistas mutazilíes por parte de los ortodoxos ashariés (Hoodbhoy 1991), al pretender éstos subordinar la razón a la revelación (e imponiéndose finalmente sobre la corriente racionalista en todo el mundo musulmán a través de las madrasas; Sabra 1996), regresa Jahiz a su ciudad natal, donde muere aproximadamente en el año 868, según la leyenda, aplastado por la caída de una pila de libros de su biblioteca particular. Es posible, sin embargo, que sus lectores, y origen de la leyenda, aplicaran el humor negro a su gran amor a los libros.



Avestruz macho incubando (de *El Libro de los Animales*; Biblioteca Ambrosiana, Milán).

## “EL LIBRO DE LOS ANIMALES” (KITAB AL HAYAWAN)

Esta gran obra, y no sólo por su importancia, pues, aunque incompleta, consta de siete volúmenes en su edición impresa (M. Harun, editor, El Cairo, 1385-89/1965-69), no es un libro de zoología convencional, ni un bestiario al estilo medieval europeo, sino una enorme colección de conocimientos sobre muy distintos animales, desde lombrices a ballenas, a veces en forma de alusión fugaz, y en otras tratados en gran detalle. La información contenida en la obra proviene de experimentos y observaciones propias realizadas en sus viajes por Iraq, la península Arábiga, Anatolia, Siria, Mesopotamia y otros países. Además, indica a menudo la procedencia de sus relatos a partir de la *“Historia Animalium”* de Aristóteles, de Galeno, del libro *“Calila y Dimna”*, del Corán, de noticias de navegantes y beduinos, y de versos clásicos árabes preislámicos (Asín Palacios 1930). Esto no debe oscurecer el hecho de que la obra contiene información científica de gran valor, anticipando conceptos que serían completamente desarrollados diez siglos más tarde por Lamarck, Wallace, Darwin y los evolucionistas.

En *“El Libro de los Animales”* Jahiz trata materias de física y química, biología, antropología, religión, temas filológicos y literarios, y, sobre todo, zoología. En lo referente a esta última, trata de forma particular cuestiones biológicas de más de 350 especies animales, de invertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos.

Los temas se extienden a la morfología funcional, dieta alimenticia, regeneración, hibridación, enfermedades, parasitismo, longevidad, mimetismo, órganos sensoriales y sentidos, respuesta a los estímulos, sueño y vigilia, orientación, filopatía, nidos, canto, comunicación, gregarismo, organización social, instinto e inteligencia, reproducción, fecundidad, lactancia, celo y conducta sexual, homosexualidad, agresión, lucha, castración, domesticación, adiestramiento y compasión hacia los animales.

Naturalmente, y de acuerdo con su plan de desorden ameno, las descripciones e interpretaciones vienen adobadas con cuentos, poemas, fábulas, etimología de palabras, anécdotas sobre personajes famosos y noticias de supersticiones sobre ciertos animales. En general, la información que se proporciona es, dentro de ciertos límites, fidedigna, con, al parecer, tan sólo dos excepciones: el suponer que la jirafa procede de la hibridación de leopardo y camello (basada en ideas anteriores de griegos y romanos), y que podría existir una serpiente alada en Abisinia (presente en los mitos africanos y de otras regiones).

En lo que la obra contribuye a la *teoría evolutiva*, los siguientes son los rasgos más destacados:

### 1. Descripción y clasificación

Tras describir a una variedad de animales y clasificarlos en una serie lineal, de los más simples a los más complejos (aplicando muy probablemente la *Scala Naturae* de Aristóteles), Jahiz proporciona una ordenación según similitudes, dividiendo a su vez a estos grupos en subgrupos, hasta llegar a la categoría de especie, y aunque no es explícito, podría relacionarse esta clasificación con el tema del siguiente apartado.

### 2. Transformación de las especies por efecto de los factores ambientales

Factores como el clima o la disponibilidad de alimento o refugio son para al-Jahiz causa de cambios biológicos y psicológicos en las especies. Por efecto de los factores ambientales ocurriría la transformación de unas especies en otras, incluida la especie humana. Por variación a partir de la forma ancestral de cuadrúpedo (*al-miskh*) ya desaparecida, se habrían formado grupos naturales de animales, relacionados a partir de ese antepasado común (por ejemplo, el perro, lobo, zorro, y similares).

Para Jahiz el “mono” (*al-maskh*, probablemente una de las especies de antropoides) está igualmente dotado que el hombre en algunos aspectos, y en base a ciertos caracteres que encuentra comunes en ciertas poblaciones humanas y al-maskh, supone que ciertos factores ambientales, como la calidad del agua, del aire o

la tierra, actuando por largo tiempo, pueden actuar transformando gradualmente la propia especie humana.

### 3. Lucha por la supervivencia

Según al-Jahiz, el deseo de todos los animales por sobrevivir se acompaña de diferencias en las tasas de mortalidad, resultantes de los factores ambientales, tal como la disponibilidad o no de alimento para unos u otros, o como resultado de los ataques de las especies animales mejor dotadas hacia otras, en una verdadera red trófica, o bien por la presencia de adaptaciones en algunas de ellas que les permite eludir de alguna forma esos ataques (mediante la construcción de refugios, por ejemplo). Se mantendrían así en suficiente abundancia las especies mejor dotadas.

Además, para al-Jahiz la lucha por la supervivencia (que para él es una ley divina) se extiende también a los miembros de la misma especie.

Así pues, la causa de variación (la multitud de especies) se debería a efectos ambientales, mientras que la supervivencia de las especies así surgidas (y de los individuos que las componen) se mantendría mediante la selección natural de los más aptos. Estos principios son un claro esbozo de la teoría de evolución por selección natural (Zirkle 1941; Bayrakdar 1983).

La falta de reconocimiento general del mérito de al-Jahiz debe basarse en que en el popurrí de “*El Libro de los Animales*” no se exponen esos principios de forma ordenada. Además, las frecuentes anécdotas humorísticas en los escritos de al-Jahiz (aun reconociéndole como escritor genial) le han valido la reputación de bromista y poco serio (en un ambiente literario más bien grave), restándole así credibilidad, aun entre los lectores árabes.

Bayrakdar (1983) supone que las ideas transformistas de al-Jahiz se reflejan en las obras de naturalistas posteriores del ámbito musulmán, sobre todo en Akhlag Nasiri (“*Ética de Nasrudin*”) de Nasiraddin Tusi, Nuzhat al-Qulub (enciclopedia científica persa) de Mustawfi al-Qazwini, y Hayat al-Hayawan (“*La Vida de los Animales*”, parcialmente traducida al latín en 1617), de Kamal al-Damiri. No obstante, Stephenson (1928) y Somogyi (1950), en sus análisis de sus dos últimas obras (ambas del siglo XIV) no refieren la existencia de ninguna visión de conjunto en ellas, y su interés es principalmente antropológico, o como datos para la historia de la medicina.

La primera de aquellas obras (“*Ética de Nasrudin*”, del siglo XIII) sí contiene mención al fenómeno evolutivo, en lo referente a la variabilidad hereditaria (“Los cuerpos cambian como resultado de interacciones internas y externas”), a la existencia de diferentes niveles de desarrollo (“Los organismos que adquieren más

rápidamente las nuevas características son más variables. Como resultado obtienen ventajas sobre otros seres”), a la variedad de adaptaciones estructurales y de comportamiento, y a la existencia de especies intermedias entre el ser humano y los animales (Alakbarov 2001).

Aunque Darwin tuvo al parecer algún contacto con el orientalista Samuel Lee, profesor de árabe en Cambridge, ello no es motivo para suponer que basara su teoría de evolución por selección natural en el libro de al-Jahiz, como a veces se ha sugerido (Bayrakdar 1983), ni que siquiera tuviera noticia de su obra.

Podemos pues concluir que, en conjunto, la prosa atractiva de al-Jahiz y su talante vital, unido a su penetrante intuición, contribuyeron enormemente a la difusión de sus trabajos, con lo que ayudó a popularizar la ciencia y el método racional en el mundo islámico, siempre en pugna con el dogmatismo inmovilista. “*El Libro de los Animales*” fue muy conocido y repetidamente copiado, y no es descartable que sus ecos en Europa, a partir de los restos de purgas y quemas de bibliotecas de al-Andalus, perpetradas por ortodoxos musulmanes y cristianos, pudieran haber sido semilla de otros descubrimientos posteriores.



## REFERENCIAS

- Alakbarov, F. 2001. A 13th-Century Darwin? Tusi's Views on Evolution. *Azerbaijan International* 9: 1-4.
- Asín Palacios, M. 1930. El "Libro de Los Animales" de Jâhiz. *Isis* 14: 20-54.
- Bayrakdar, M. 1983. Al-Jahiz and the rise of biological evolutionism. *Islamic Quarterly* 21: 149-155.
- Baljon, J.M.S. 1954. A modern muslim decalogue. *Welt des Islams* 3: 187-200.
- Hawley, C. 2001. Saudis to stamp out Pokemon. *BBC News*, 29 marzo 2001.
- Hitti, P. 1970. *History of the Arabs*. St. Martin's Press, Nueva York.
- Hoodbhoy, P. 1991. *Islam and Science: Religious Orthodoxy and the Battle for Rationality*. Zed Books, Londres.
- Iqbal, M. 1908. *The Development of Metaphysics in Persia*. Luzac, Londres. (2001, H-Bahai Digital Library).
- Nadvi, K.S. 1992. *Darwinism on Trial*. Ta-Ha, Londres.
- Pellat, C. 1967. *Arabische Geisteswelt*. Artemis Verlag, Zurich.
- Plessner, M. 1979. Science (A). The Natural science and medicine. Pp. 425-460. *En*: Schacht, J.S. y Bosworth, C.E. (eds.). *The Legacy of Islam*, Oxford Univ. Press.
- Popovic, A. 1999. *The Revolt of the African Slaves in Iraq in the 3rd/9th Century*. Markus Wiener Press, Princeton, N.J.
- Rosenthal, F. 1975. *The Classical Heritage in Islam*. Routledge & Kegan Paul, Londres.
- Sabra, A.I. 1996. Situating arabic science: locality versus essence. *Isis* 87: 654-670.
- Somogyi, J. 1950. Ad-Damiiri's Hayat al-hayawan: An Arabic zoological lexicon. *Osiris* 9: 33-43.
- Stephenson, J. 1928. The zoological section of the Nuzhatu-I-Qulûb. *Isis* 11: 285-315.
- Yahya, H. 1999. *Evolution Deceit*. Ta-Ha, Londres.
- Ziadat, A.A. 1986. *Western Science in the Arab World. The Impact of Darwinism, 1860-1930*. St. Martin's Press, Nueva York.
- Zirkle, C. 1941. Natural selection before the "Origin of Species". *Proc. Amer. Phil. Soc.* 84: 71-123.

## Información del Autor

Fernando Álvarez (Valladolid 1942) es Profesor de Investigación del C.S.I.C. en la Estación Biológica de Doñana. Inicia la tradición de los estudios de Etología en España con su contribución, desde 1969, a la dirección de tesis doctorales, cursos universitarios en las universidades de Sevilla, Córdoba y Complutense de Madrid, e investigación en el Delta Primate Research Center (EE. UU.), Estación Biológica "El Frío" (Venezuela) y Estación Biológica de Doñana, contribuyendo asimismo a las actividades de la Sociedad Española de Etología, de la que fue el primer presidente. Su actividad investigadora se ha centrado sobre todo en la organización social y comunicación en aves y mamíferos, y en el parasitismo reproductivo en cucúlidos.





## Test científico a la teoría del diseño inteligente: la sentencia *Kitzmiller et al. vs. el Distrito Escolar de Dover*.

Vicente Manuel Claramonte Sanz

Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 30, 7ª. 46010 Valencia. E-mail: vicente.claramonte@uv.es

### RESUMEN

El debate entre evolucionismo y creacionismo de nuevo llegó recientemente a los tribunales en los Estados Unidos cuando, tras una serie de maniobras destinadas a impartir teoría del diseño inteligente en las clases de Biología, la Junta Escolar de la Escuela Superior de Dover impuso el libro *Of Pandas and People* como manual científico alternativo a *El origen de las especies* de Charles Darwin. La cuestión crítica expuesta por el presente artículo estribaría en si la teoría del diseño inteligente puede ser considerada Ciencia, o en realidad es Religión camuflada bajo una apariencia presuntamente científica; y, más concretamente, si resulta admisible que *Of Pandas and People*, sea propuesto en las clases de Biología como un manual equiparable a *El Origen de las Especies*. El 20 de diciembre de 2005, el Juez de Distrito John E. Jones III sentenció dicho proceso ? conocido en la jurisprudencia estadounidense como *Tammy Kitzmiller et. al vs. Dover Area School District?* , fallando que la teoría del diseño inteligente no es sino creacionismo disfrazado con un camuflaje pseudocientífico. En el apartado de la sentencia rotulado bajo el epígrafe E) 4, “Sobre si el Diseño Inteligente es Ciencia”, el Juez Jones analiza y valora un interesante elenco de consideraciones relativas al criterio demarcador de los discursos científicos, por cuya virtud concluye que la teoría del diseño inteligente puede ser considerada un argumento teológico interesante, pero nunca Ciencia. *eVOLUCIÓN* 2(1): 31-42 (2007).

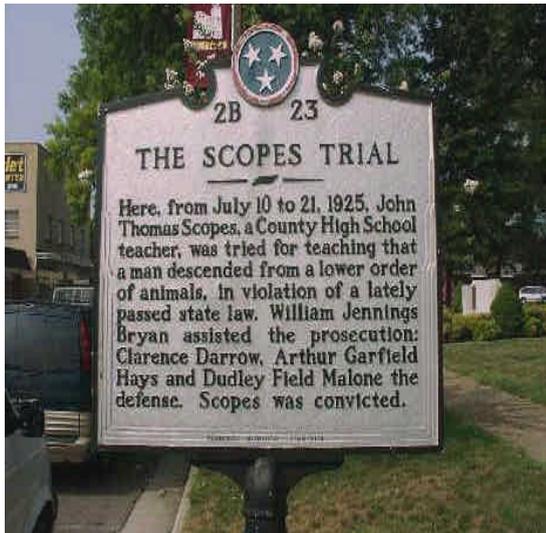
**Palabras Clave:** Filosofía de la Ciencia; Evolucionismo; Creacionismo; Diseño Inteligente; Concepto de Ciencia; Jurisprudencia Estadounidense; Deontología Educativa.

La teoría del diseño inteligente, ¿es ciencia, o teología camuflada bajo una apariencia presuntamente científica? ¿Resulta admisible o mistificador que *Of Pandas and People*, de Davies y Kenyon, sea presentado en la asignatura de Biología impartida en centros dependientes del sistema público de enseñanza como un manual científico alternativo y equiparable a *El origen de las especies*, de Darwin? El análisis del estatus epistemológico de la teoría del diseño inteligente debe inscribirse en el marco del histórico debate entre evolucionismo y creacionismo, y éste, a su vez, en el seno de la todavía más general y longeva dialéctica gnoseológica referente al criterio demarcador entre Ciencia y Religión.

En Estados Unidos, la beligerancia ideológica contra la aceptación y difusión de la teoría evolutiva ha sido tradicionalmente auspiciada por el Fundamentalismo. Este movimiento religioso conservador, surgido a finales del siglo XIX en la sociedad estadounidense como respuesta a los

cambios culturales, al nuevo pensamiento religioso y al Darwinismo, pronto presionó al parlamento estatal para que promulgara leyes que prohibieran impartir la evolución en la escuela pública. El apremio político y social derivado de su activismo, culminó en 1925 con el caso *Scopes*, el célebre “juicio del mono”, que levantó una inusitada expectación a nivel nacional - llegó a afirmarse en el mismo que se juzgaba no ya a la evolución, sino también al cristianismo y a la misma civilización -, y concluyó con la condena del profesor de Biología John Scopes como reo del delito de enseñanza ilegal de teoría evolutiva.





A la izquierda, placa conmemorativa del juicio, ubicada en la villa de Dayton, condado de Rhea, estado de Tennessee. En ella puede leerse lo siguiente: «El juicio de Scopes. En este lugar, entre el 10 y el 21 de julio de 1925, John Thomas Scopes, profesor de la Escuela Superior del Condado, fue juzgado por enseñar que el hombre desciende de una clase inferior de animales, vulnerando una ley del estado recientemente promulgada. Williams Jennings Bryan asistió la acusación, y Clarence Darrow,

Sin embargo, en 1968 se produjo un cambio radical en el marco jurídico cuando, en el caso *Epperson vs. Arkansas*, el Tribunal Supremo derogó por inconstitucional la legislación del estado de Arkansas que prohibía impartir evolución en el sistema público de enseñanza. Desde entonces, buscando cobertura jurídica en el derecho a la libertad de expresión, los fundamentalistas cristianos comenzaron a abogar por leyes de “tratamiento equilibrado”, es decir, leyes que obligaran, al profesorado de las escuelas públicas que impartía evolución, a dedicar idéntica carga lectiva para enseñar la concepción bíblica de la creación. El tribunal del caso *Epperson* también consideró esta táctica como otro intento de imponer la versión bíblica de la creación del hombre.

Los fundamentalistas opuestos a la evolución contraatacaron entonces con una nueva táctica, consistente ahora en emplear un texto con resonancias científicas para describir creencias religiosas; y a partir de ahí, exigir que las escuelas impartieran “ciencia de la creación” o “creacionismo científico” como una disciplina alternativa al evolucionismo. A tal efecto, a partir de los 80 se desarrolla y divulga paulatinamente en la sociedad norteamericana la mencionada ciencia de la creación, doctrina según la cual existen pruebas arqueológicas que acreditan la historicidad de ciertos pasajes bíblicos, como los correspondientes a la génesis del cosmos, a la creación de Adán y Eva y al diluvio de Noé. Este creacionismo “científico” constituiría el germen o precedente inmediato de la actualmente denominada “teoría del diseño inteligente”.

No obstante este cambio de estrategia y a mostrarse inasequibles al desaliento, los fundamentalistas partidarios del creacionismo bíblico perdieron de nuevo la batalla judicial, pues el viraje acaecido tanto en la jurisprudencia como en la propia sociedad estadounidense había trazado en esta materia unos límites bien definidos, tal vez ya irreversibles. En 1987, el Tribunal Supremo resolvió en el caso *Edwards vs. Arkansas* que la exigencia de impartir en las escuelas públicas ciencia de la creación junto con la teoría evolutiva, vulnera la cláusula de aconfesionalidad derivada de la Primera Enmienda a la Constitución de los Estados Unidos. Básicamente, dicha cláusula de aconfesionalidad - *establishment clause* - prohíbe a toda instancia gubernamental establecer cualquier política orientada a discriminar, tanto entre religión y laicismo como entre las diferentes religiones, y en sus diversas manifestaciones de patrocinio expreso, respaldo implícito, tolerancia o connivencia excesiva, etc. La clave de esta última sentencia radica en que, al dictar su fallo, el Tribunal Supremo confería ahora alcance nacional a la prohibición de impartir ciencia de la creación en todo el sistema público de enseñanza.

Y por fin alcanzamos el naciente siglo XXI. En efecto, de nuevo el debate entre evolucionismo y creacionismo llegó recientemente a los tribunales en Estados Unidos cuando, tras una serie de maniobras destinadas a impartir la teoría del diseño inteligente en las clases de Biología, la Junta Escolar de la Escuela Superior de Dover trató de imponer el libro *Of Pandas and People* como manual científicamente equiparable a *El origen de las especies*. Ante estos hechos, un grupo de padres de alumnos discentes en

Pennsylvania, codemandó a la Junta Escolar del Distrito de Dover por promulgar en 2004 una resolución que obligaba a los alumnos a leer un documento según el cual la evolución es una teoría y no una realidad, y en el que se proponía al diseño inteligente como una explicación alternativa de los orígenes de la vida con credibilidad científica; por lo cual, los estudiantes que quisieran ampliar la información sobre la misma, podían acudir a un manual disponible en la biblioteca del centro sobre dicha teoría - *Of Pandas and People*.

Para sondear información con la que forjar los elementos de juicio sobre los cuales fundamentar su decisión, la Junta Escolar de Dover nunca consultó instituciones prestigiosas en materia de Ciencia, como la *Academia Nacional de las Ciencias*, la *Asociación Americana para el Fomento de la Ciencia* o la *Asociación Nacional de Profesores de Biología*. Únicamente recurrió al asesoramiento del Instituto *Discovery*, un centro privado de estudios financiado con donaciones de protestantes conservadores pudientes, el cual ha desarrollado mediante artículos de opinión, conferencias, libros publicados en ediciones de bolsillo y páginas web, un discurso populista destinado a difundir el mensaje de que la teoría del diseño inteligente es una alternativa con credibilidad científica a la teoría de la evolución, y que ésta última presenta en cambio lagunas insalvables. Su activismo cristiano, protestante y conservador, que en esta materia está obteniendo un grado de implantación casi tan considerable en la América del Sur como ya lo ha obtenido en la del Norte, comienza a infiltrarse ahora en Europa, y en España se canaliza por internet a través de foros como el *Servicio Evangélico de Información y Documentación*.

El 20 de diciembre de 2005, el Juez de Distrito John E. Jones III dictó sentencia en dicho litigio, conocido en la jurisprudencia estadounidense como el caso *Tammy Kitzmiller et. al vs. Dover Area School District*. Según el fallo, la teoría del

diseño inteligente es tan solo creacionismo disfrazado con un camuflaje presuntamente científico. El apartado de la sentencia rotulado bajo el epígrafe E) 4, “*Sobre si el diseño inteligente es ciencia*”, cuya traducción al castellano se brinda a los lectores de *eVOLUCIÓN* bajo estas líneas, contiene un interesante elenco de consideraciones y hechos contrastados por cuya virtud el Juez Jones, tras asesorarse convenientemente por los peritos y testigos expertos presentados por ambas partes en el juicio - según los cuales *Of Pandas and People* “contiene conceptos obsoletos y ciencia gravemente defectuosa” -, y valorando además la información ofrecida por instituciones de acreditada relevancia científica, tales como la Academia Nacional de las Ciencias o la Asociación Americana para el Fomento de la Ciencia, concluye que la teoría del diseño inteligente puede ser considerada, en la más benigna de las calificaciones, un argumento teológico sugerente, pero nunca Ciencia.

### Sobre si el diseño inteligente es ciencia.

Tras una concienzuda revisión del expediente y de la jurisprudencia aplicable, hallamos que, aunque los argumentos del diseño inteligente puedan ser ciertos, cuestión sobre la cual el Tribunal no adopta posición alguna, el diseño inteligente no es ciencia. Hallamos que el diseño inteligente quiebra en tres niveles diferentes, cualquiera de ellos suficiente por sí mismo para descartar la conclusión de que el diseño inteligente sea ciencia. Son: (1) El diseño inteligente vulnera reglas de oro de la ciencia centenarias, al invocar y permitir una causalidad sobrenatural; (2) el argumento de la complejidad irreducible, clave en el diseño inteligente, emplea el mismo falso dilema, erróneo e ilógico, que arruinó la ciencia de la creación en los años 80; y (3) los embates del diseño inteligente contrarios a la evolución han quedado refutados por la comunidad científica. Como analizaremos con todo detalle más adelante, resulta adicionalmente importante indicar que el diseño inteligente no ha logrado ganar la aceptación de la comunidad científica, no ha generado publicaciones contrastadas por expertos, [1] ni ha sido objeto de examen e investigación.

El testimonio de los peritos revela que desde la revolución científica de los siglos XVI y XVII, la ciencia se ha limitado a la investigación de las causas naturales para explicar los fenómenos de la naturaleza. Esta revolución supuso el rechazo de la apelación a la autoridad, y por extensión, de la revelación, en favor de la evidencia empírica. Desde aquella época, la ciencia ha sido una disciplina en la cual la verificabilidad, más que cualquier coherencia filosófica o autoridad



Las codemandantes *Tammy Kitzmiller* —a la izquierda—, cuyo apellido designa la cita jurisprudencial de la sentencia, y *Christy Rehm*, cuyo marido es profesor de Ciencias Naturales en el centro donde se produjeron los hechos litigiosos. Ambas celebran, “chocando esos cinco”, el instante en que oyen el fallo favorable a sus pretensiones.

eclesiástica, ha constituido la medida de la validez de una idea científica. Eludiendo deliberadamente explicaciones teológicas o “primordiales” sobre la existencia y características del mundo natural, la ciencia no contempla cuestiones de “significado” o “intención” en el mundo. Aunque las explicaciones sobrenaturales puedan ser importantes y tener mérito, no integran la ciencia. Esta auto-impuesta convención de la ciencia, la cual limita a investigar las explicaciones empíricas y verificables sobre el mundo natural, es calificada por los filósofos como “naturalismo metodológico”, y a menudo denominada el método científico. El naturalismo metodológico constituye un “principio básico” de la ciencia moderna, el cual exige a los científicos obtener explicaciones del mundo circundante basadas en aquello que podemos observar, comprobar, reproducir y verificar.

Puesto que la Academia Nacional de las Ciencias fue reconocida por los peritos de ambas partes como la “más prestigiosa” asociación científica del país, consiguientemente, citaremos su opinión cuando resulte oportuno. La Academia Nacional de las Ciencias coincide en que la ciencia se limita a los datos empíricos, observables y, en última instancia, verificables:

«La ciencia constituye un tipo de conocimiento particular sobre el mundo. En ciencia, las explicaciones quedan restringidas a aquello que puede inferirse a partir de datos comprobables —resultados obtenidos mediante observaciones y experimentos que pueden ser reproducidos por otros científicos. Cualquier cosa que pueda ser observada o medida, es susceptible de investigación científica. Las explicaciones que no pueden basarse en evidencia empírica, no forman parte de la ciencia».

El riguroso apego a las explicaciones “naturales” es un atributo esencial de la ciencia, por definición y por convención. Coincidimos con el principal perito de los demandantes, el Dr. Miller, en que explicar problemas irresueltos sobre la naturaleza mediante causas y fuerzas que caen fuera del mundo natural es, desde un punto de vista práctico, un “freno para la ciencia”. Como explicó el Dr. Miller, en cuanto atribuimos la causa a una fuerza sobrenatural indemostrable, a una proposición irrefutable, ya no existe ninguna razón para continuar pugnando por hallar explicaciones naturales, pues ya disponemos de nuestra respuesta.

El diseño inteligente está fundamentado sobre una causalidad sobrenatural, tal como nosotros explicamos previamente y reveló además el testimonio de diversos peritos. El diseño inteligente parte de los fenómenos naturales y, en lugar de pretender o aceptar una explicación natural, argumenta que la explicación es sobrenatural. En el manual de diseño inteligente hacia el cual son dirigidos los estudiantes de Biología del noveno curso, *Pandas*, se halla refuerzo adicional a favor

de la conclusión de que el diseño inteligente se basa en una causalidad sobrenatural. *Pandas* establece, en cierta sección, lo siguiente:

«Los darwinistas objetan la concepción del diseño inteligente *porque la misma no ofrece una explicación de causalidad natural* sobre cómo las diversas formas de vida surgieron por primera vez. El diseño inteligente significa que las distintas formas de vida prorrumpen abruptamente, mediante un agente inteligente, con sus características distintivas ya intactas —los peces con aletas y escamas, los pájaros con plumas, picos y alas, etc.».

Por otra parte, el diseño inteligente defiende que los animales no evolucionan naturalmente mediante mecanismos evolucionistas, sino que fueron creados abruptamente por un diseñador sobrenatural o no natural. Los propios testigos expertos de los demandados reconocieron este extremo.

Resulta significativo que la propia estrategia de los peritos de la defensa, reflejo de la del Movimiento para el diseño inteligente, consiste en cambiar los principios fundamentales de la ciencia, para admitir la causalidad sobrenatural del mundo natural, la cual, tanto el Tribunal Supremo en el caso *Edwards* como el Tribunal del caso *McLean*, calificaron acertadamente como un concepto inherentemente religioso. Primero, el Profesor Fuller, perito de la defensa, coincidió en que el diseño inteligente aspira a “cambiar los principios fundamentales” de la ciencia, y el principal perito de la defensa, el Profesor Behe, admitió que esta definición extensiva de ciencia, la cual abarca al diseño inteligente, podría también acoger a la Astrología. Además, el Profesor Minnich, perito de la defensa, reconoció que, para que el diseño inteligente sea considerado ciencia, los principios fundamentales de la ciencia tienen que ser ampliados hasta permitir la inclusión de las fuerzas sobrenaturales.

Líderes egregios del Movimiento para el diseño inteligente concuerdan con las opiniones expresadas en las declaraciones de los testigos expertos de la defensa, en cuanto a que los principios fundamentales de la ciencia deben ser alterados para que el diseño inteligente arraigue y prospere. Por ejemplo, William Dembski, paladín del Movimiento para el Diseño Inteligente, proclama que la ciencia está regida por el naturalismo metodológico, y argumenta que esta regla debe ser derogada si el diseño inteligente ha de prosperar.

El Instituto *Discovery*, el comité de expertos promotor del diseño inteligente a partir del cual el Centro para la Investigación de la Ciencia de la Creación desarrolló el Documento Wedge, asume como “objetivo rector” «rechazar el materialismo



Fachada principal de la Escuela Superior de Dover, en pleno horario escolar de un día lectivo y abarrotada de estudiantes. La sentencia prohibió terminantemente introducir la teoría del diseño inteligente en el programa de la asignatura de Biología de cualquier centro del Distrito Escolar de Dover (Estado de Pensilvania, EE. UU).

científico y su destructivo legado moral, cultural y político», y «sustituir las explicaciones materialistas por la interpretación teísta de que la naturaleza y los seres humanos fueron creados por Dios». Además, como antes indicamos, el Documento Wedge establece, en el sumario de su “Plan Estratégico Quinquenal”, que el objetivo del Movimiento para el Diseño Inteligente es reemplazar la ciencia practicada actualmente por la “Ciencia teísta y cristiana”. Por tanto, el Movimiento para el Diseño Inteligente pretende nada menos que una revolución científica plena en la cual el diseño inteligente suplante a la teoría evolucionista. [A]

Significativamente, toda asociación científica sería que ha tomado partido respecto a si el diseño inteligente es ciencia, ha concluido que no lo es, y que no puede ser considerada como tal. Inicialmente, indicamos que la Academia Nacional de las Ciencias, la asociación científica “más prestigiosa” de este país, contempla el diseño inteligente como sigue:

«El creacionismo, el diseño inteligente y otros discursos sobre causalidad sobrenatural en el origen de la vida o las especies, no constituyen ciencia, porque no son verificables mediante procedimientos científicos. Tales discursos subordinan los datos observados a juicios basados en la autoridad, la revelación o las creencias religiosas. La documentación presentada para apoyarlos está característicamente limitada a las publicaciones especializadas de sus partidarios. Estas publicaciones no presentan hipótesis sujetas a cambios a la luz de nuevos datos o interpretaciones, o de la demostración de un error. Esto colisiona con la ciencia, en la cual toda teoría o hipótesis siempre queda sujeta a la posibilidad de refutación o modificación a la luz de nuevos descubrimientos».

Adicionalmente, la *Asociación Americana para el Fomento de la Ciencia*, la organización de científicos más nutrida de este país, ha adoptado una posición similar sobre diseño inteligente, es decir, que «no ha propuesto un procedimiento científico para verificar sus postulados», y que, «la quiebra de la garantía científica por la presunta “teoría del diseño inteligente”, la convierte en impropia de integrar la enseñanza de la ciencia...». Durante el transcurso de seis semanas de juicio, ni un solo testigo experto identificó una sociedad, organización o asociación científica sería que avale el diseño inteligente como ciencia. Más aún, los peritos de la defensa conceden que el diseño inteligente no es una teoría, tal y como dicho término es definido por la Academia Nacional de las Ciencias, y admiten que el diseño inteligente es, como mucho, “ciencia limítrofe” que no ha logrado ninguna aceptación entre la comunidad científica.

Por tanto, resulta meridianamente claro para el Tribunal que el diseño inteligente no logra satisfacer los principios fundamentales que restringen la ciencia a las explicaciones naturales y verificables. La ciencia no puede ser definida para los estudiantes de Dover de forma distinta a como es definida por la comunidad científica, como un programa de discriminación positiva, según defendió el Profesor Fuller, por una concepción a la cual le ha sido imposible ganarse el respeto de la comunidad científica. Aunque el fracaso del diseño inteligente en satisfacer los requisitos básicos de la ciencia es suficiente para que el Tribunal concluya en que no es ciencia, llevados por un derroche de cautela y en un ejercicio de completud, analizaremos adicionales argumentos presentados respecto a los conceptos de diseño inteligente y ciencia.

En el fondo, el diseño inteligente está precebido sobre un falso dilema, a saber; en todo aquello que la teoría evolucionista quede refutada, el diseño inteligente resulta confirmado. No es la primera vez que dicho argumento es planteado ante este Tribunal, y de hecho el mismo razonamiento, calificado de “falso dilema” en el caso *McLean*, fue empleado por los creacionistas en la década de los años ochenta para apoyar la “ciencia de la creación”. El Tribunal en el caso *McLean* señaló la «pedagogía falaz de la propuesta de los dos modelos», y que «en [sus] esfuerzos por presentar “evidencia” a favor de la ciencia de la creación, los demandados incurrir en las mismas falsas premisas que la propuesta de los dos modelos... toda evidencia que desautoriza la teoría evolucionista constituye prueba en apoyo de la ciencia de la creación». No encontramos este falso dilema mucho más apto para justificar hoy el diseño inteligente de lo que lo era para justificar la ciencia de la creación hace dos décadas.

Los partidarios del diseño inteligente arguyen en pro del diseño principalmente mediante argumentos contrarios a la evolución, como ilustró el argumento del Profesor Behe de que los sistemas de “complejidad irreducible” no pueden ser producidos mediante mecanismo darwinianos, ni por ningún otro mecanismo natural. No obstante, creemos que los argumentos contrarios a la evolución no son argumentos favorables al diseño. El testimonio pericial reveló que, sólo porque los científicos no puedan explicar hoy cómo evolucionaron los sistemas biológicos, eso no significa que no puedan, ni que no podrán, estar en disposición de explicarlos el día de mañana. Como el Dr. Padian señaló acertadamente, «la ausencia de evidencia no equivale a evidencia de ausencia». Para concluir, el testimonio pericial de los Drs. Miller y Padian proporcionó múltiples ejemplos en los cuales *Pandas* afirmaba que no existe ninguna explicación natural, y en ciertos casos tampoco podría existir, y que las explicaciones naturales todavía siguen siendo verificadas en el transcurso de estos años. Debe asimismo mencionarse que, como indicó el Dr. Miller, el mero hecho de que los científicos no puedan explicar todo detalle evolutivo no socava la validez del evolucionismo como teoría científica, pues en ciencia ninguna teoría es absolutamente explicativa.

Como se aludió, **el concepto de complejidad irreducible** constituye la presunta médula científica del diseño inteligente. La complejidad irreducible constituye un argumento negativo en contra de la evolución, no una prueba del diseño, extremo este concedido por el propio Profesor Minnich, perito de la defensa. La complejidad irreducible fracasa además en convertir al diseño inteligente en una cuestión de ciencia positiva, como se elaborará más adelante.

Indicamos inicialmente que la complejidad irreducible, según fue definida por el Profesor Behe en su libro *Darwin's Black Box* [2] y subsiguientemente rectificada por su artículo de 2001 titulado “*Reply to My Critics*”, se presenta del siguiente modo:

«Por complejidad irreducible, entiendo un único sistema compuesto de varias partes muy similares e interactivas que contribuyen a una función básica, donde la supresión de cualquiera de las partes provoca que el sistema deje de funcionar con eficacia. Un sistema irreduciblemente complejo no puede generarse directamente a partir de las modificaciones leves y sucesivas de otro precedente, porque cualquier precedente de un sistema irreduciblemente complejo que resulta descartado es, por definición, inoperante [...] Dado que la selección natural sólo puede elegir entre sistemas que ya están operativos, y que un sistema biológico no puede generarse gradualmente, entonces éste tendría que surgir como un todo orgánico, de una sola vez, para que la selección natural disponga de algo sobre lo cual actuar.»

El Profesor Behe admitió en “*Reply to My Critics*”, que había un defecto en su concepción de la complejidad irreducible porque, mientras aparenta ser un desafío a la selección natural, realmente no orienta «su cometido hacia la selección natural». El Profesor Behe explicó específicamente que «[la] definición al uso centra la atención en eliminar una parte de un sistema ya operativo, pero «tratándose de la evolución darwinista, sin embargo, [la] dificultad podría no consistir en suprimir partes de sofisticados sistemas preexistentes; podría consistir en reunir los componentes para elaborar un sistema por primera vez». En dicho artículo, el Profesor Behe escribió que él confiaba en «subsana este defecto en un futuro trabajo»; no obstante, no ha logrado hacerlo ni siquiera cuatro años después de haber dilucidado esta carencia.

Además del admitido fracaso del Profesor Behe en abordar adecuadamente los numerosos fenómenos que la complejidad irreducible pretende achacar a la selección natural al respecto, los Doctores Miller y Padian testificaron que el concepto de complejidad irreducible del Profesor Behe depende de ignorar los medios con los cuales se sabe que la evolución acontece. Aunque el Profesor Behe sea inflexible en su definición de complejidad irreducible, cuando dice que un precedente “descartado es, por definición, inoperante”, obviamente lo que pretende decir es que no funcionará del mismo modo en que opera el sistema cuando todos sus componentes están presentes. Por ejemplo, en el caso del flagelo bacteriano, suprimir un componente podría impedirle actuar cual motor giratorio. Sin embargo, el Profesor Behe excluye, por definición, la posibilidad de que un precursor del flagelo bacteriano funcionara, no ya como un motor

giratorio, sino de cualquier otro modo, por ejemplo, como un sistema secretor.

Como reveló el testimonio pericial, el requisito sobre el cual está articulada la “complejidad irreducible” la convierte en un sinsentido como crítica a la evolución. En realidad, la teoría de la evolución propone la exaptación como una explicación, bien documentada e identificada, sobre cómo pueden haber evolucionado por causas naturales los organismos con múltiples componentes. Exaptación significa que algún precursor del organismo dado tuvo una función diferente y susceptible de selección, antes de experimentar el cambio o la adición que resultó en tal organismo con su función actual. Por ejemplo, el Dr. Padian identificó la evolución de los huesos del oído medio del mamífero, a partir de lo que antes habían sido mandíbulas, como un ejemplo de este proceso. Al definir la complejidad irreducible como lo hace, el Profesor Behe pretende excluir *more definitio* [3] el fenómeno de la exaptación, ignorando al hacerlo cuantiosa evidencia que refuta su argumento.

Significativamente, la Academia Nacional de las Ciencias ha rechazado el postulado de la complejidad irreducible del profesor Behe, empleando este convincente razonamiento:

«Las estructuras y procesos que son considerados “complejidad irreducible” generalmente no superan un análisis minucioso. Por ejemplo, es incorrecto asumir que una estructura o un proceso bioquímico complejos, sólo pueden funcionar si todos sus componentes están presentes y en funcionamiento tal como hoy los vemos. Los sistemas bioquímicos complejos pueden ser contruidos a partir de sistemas más simples mediante selección natural. Así, la “historia” de una proteína puede trazarse a través de organismos más simples... La evolución de los sistemas moleculares complejos puede acontecer en términos similares. La selección natural puede reunir, para una función y simultáneamente, los componentes de un sistema, y después recombinar en un momento posterior tales componentes con otros sistemas de elementos, para producir un sistema que desempeñe otra función diferente. Los genes pueden ser duplicados y alterados, y por tanto amplificados mediante la selección natural. La compleja cascada bioquímica resultante en los coágulos sanguíneos ha sido explicada de este modo».

Puesto que la complejidad irreducible es sólo un argumento negativo contra la evolución, es verificable y por consiguiente refutable, a diferencia del diseño inteligente, a fuerza de demostrar que existen estructuras intermedias con funciones seleccionables que habrían evolucionado en el seno de los presuntos sistemas irreduciblemente complejos. Significativamente, no obstante, el hecho de que el argumento negativo de la complejidad irreducible sea verificable no convierte en verificable el argumento sobre el diseño inteligente. El Profesor Behe ha aplicado el concepto de complejidad irreducible única-

mente a una escasa muestra de sistemas: (1) el flagelo bacteriano; (2) la cascada de coágulos sanguíneos; y (3) el sistema inmunitario. Contrariamente a las afirmaciones del Profesor Behe respecto a estos pocos sistemas biológicos entre la miríada existente en la naturaleza, el Dr. Miller presentó no obstante pruebas, basadas en estudios contrastados por expertos, de que los mismos no constituyen de hecho complejidad irreducible.

Primero, respecto al **flagelo bacteriano**, el Dr. Miller citó estudios contrastados por expertos que identificaban un posible precursor para el flagelo bacteriano, un subsistema que estaba enteramente operativo, denominado sistema secretor Tipo III. Además, el perito de la defensa Profesor Minnich, admitió que existe una rigurosa investigación científica sobre la cuestión de si el flagelo bacteriano evolucionó en el sistema secretor Tipo III, el sistema secretor Tipo III en el flagelo bacteriano, o si ambos evolucionaron a partir de un ancestro común. Ninguna de estas investigaciones o consideraciones involucra al diseño inteligente. De hecho, el Professor Minnich testificó respecto a esta investigación lo siguiente: «Estamos estudiando la función de estos sistemas, y cómo podrían haber derivado el uno del otro. Y esta es una investigación científica justificada».

Segundo, respecto a la **cascada de coágulo sanguíneo**, el Dr. Miller demostró que la presunta complejidad irreducible de la cascada de coágulo sanguíneo ha sido refutada por estudios comparativos que se remontan a 1969, los cuales muestran que la sangre de los delfines y las ballenas coagula pese a perder parte de la cascada, estudio que fue corroborado por pruebas moleculares en 1998. Adicional y más recientemente, estudios científicos publicados demuestran que en el pez globo, la sangre coagula pese a desaparecer la cascada no sólo en una, sino en tres partes. Por consiguiente, en publicaciones revisadas por expertos, los científicos han refutado la predicación del Profesor Behe sobre la presunta complejidad irreducible de la cascada de coágulo sanguíneo. Es más, el interrogatorio reveló que la redefinición del Profesor Behe sobre el sistema de coágulos sanguíneos probablemente fue formulada para sortear la evidencia científica contrastada que refutaba su argumento, pues no era una redefinición científicamente garantizada.

El **sistema inmunitario** es el tercero de los sistemas al cual el Profesor Behe ha aplicado la definición de complejidad irreducible. Si bien, en *Darwin's Black Box*, el Profesor Behe indicó que no solamente no existían explicaciones naturales para el sistema inmune hasta el momento, sino que, con respecto a su origen, las explicaciones naturales eran imposibles. Sin embargo, el Profesor Miller presentó estudios contrastados por expertos refutando la tesis del Profesor Behe



Retrato del reverendo William Paley (1743-1805), quien, en su obra *Natural Theology*, cuya primera publicación data de 1809, reelaboró el argumento teleológico formulado por Tomás de Aquino en el siglo XIII para demostrar la existencia de Dios, auténtico sustrato ideológico de la teoría del diseño inteligente.

de que el sistema inmunitario fuera irreduciblemente complejo. Entre 1996 y 2002, diversos estudios confirman cada elemento de la hipótesis evolucionista explicativa del origen del sistema inmunitario. De hecho, en el interrogatorio, el Profesor Behe fue preguntado respecto a su declaración de 1996 de que la ciencia nunca podría hallar una explicación evolutiva para el sistema inmunitario. Le fueron presentados cincuenta y ocho publicaciones evaluadas por especialistas, nueve libros y diversos capítulos de libros de texto de Inmunología sobre la evolución del sistema inmunitario; no obstante, él simplemente insistió en que todavía no existía bastante evidencia sobre la evolución, y que ello “no era suficiente”.

Entendemos que dicha evidencia demuestra que el argumento del diseño inteligente depende de imponer a la teoría de la evolución una carga probatoria científicamente irrazonable. Como ejemplo añadido, la prueba del diseño inteligente propuesta por los profesores Behe y Minnich consiste en cultivar el flagelo bacteriano en el laboratorio; sin embargo, nadie dentro ni fuera del Movimiento para el diseño inteligente, incluyendo a quienes proponen la prueba, la ha experimentado. El Profesor Behe concedió que la prueba propuesta podría no aproximarse a las condiciones del mundo real, e incluso si pudiera hacerlo, el Profesor Minnich admitió que ello meramente constituiría una demostración de la evolución, no del diseño.

Por tanto, fallamos que la tesis del profesor Behe sobre la complejidad irreducible ha sido refutada por publicaciones de investigación contrastada por expertos, y que ha sido rechazada por la comunidad científica en general. Además, incluso aunque la complejidad irreducible no hubiera sido refutada, sigue sin fundamentar el diseño inteligente, pues simplemente constituye un método probatorio de la evolución, no del diseño.

Consideraremos ahora el presuntamente “**argumento positivo**” del diseño, en el contexto de la frase empleada en numerosas ocasiones por los Profesores Behe y Minnich a lo largo de su declaración pericial, cual es el “ensamblaje intencional de partes.” El Profesor Behe sintetizó el argumento como sigue: «Inferimos el diseño cuando observamos las partes que parecen estar ensambladas con una intención. La consistencia de esta inferencia es cuantitativa; cuantas más partes están ensambladas, cuanto más intrinsecamente interactúan, más fuerte es nuestra confianza en el diseño. La apariencia de diseño en las cuestiones de Biología es aplastante. Mientras no sea demostrado que ninguna otra causa, excepto el diseño inteligente, es capaz de producir tan fuerte apariencia de diseño, no obstante la tesis darwiniana, la conclusión de que el diseño observado en la vida es un diseño real está racionalmente justificada». Como se indicó previamente, este argumento es meramente una reformulación del argumento del reverendo William Paley aplicado a nivel celular. Minnich, Behe y Paley alcanzan la misma conclusión, que los organismos complejos deben haber sido diseñados empleando la misma racionalidad, excepto en que los Profesores Behe y Minnich eluden identificar al diseñador, en tanto que Paley infirió, a partir de la constancia del diseño, que éste era Dios. El testimonio pericial reveló que este argumento inductivo no es científico y que, como admitió el Profesor Behe, nunca puede ser refutado.

Efectivamente, la afirmación de que el diseño de los sistemas biológicos puede ser inferido a partir del “ensamblaje intencional de partes”, está basada en una analogía con el diseño humano. Puesto que somos capaces de reconocer el diseño de artefactos y objetos, el mismo razonamiento puede emplearse para determinar el diseño biológico. El Profesor Behe declaró que la consistencia de la analogía depende del grado de similitud supuesto en las dos proposiciones: no obstante, si esta es la prueba, el diseño inteligente fracasa completamente.

A diferencia de los sistemas biológicos, los artefactos humanos no viven ni se reproducen en el tiempo. No son replicables, no experimentan recombinación genética y no están dirigidos por la selección natural. Respecto a los artefactos humanos, conocemos la identidad del diseñador, el hombre; y el mecanismo de diseño, pues

tenemos la experiencia, basada en evidencia empírica, de que los humanos pueden hacer tales cosas; así como algunos otros atributos, incluyendo las habilidades, necesidades y deseos del diseñador. Con el diseño inteligente, sus partidarios afirman que ellos renuncian a proponer hipótesis sobre la identidad del diseñador, que no proponen ningún mecanismo, y que el diseñador, sea él, ella, ello o ellos, nunca ha sido visto. En esta línea el Profesor Minnich, perito de la defensa, admitió que en el caso de los artefactos y objetos humanos, conocemos la identidad y capacidades del diseñador humano, pero ni mucho menos conocemos cualquiera de estos atributos respecto del diseñador de la vida biológica. Además, el Profesor Behe admitió que, respecto al diseño de artefactos humanos, conocemos al diseñador y sus atributos, y disponemos de un punto de partida para el diseño humano que no existe para el de los sistemas biológicos. La única respuesta del Profesor Behe ante estos puntos de desencuentro, visiblemente insuperables, consistió en que la inferencia todavía actúa en las películas de ciencia ficción.

Resulta simplemente evidente para el Tribunal, que el único atributo de diseño que los sistemas biológicos parecen compartir con los artefactos humanos es su apariencia compleja; i.e., si parece complejo o diseñado, debe haber sido diseñado. Esta inferencia de diseño basada en la apariencia de un “intencional ensamblaje de partes” es una proposición completamente subjetiva, determinada en el ojo de cada espectador y en su perspectiva respecto de la complejidad de un sistema. Aunque los Profesores Behe y Minnich afirmen que existe un aspecto cuantitativo para la inferencia, en el interrogatorio admitieron que no hay criterios cuantitativos para determinar el grado de complejidad ni el número de partes que indica el diseño, excepto los procesos naturales. Tal y como los demandantes alegaron pertinentemente ante el Tribunal durante todo el juicio, sólo uno de los elementos probatorios aportados por los demandados apoya la consistencia de la inferencia del diseño inteligente: que el argumento es menos plausible para quienes cuestionan la existencia de Dios y mucho menos plausible para quienes la niegan.

Consiguientemente, el presunto argumento positivo del diseño inteligente no satisface los principios fundamentales de la ciencia, los cuales requieren hipótesis contrastables basadas en explicaciones naturales. El diseño inteligente depende de fuerzas que actúan fuera del mundo natural, fuerzas tales que, si bien no las podemos observar, replicar, controlar ni comprobar, no obstante han transformado el mundo. Aunque este tribunal no tome partido alguno sobre si existen tales fuerzas, sencillamente no son verificables por procedimientos científicos, y en consecuencia no pueden ser calificadas como

elementos de una teoría científica ni del método científico.

Resulta oportuno referirse en este momento al reproche del diseño inteligente contra la evolución. Los partidarios del diseño inteligente apoyan su afirmación de que la teoría evolutiva no puede dar cuenta de la complejidad de la vida, señalando las insuficiencias reales en el conocimiento científico, las cuales indiscutiblemente existen en toda teoría científica, pero desacreditando también enunciados científicos asentados sólidamente.

Antes de discutir las críticas de los demandados a la evolución, apuntamos inicialmente que un abrumador número de científicos, así lo reflejó cada asociación científica que se ha pronunciado sobre el tema, ha rechazado el desafío de los partidarios del diseño inteligente a la evolución. Además, el perito en Biología de los demandantes, el Dr. Miller, profesor de Biología en la Universidad de Brown ampliamente reconocido, quien ha escrito manuales de Biología para niveles de escuela superior y universitario de afamado uso en toda la nación, proporcionó un testimonio irrefutable acerca de que la evolución, incluyendo la descendencia común y la selección natural, es “aceptada mayoritariamente” por la comunidad científica, y de que toda asociación científica sería la acepta. Como explicó el Tribunal en el caso *Selman*, «la evolución es más que una *teoría* sobre el origen en el ámbito de la ciencia. Antes bien, la evolución es la teoría *científica* dominante sobre el origen aceptada por la mayoría de científicos». A pesar del abrumador respaldo de la comunidad científica a la evolución, los demandados y los partidarios del diseño inteligente insisten en que la evolución no está apoyada por la evidencia empírica. Los peritos científicos de los demandantes, los Doctores Miller y Padian, explicaron con claridad cómo los partidarios del diseño inteligente en general, y de *Pandas* en particular, distorsionan y falsean el conocimiento científico al plantear su argumento anti-evolución.

Para analizar tal distorsión, volvamos a *Pandas*, el libro al cual los estudiantes son expresamente remitidos por la declaración. Los Demandados señalan a *Pandas* como representativo del diseño inteligente, y los peritos de los Demandantes coinciden al respecto. Ciertos argumentos contra la teoría evolutiva incluidos en *Pandas* competen a la Paleontología, la cual estudia la vida en el pasado y el registro fósil. El Profesor Padian, perito de los demandantes, fue el único testigo experto en declarar con cierta pericia en Paleontología. [B] Por tanto, su testimonio permanece irrefutado. Las ilustrativas filminas del Profesor Padian, preparadas a partir de la literatura científica revisada por expertos, demuestran cómo *Pandas* distorsiona y falsea sistemáticamente principios evolucionistas básicos y aceptados.

Ofreceremos algunos ejemplos representativos de esta distorsión. Primero, *Pandas* falsea “el procedimiento dominante para organizar las relaciones” entre organismos, es decir, el árbol de la vida, representado mediante la clasificación determinada por vía del método cladístico. Segundo, *Pandas* tergiversa la “homología”, el “concepto central de la Biología comparada”, que durante cientos de años permitió a los científicos valorar las partes comparables entre organismos con mira clasificatoria. Tercero, *Pandas* fracasa al abordar el arraigado concepto biológico de exaptación, el cual implica una estructura funcional cambiante, como en el caso de las aletas de los peces evolucionando como dedos y en el de los huesos hasta llegar a constituir las extremidades en los animales terrestres pesados. El Dr. Padian testificó que los partidarios del diseño inteligente rechazan admitir la exaptación porque niegan que los organismos tengan cambios funcionales, lo cual constituye el hito imprescindible para sostener una génesis irruptora. Finalmente, la incontrovertida declaración del Dr. Padian demuestra que *Pandas* distorsiona y falsea la evidencia del registro fósil sobre los fósiles del período Precámbrico, la evolución de los anfibios y peces, la evolución de pequeños dinosaurios carnívoros en los pájaros, la evolución del oído medio de los mamíferos, y la evolución de las ballenas a partir de animales terrestres.

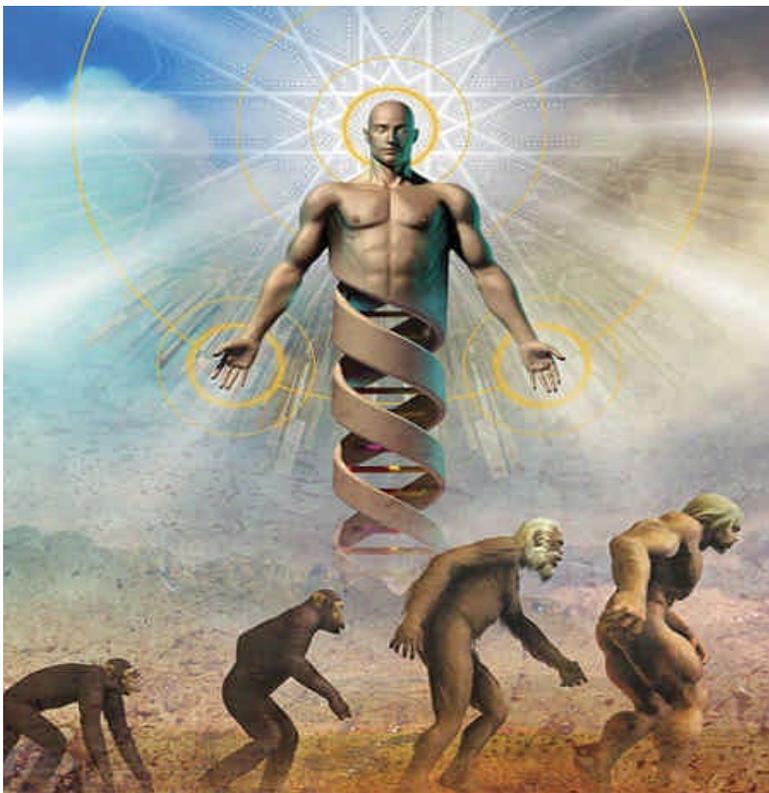
Además del Dr. Padian, el Dr. Miller también testificó que *Pandas* presenta una ciencia desacreditada. El Dr. Miller declaró que el

descaradamente falsa”, y expuso, con una serie de ilustradoras diapositivas, cómo *Pandas* tergiversa conceptos básicos de Biología Molecular para defender la teoría del diseño. Considérese, por ejemplo, que él testificó sobre cómo *Pandas* embrolla a los lectores sobre las relaciones evolutivas estándar entre los diferentes tipos de animales, una distorsión que el Profesor Behe, “revisor crítico” de *Pandas* que redactó una de sus secciones, admitió. [C] Además, el Dr. Miller refutó la tesis de *Pandas* de que la evolución no puede acontecer a partir de información genética nueva, y apuntó más de tres docenas de publicaciones científicas contrastadas por expertos que muestran el surgimiento de información genética nueva mediante procesos evolutivos. En resumen, el Dr. Miller declaró que *Pandas* tergiversa principios de Biología Molecular y Genética Molecular, así como el estado actual del conocimiento científico en estas áreas, con el objeto de adoctrinar a los lectores respecto a que la descendencia común y la selección natural no son científicamente solventes.

Consiguientemente, el único libro de texto hacia el cual dirige a los estudiantes el Programa de Diseño Inteligente de Dover, contiene conceptos obsoletos y ciencia gravemente defectuosa, como fue reconocido en este juicio incluso por los peritos de la defensa.

Un último indicador sobre cómo el diseño inteligente fracasa en satisfacer garantías científicas, estriba en la total ausencia de publicaciones contrastadas por expertos en defensa de la teoría. El testimonio pericial reveló que el mecanismo de contraste por expertos es “extraordinariamente importante” en el proceso científico. Es el método que permite a los científicos actualizar su investigación empírica e intercambiar su obra con colegas expertos en la materia, brindando las hipótesis al estudio, el examen y la crítica. De hecho, el perito de la defensa Profesor Behe reconoció la importancia de los procesos de estudio contrastado por expertos, y ha escrito que la ciencia debe “publicar o morir”. El estudio contrastado contribuye a garantizar que los textos de investigación son científicamente rigurosos, cumplen los estándares del método científico y son relevantes para otros científicos en la materia. Además, el estudio contrastado implica que los científicos remitan un manuscrito a una revista científica especializada, que los editores de la revista soliciten revisiones críticas de otros especialistas en la materia y se pronuncien sobre si el autor ha observado de cerca los protocolos de investigación, empleado métodos actualizados, valorado y citado la literatura científica y, en general, si el investigador ha practicado ciencia rigurosa.

La evidencia presentada en este juicio demuestra que el diseño inteligente no está respaldado por ninguna investigación, publicación o información contrastada por expertos. Los



¿Creación divina o evolución biológica? He ahí la cuestión clave del longevo debate entre creacionismo y evolucionismo, que el Fundamentalismo Cristiano procedente de Estados Unidos pretende reavivar a través de la teoría del diseño inteligente.

Doctores Padian y Forrest declararon que la reciente literatura contrastada sobre bases de datos informáticas de tipo científico y médico, reveló que ningún estudio defiende el concepto biológico de diseño inteligente. En el interrogatorio, el Profesor Behe admitió que: «No existen artículos contrastados, basados en los experimentos o cálculos pertinentes, de ningún autor que defienda el diseño inteligente, y que proporcionen informes detallados y rigurosos sobre cómo acontece el diseño inteligente de un sistema biológico». Adicionalmente, el Profesor Behe admitió que no existen publicaciones contrastadas defendiendo su tesis de que sistemas moleculares complejos como el flagelo bacteriano, la cascada de coágulo sanguíneo y el sistema inmunitario, fueran inteligentemente diseñados. En este respecto, no existen artículos contrastados apoyando el argumento del Profesor Behe de que ciertas estructuras moleculares complejas constituyen “complejidad irreducible”. [D] Además de no generar artículos contrastados en revistas científicas especializadas, el diseño inteligente tampoco ofrece ningún estudio o prueba científica.

Tras esta exhaustiva y cuidadosa revisión del diseño inteligente según fue expuesto por sus partidarios, elaborado a partir de las alegaciones ante el Tribunal, y escudriñado durante un juicio de seis semanas, **dictaminamos** que el diseño inteligente no es ciencia y que no puede ser considerada una teoría científica válida y aceptable, pues ha fracasado en ser difundida en publicaciones contrastadas, en ajustarse a la investigación y la verificación, y en ganar la aceptación de la comunidad científica. Aún aceptando, por así decirlo, el argumento de sus partidarios e igualmente de los demandados, que introducir el diseño inteligente entre los estudiantes fortalecerá su pensamiento crítico, carece completamente de lugar en un plan de estudios de ciencias naturales. Es más, los seguidores del diseño inteligente se han esforzado por eludir el escrutinio científico, que ahora hemos determinado, y al cual no pueden resistirse sosteniendo que la *controversia*, y no el diseño inteligente en sí mismo, debería ser enseñada en al asignatura de ciencias naturales. Esta táctica es a lo sumo deshonesto, y en el peor caso una patraña. El objetivo del Movimiento para el diseño inteligente no es fomentar el pensamiento crítico, sino propiciar una revolución tendente a suplantarlo la teoría evolucionista con el diseño inteligente.

Por concluir y reiterar, ninguna opinión expresamos sobre la veracidad última del diseño inteligente como explicación sobrenatural. No obstante, encomendamos el siguiente análisis detallado a la atención de quienes están predisuestos a considerar superficialmente que el diseño inteligente sea una verdadera alternativa “científica” a la evolución, sin tener una verdadera comprensión del concepto. Nuestra posición

es que, tras repasar el voluminoso expediente de este juicio y nuestro relato, un espectador imparcial y razonable alcanzaría la ineludible conclusión de que el diseño inteligente es un argumento teológico interesante, pero no ciencia.»



John E. Jones III, Juez de Distrito de los Estados Unidos para el Estado de Pensilvania, quien conoció del juicio *Tammy Kitzmiller et al vs. Dover Area School District* y dictó la sentencia cuyo fragmento traducido se contiene más arriba en el presente artículo.

**Toda la documentación original del juicio, incluidos todas las declaraciones, pueden encontrarse on-line en:**

[http://en.wikipedia.org/wiki/Kitzmiller\\_v.\\_Dover\\_Area\\_School\\_District\\_trial\\_documents](http://en.wikipedia.org/wiki/Kitzmiller_v._Dover_Area_School_District_trial_documents)

#### NOTAS ACLARATORIAS.

[1] En el original “*peer-review publications*”, literalmente, “publicaciones revisadas por pares”, si bien la locución “*peer review*” también suele traducirse como “sistema de revisión por expertos”. Aunque el término “*peer review*” sea relativamente reciente, este sistema de revisión por especialistas se remonta casi a doscientos cincuenta años. Se considera que la primera revista que lo aplicó fue *Philosophical Transactions of the Royal Society*, la publicación oficial de la Royal Society de Londres. En 1752, dicha entidad estableció un comité de revisores para precisar si los artículos recibidos merecían o no ser publicados, pues el prestigio de la revista en la época anterior había decaído enormemente: en caso necesario, el comité podía solicitar la opinión de otros miembros de aquella institución expertos en las diferentes ramas de

la ciencia. Posteriormente, dicho protocolo metodológico se convirtió en una práctica habitual de las revistas científicas especializadas hasta la segunda mitad del siglo XX. (N. del A.)

[A] «Apoyo adicional para esta tesis se halla en la estrategia Wedge, la cual se compone de tres fases: la Fase I consiste en investigación científica, redacción y divulgación; la Fase II consiste en publicidad y moldeado de opinión; y la Fase III consiste en renovación y confrontación cultural. En el sumario del “Plan Estratégico Quinquenal”, el Documento Wedge expone que las consecuencias sociales del materialismo han sido “devastadoras”, y que resulta imprescindible aumentar la presión con una alternativa científica positiva a las teorías científicas materialistas, la cual ha terminado siendo denominada teoría del diseño inteligente. “La teoría del diseño crea la expectativa de revertir el sofocante dominio de la cosmovisión materialista, y reemplazarla por una ciencia afin con las creencias cristianas y teístas.” La Fase I del Documento Wedge constituye un componente esencial, y alude directamente a “revoluciones científicas”. La Fase II expone que, junto a un cúmulo de proselitistas influyentes, [\*] “nosotros también pretendemos erigir un sustrato popular de apoyo entre nuestra circunscripción natural, a saber, entre los cristianos. Lo lograremos principalmente mediante seminarios apologeticos. En ellos, intentemos animar al creyente y proporcionarle una nueva evidencia científica que apunte la fe, y también “divulgar” nuestras ideas en la cultura general.” Finalmente, la Fase III incluye recurrir a posible asistencia jurídica, “en respuesta a la resistencia contra la integración de la teoría del diseño en el plan de estudios de ciencias naturales de la escuela pública”.» (Nota del Juez)

[\*] En el original “*opinion makers*”, literalmente “fabricantes de opinión”. Se trata de propagandistas, un fenómeno típico en los medios estadounidenses de comunicación de masas, aunque no suelen prodigarse tanto en materia política como religiosa. Estos propagandistas pretenden influir en la opinión pública o contribuir a crearla, más que la mera transmisión de propaganda y publicidad favorable a una asociación, movimiento o sistema de creencias políticas o religiosas. Dentro y fuera de los Estados Unidos, cada vez resulta más frecuente que estos “*opinion makers*” estén presentes en internet y en los medios de comunicación, como profesionales de la prensa, la radio y la televisión, o bien como columnistas, comentaristas o participantes en tertulias. (N. del A.)

[2] Existe versión en castellano de este libro: Behe, M. J. (2000), *La caja negra de Darwin: el reto de la bioquímica a la evolución*, traducción del inglés de Gardini, C.; Ed. Andrés Bello; Barcelona. (N. del A.)

[3] En el original “*by definitional fiat*”, literalmente “por autoridad definicional”. Es decir, el Profesor Behe pretende excluir el fenómeno de la exaptación, hartamente corroborado mediante evidencia empírica incontestable, “por la mera fuerza de la definición”, esto es, en línea con la metafísica prekantiana, por la sola fuerza del concepto, o “por vía definitoria”,

proponiéndose también la locución latina “*more definitio*”. (N. del A.)

[B] «Es más, al Tribunal no le ha sido presentada ninguna prueba de que, ni los peritos de los demandados que testificaron ni ningún otro partidario del diseño inteligente, incluidos los autores de *Pandas*, disponen de tal pericia paleontológica, ni tampoco se nos ha presentado prueba alguna de que hayan publicado literatura contrastada por expertos o expuesto dicha información en conferencias sobre Paleontología o sobre el registro fósil.» (Nota del juez)

[C] «Además, el testimonio prestado por el Profesor Behe reveló una cesura creciente entre su versión de la teoría del diseño inteligente y cómo se presenta la misma en *Pandas*. Aunque él sea un “revisor crítico” de la obra, discrepa con el lenguaje propuesto en el texto, incluyendo la propia definición textual de diseño inteligente, aunque sin limitarse ella.» (Nota del juez).

[D] «El único artículo citado por los Profesores Behe y Minnich en defensa del diseño inteligente, es un artículo redactado por Behe y Snoke titulado “La evolución simulada mediante duplicación genética de proteínas revela que requiere residuos aminoácidos múltiples”. Un análisis del artículo indica que en absoluto menciona la complejidad irreducible ni el diseño inteligente. De hecho, el Profesor Behe admitió que el estudio que conforma las bases del artículo no descarta algún tipo de conocidos mecanismos evolucionistas, y que, en realidad, la investigación apoyaría las rutas evolutivas si hubiera sido empleada una muestra de población biológicamente realista.» (Nota del juez).

## Información del Autor

Vicente Manuel Claramonte Sanz es licenciado en Derecho y Filosofía por la Universidad de Valencia; además, cursa estudios de tercer ciclo en ambas licenciaturas, habiendo obtenido el Diploma de Estudios Avanzados del doctorado en Derecho y completado los créditos de investigación del doctorado en Filosofía; también es becario FPU por el Ministerio de Educación y Ciencia desde abril de 2005, adscrito al Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Valencia. Actualmente, desarrolla su trabajo de investigación sobre el debate entre evolucionismo y diseño inteligente, en el marco de una tesis doctoral elaborada en el contexto más amplio de la Filosofía de la Ciencia.

## Cerebros religiosos y cerebros ateos

Adolf Tobeña

Depto. de Psiquiatría y Medicina Legal. Instituto de Neurociencias. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona. Campus de Bellaterra. Barcelona.  
 E-mail: adolf.tobena@uab.es

### RESUMEN

Las hostilidades y escaramuzas que se han prodigado, últimamente, entre la biología evolutiva y diversos frentes religiosos se toman como excusa para efectuar una incursión tentativa a la neurología de la religiosidad. Se discuten algunas sendas fructíferas en el aporte de datos firmes para distinguir entre las proclividades religiosas y las ateas. Se concluye que esa es, probablemente, una empresa de mucho mayor calado que la reiteración interminable de debates doctrinales en el hiato insalvable (aunque perfectamente compatible en un mismo cerebro), entre ciencia y fe. *eVOLUCIÓN* 2(1): 43-49 (2007).

**Palabras Clave:** Psicología, Religión, Neurofisiología, Memes.

### Dad a la biología lo que le incumbe y reservad a Dios lo que es de Dios.

En 1995, cuando el siglo anterior declinaba y los biólogos moleculares se afanaban a descifrar secuencias génicas completas (con el genoma humano como meta ya avistable), Daniel Dennet (1995) publicó un ensayo que tituló *“La Peligrosa Idea de Darwin”*. Cerca de un siglo y medio después de la formulación de los procesos que modelaron el surgimiento, la transformación y la diversificación de los seres vivos a lo largo del devenir geológico, uno de los filósofos más aclamados de nuestro tiempo proclamaba que la conjetura de Darwin seguía siendo muy peligrosa. Lo fue desde el principio, como es sobradamente conocido, porque adquirió la condición de teoría alternativa a la vigente en la época (por convicción o por defecto). Es decir, el recurso a la intervención divina para explicar la diversidad y el altísimo grado de complejidad que toman las formas de vida en la naturaleza. Aquellas resistencias primerizas no han cedido, ni muchísimo menos, con el paso del tiempo y el grueso de datos sustentadores del edificio darwiniano, aunque hay que reconocer que algunos enfoques religiosos han buscado resquicios para acomodar los algoritmos evolutivos a un impulso iniciático que preserve el marchamo sobrenatural.

La amenaza de fondo de la idea darwiniana, su cariz más inquietante según Dennet, reside en que no respeta nada. Que no conoce límites. Que alcanza absolutamente todos los ámbitos y atributos de los seres vivos. Y sobretodo aquello que los humanos consideramos más preciado e inasible: la condición de entes pensantes y autónomos. Dicho en otras palabras, que una vez amortiguada la enorme sacudida de tener que aceptar la continuidad molecular y morfológica entre todos los organismos, nos vemos obligados a procesar y digerir, a marchas forzadas, la

sospecha cada vez más acuciante de que también existan continuidades ineludibles respecto de los caracteres más sutiles del ingenio y el temple de los humanos (ver Tobeña 2005).

La corrosión darwiniana no se detiene ante el libre albedrío, la moralidad, la espiritualidad, el autoescrutinio consciente, la creatividad, la originalidad, la simpatía o el entusiasmo perseverante. Atributos, esos y muchos otros, plenamente característicos del comportamiento de muchísimos (la mayoría, en realidad) de individuos de nuestra estirpe. Hay que dejar constancia, en ese sentido, que están en marcha fructíferos programas de investigación para desentrañar los mecanismos evolutivos que explican esos rasgos tan singulares. Y es ahí, en ese intrincado terreno, donde ahora crepitan las aprensiones más aceradas ante la biología evolutiva. Donde se encienden todas las alarmas y se concitan las resistencias más feroces. La consigna para aglutinar efectivos y abrir hostilidades es sencilla: *“dad a la biología lo que le incumbe y reservad a Dios lo que es de Dios”*. O, por ponerlo de otro modo, *“no dejéis que la biología penetre en los repliegues del alma”*. Ese es, formulado de manera algo expeditiva, el meollo de las disputas doctrinales prototípicas de nuestra época.

Debe aceptarse, por consiguiente, que sigue muy activo el frente religioso. Y con ello no me refiero a las andanadas “creacionistas” tan ampliamente publicitadas. Esas cuitas son rebrotes arcaicos. Meros berrinches prehistóricos que chirrían tan ostentosamente que apenas si requieren atención. Al fin y al cabo, son los jueces quienes lidian con esos paroxismos ultramontanos en las sociedades abiertas y hay que decir que están cumpliendo estupendamente con su labor. Cuando afirmo que el frente religioso sigue plenamente activo me refiero, sin embargo, a otro tipo de trincheras mucho más insidiosas: las de la aprensión ilustrada.

## El primer sociobiólogo y psicólogo evolutivo

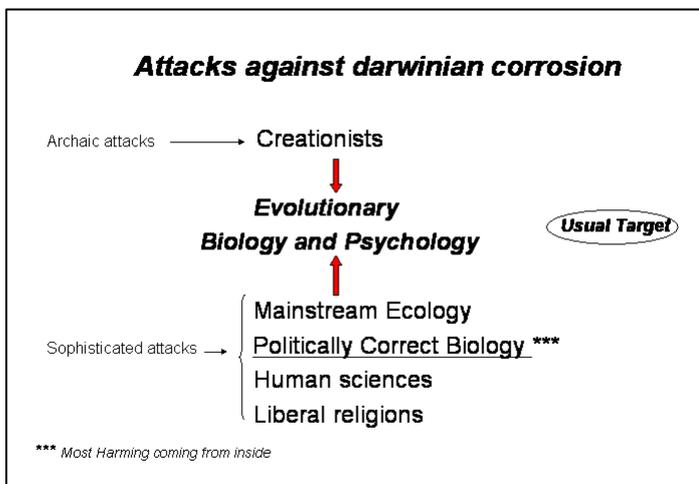
Esas animosidades “sofisticadas” contra la aplicación de los estiletos darwinianos a la singularidad humana provienen, hoy en día, no sólo de múltiples frentes de las ciencias sociales y las humanidades, sino de las propias filas de la biología. Del pensamiento biológico obediente a los dictados de la corrección política (véase Tabla I). Aunque de natural prudente y muy precavido, jamás fue esa la posición de Darwin al enfocar los límites de su empresa investigadora. Dedicó, en realidad, sus cavilaciones postreras a la psicología. “*The Descent of Man*” (Darwin 1871) constituye un prelude al estudio sistemático del temperamento y el ingenio de los humanos; “*The Expression of the Emotions in Man and Animals*” (Darwin 1872) es, por otro lado, un meticoloso tratado sobre la continuidad de los perfiles de las reacciones emotivas en mamíferos y en humanos.

biología es ahora un hecho incontrovertible. Un vasto programa de trabajo cuyos frutos dependen en mayor medida (así me lo parece) de las pesquisas neurocientíficas que de los posicionamientos doctrinales. Un programa de trabajo que puede aplicarse, por ejemplo, al estudio de los vectores de la religiosidad que suelen alimentar esas cuitas disciplinares. Así concluía mi ponencia en el Congreso Fundacional de la SESBE (Tobeña 2005), indicando que la Psicología y la Psiquiatría españolas ni siquiera habían entrado en esas disputas doctrinales más por razones de despiste que por improbable liberalidad.

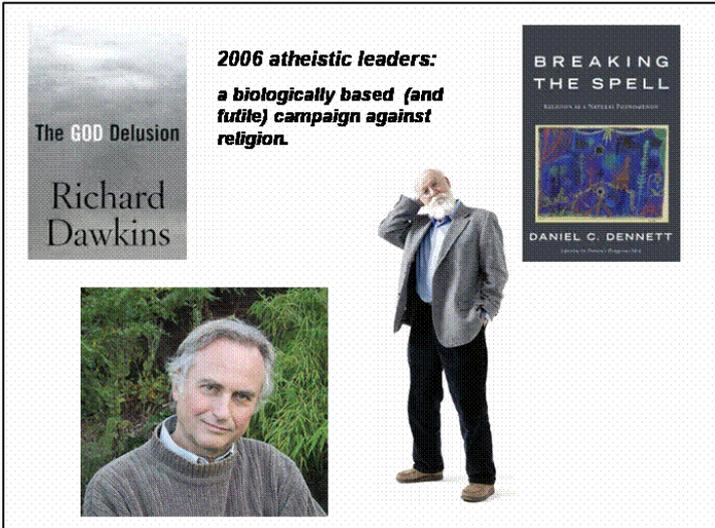
## ¿Memes religiosos?

No parten de ahí, curiosamente, Richard Dawkins (2006) y Daniel Dennet (1995, 2006) en la campaña antireligiosa que han lanzado al unísono, en el 2006, desde las filas de la biología descreída. Con una actitud mucho más combativa por parte de Dawkins y más concienzuda por parte de Dennet, los dos se han propuesto contrarrestar la tendencia al resurgir religioso en el panorama cultural de nuestros días. No debe extrañar esa sintonía porque Dennet (1997) ya había avanzado hace unos años una tesis sobre la naturaleza de la religión que gravitaba sobre la noción de transmisión memética de Dawkins (1976). A pesar de su radicalismo neodarwiniano sin fisuras, Dawkins siempre ha defendido que para desentrañar los orígenes de la religiosidad, los flexibles procesos de la transmisión cultural (imitación, instrucción precoz, entrenamiento de hábitos, persuasión, seducción) deben pesar mucho más que los filtros cromosómicos que constriñen la operatividad de la selección natural. De ahí la propuesta del “meme” infectivo o replicador: *unidades funcionales de la replicación cultural*. Dios, los Dioses o cualquier noción relacionada con lo sagrado constituyen, según eso, artefactos ideatorios de una gran invasividad y con una función muy específica: promover orden y estabilidad en los complejíssimos escenarios, naturales y sociales, donde deben medrar los humanos.

Los guiones esenciales de toda religión (los “memes nucleares”, según la hipótesis), contienen una descripción simplificada pero coherente del mundo que facilita su comprensión y aceptación. Sirven, en definitiva, para edificar *bastiones de confianza* que reciben la garantía de la autoridad suprema. Las creencias religiosas serían, por consiguiente, sortilegios cognitivos al servicio de la esperanza en una regularidad explicable y confortadora. De ahí derivaría su contribución a la sintonía y la fraternidad entre la comunidad de creyentes. Esa *palanca de seguridad* es el atributo esencial que comparten todas las narrativas sagradas tanto si provienen de las tradiciones religiosas monoteístas y politeístas



Darwin concluyó, por tanto, su andadura intelectual como un neurofilósofo *avant la lettre* y sus obras constituyen uno de los hitos inaugurales de la síntesis entre biología y funciones mentales que han emprendido las neurociencias contemporáneas. La incipiente psicología de su tiempo, sin embargo, no recogió su legado: la biología fue proscrita de los análisis psicológicos por inservible (Freud y epígonos), por insuficiente (“Gestalt” y epígonos) o por innecesaria (Watson y epígonos). Tuvieron que pasar muchas décadas para que las confrontaciones nada benignas entre los sociobiólogos primerizos y los inquisidores de las “ciencias humanas” dieran lugar a nexos sólidos entre la psicología y la biología. Una de los refugios más socorridos, la “psicología evolucionista”, no sólo ha promovido soldaduras entre algunos ámbitos de la investigación psicológica y biológica, sino que ha funcionado como hospicio para sociobiólogos escarmentados. Estoy convencido que el propio Darwin hubiera aceptado, complacido, ese paraguas. Al margen, sin embargo, de las hostilidades siempre esperables entre los gremios humanos la buena noticia es que la fusión entre psicología y



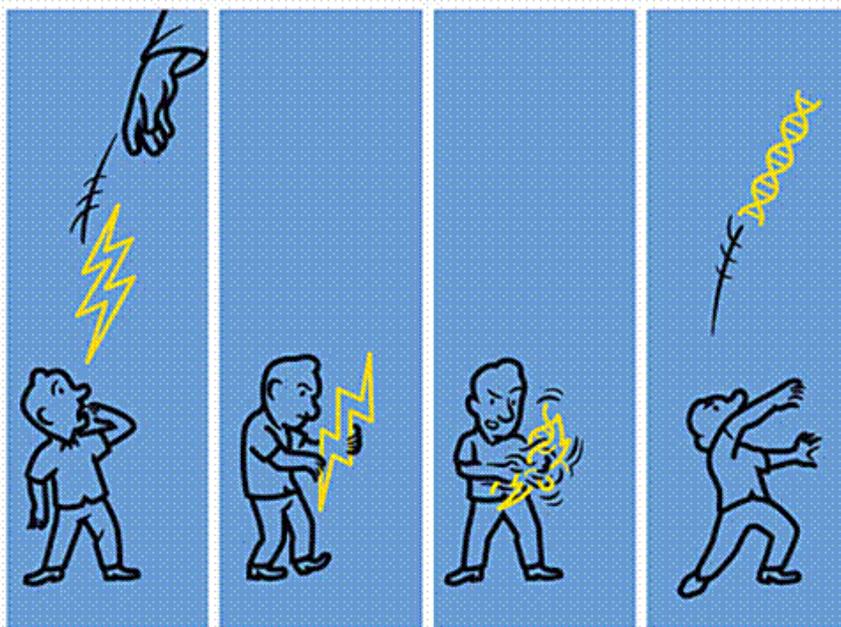
o han sido derivadas a partir de asunciones “laicas” (filosóficas o científicas) sobre la esencia ordenada, aunque inalcanzable, de los fenómenos naturales (Dennett 1995).

Para apuntalar la conjetura memética de la génesis de las religiones, Dennett se apoya en las aproximaciones a los prerequisites biológicos de esas tipologías ideatorias (Burkert 1996; Atran 2002; Boyer 2002; Wilson 2002), aunque su planteamiento de base es estrictamente ortodoxo: según él, las religiones son “*sistemas sociales cuyos integrantes profesan creencias en uno o varios agentes sobrenaturales a quienes deben obediencia y respeto*”. El meollo de la definición reside, por tanto, en la creencia, en la convicción de que existe una instancia superior que regula, activamente, el devenir de la existencia. La religión se resume en el credo, en la fe en unos

agentes omniscientes y todopoderosos. A su vez, la suma de individuos con un credo compartido conforma el sistema social. Mediante esa disección, Dennett elude toda necesidad de lidiar, a fondo, con los elementos vivenciales (James 1902) y temperamentales de la religiosidad (la trascendencia, la espiritualidad, la armonía, la serenidad, la compasión, la mansedumbre, la sumisión, la credulidad, la comunión empática), para concentrarse en el núcleo cognitivo del asunto. Necesita hacerlo así para engarzar, sin dificultades, la conjetura memética: la noción del artilugio cognitivo diseminativo y perdurable. Pero con ello descarta (o trata de refileón), las incursiones neurobiológicas o genéticas que ya se han efectuado a aspectos afectivo/emotivos de la religiosidad o su variabilidad en función de tipologías temperamentales (Ramachandran *et al.* 1998; Borg *et al.* 2003; Wuerfel *et al.* 2004).

El resultado de ese descarte, que Dennett comparte plenamente con Dawkins, es a mi modo de ver decepcionante. Siguen manejando unas conjeturas meméticas para la replicación cultural que se mueven en un ámbito meramente especulativo y que además de las insuficiencias para dar con la génesis de la religiosidad tampoco alcanzan a explicar el origen del “meme ateo”, el agnóstico o el irreverente. Variedades fenotípicas que también abundan, por cierto, en el mundo (aunque mucho menos, la verdad sea dicha). Por otra parte, cuando aterrizan en la esfera de la creencia compartida (el abrigo de la convención social y del ideario cohesionador), liquidan el asunto con prontitud para adentrarse en los entresijos del estadio representacional (la

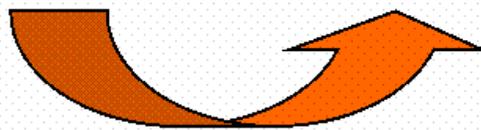
## BATTLES BETWEEN GOD, GENOMES... AND MEMES



By Christof Nierman, *The New York Times*, 2006.

### **Religion's functions:**

- Delusions/illusions of cosmic order.
- Gives purpose/meaning to life.
- Dampens fear of death and attenuates sufferings (Placebo effect).
- Enhances community cohesiveness.
- Promotes obedience and submission to authority.
- Potentiates "prosocial virtues": altruistic sacrifices towards fellows
- Gives feeling of internal pleasure, harmony and even ecstasy.



???

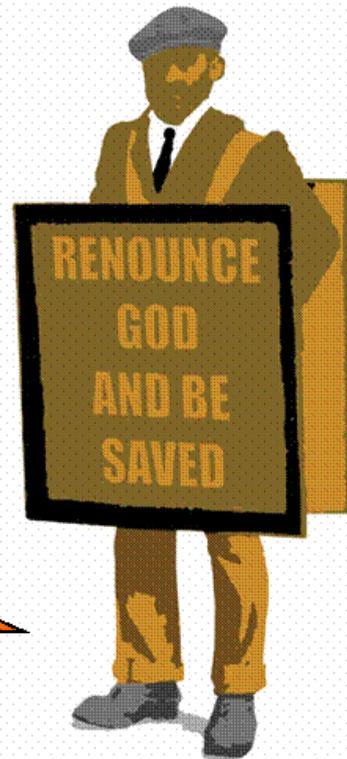


Image from *Nature*, 2006

creencia en la creencia en Dios), como resorte de enganche para explicar la potencia del meme religioso (Dennet 1997). El problema es que esas vistosas piruetas continúan siendo baldías como herramientas explicativas.

### **Carmelitas canadienses y monjes tibetanos**

En cambio, las incursiones neurofisiológicas al cerebro religioso están generando hallazgos cada vez más fructíferos. La más reciente es la efectuada en 15 monjas carmelitas pertenecientes a una comunidad canadiense (Beauregard y Paquette 2006) a las que se pidió que intentaran reproducir la vivencia de un episodio personal de "unión con Dios", mientras su cerebro era escaneado en un equipo de Resonancia Magnética Funcional. Todas ellas habían experimentado momentos místicos de ese tipo que describían como la vivencia más intensa y profunda de su existencia. Formaban un grupo de edad variable (entre los 23 y los 64 años), con una dedicación a la vocación carmelitana que oscilaba entre los 2-37 años. La sesión de rememoración mística contó con los indispensables controles: las monjas pasaban por diferentes fases en el escáner incluyendo momentos de reposo-habitación con los ojos cerrados, recuerdo de etapas de penetración con una persona muy querida y la rememoración de la vivencia de fusión con Dios. Hay que constatar que consiguieron una buena recuperación de esas experiencias místicas hasta el punto de revivir sensaciones de atemporalidad y descontextualización espacial junto a una plenitud y gozo incomparables que en dos casos culminó con la "presencia" de Dios durante el escaneo. Los resultados procedentes de comparar

las activaciones y desactivaciones cerebrales respecto de las condiciones de control (reposo y compenetración amical), denotaron un patrón "místico" que afectaba a diferentes sistemas cerebrales. Se activaron, de manera preferente, regiones de la corteza orbitofrontal, cíngulo anterior, caudados anteriores y áreas parietales superiores e inferiores en ambos hemisferios. Todo ello concuerda con vivencias complejas donde se combinan unas percepciones corpóreas y espaciales muy peculiares con un gozo y un bienestar sereno e intenso, en circunstancias de desconexión respecto de los estímulos externos y poca elaboración reflexiva. El patrón de activación cerebral recuerda, en definitiva, a los registrados en mujeres enamoradas ante imágenes fotográficas de su amado en el pico de la unión-venación por la persona querida (Tobeña 2006).

No es trivial que hayan aparecido esos resultados hasta cierto punto concordantes entre la vivencia excepcional de la "unión divina" y la mucho más mundana y frecuente, aunque no necesariamente menos poderosa, de la "fusión amorosa". Además de confirmar antiguas sospechas sobre el componente erotógeno de la exaltación mística, esos datos indican que estamos ante fenómenos comparables a otras reacciones vivenciales de los humanos y que pueden ser objeto de una aproximación empírica. Quizás sea pertinente indicar aquí que, usando metodologías de mapeo cerebral mediante el registro de la actividad electroencefalográfica (EEG), se han estudiado los cambios eléctricos que se autoinducen los monjes budistas con una dilatada experiencia en las técnicas de meditación (Lutz *et al.* 2004). En un trabajo efectuado en Nepal por un equipo de neurofisiólogos

norteamericanos, que contaban con el beneplácito y el asesoramiento del mismísimo Dalai Lama, los monjes que entraban en meditación profunda recreando un estado de amor/compasión incondicional por las criaturas del mundo, incrementaban enormemente las frecuencias gamma EEG (entre 25-42Hz) de gran amplitud, durante las sesiones de registro, en comparación con universitarios con un entrenamiento mucho más limitado en esas técnicas meditativas. Ese incremento espectacular de la banda de frecuencias gamma-EEG (que en otro tipo de experimentos se ha relacionado con estados de consciencia altamente focalizada), se daba sobre todo en regiones frontoparietales laterales, en ambos hemisferios, y tendía a perdurar mucho más allá de la sesión meditativa hasta el punto de presentar diferencias en reposo respecto de los controles. Se trata, por consiguiente, de unos datos que indican que algunos procedimientos de modificación de los estados de consciencia asociados a vivencias de profundidad y penetración “religiosa” inducen cambios perdurables en la actividad eléctrica de la corteza cerebral. Ese tipo de trabajos ha tenido continuidad y se ha publicado ya un primer estudio que sugiere que los cambios subsiguientes al entrenamiento prolongado en técnicas meditativas puede dar lugar a modificaciones estructurales en algunas regiones del cerebro (Lazar *et al.* 2005).

Habrà que ver si todos esos datos aguantan firmes pero el camino ya está abierto y en cualquier caso no parece mal comienzo detectar fenómenos relacionados con anomalías o singularidades en los estados de consciencia. Algún

ensayo reciente ha recordado que en las religiones monoteístas dominantes el momento álgido de la revelación se produjo en circunstancias de consciencia peculiares. En concreto, en todas ellas consta el fenómeno de la revelación “montañosa”. Ello concuerda con múltiples de casos de montañeros que han experimentado vivencias singulares en condiciones de hipoxia, gradiente de altitud y exageración de la perspectiva visual, con repercusiones clínicas en no pocas ocasiones (Arzy *et al.* 2005).

### De neuropatología “religiosa” a la genética de la religiosidad

Todo lo cual permite, además, un conexión inmediata con observaciones neurológicas clásicas, aunque basadas en unos pocos casos clínicos bien estudiados, que habían relacionado algunas formas de epilepsia focal del lóbulo temporal con una propensión acentuada a la religiosidad junto a otras peculiaridades temperamentales como la hipergrafía o la preferencia por las modalidades galantes del amor por encima del sexo (Ramachandran *et al.* 1998). Se han publicado estudios recientes de series de casos clínicos que confirman esa relación junto a la proclividad a experimentar vivencias místicas: brotes o crisis de autoconsciencia singularizada cuyos contenidos son, con frecuencia, el amor-compasión universal o las percepciones de fusión con la “esencia última del cosmos” (Borg *et al.* 2003; Wuerfel *et al.* 2004). La paz íntima, la serenidad y la plenitud placentera son tonalidades habituales del estado de ánimo durante esos singulares episodios.

### **Religiosity as a temperamental trait**

1. FAITH
2. HOPE
3. SUBMISSION
4. COMPASSION
5. CONGREGATION
6. DEVOTION
7. PEAK/MYSTICAL EXPERIENCES

↓

**Variability between individuals and lifeperiods!!!**

↓

**Neural mediators: for religious vs. nonreligious people!!**



Esos “viajes” hacia las fronteras de dilución/expansión de la conciencia ordinaria es lo que han buscado los aventureros y los sedientos de esoterismos que, en diferentes épocas, se han atrevido a ensayar con sustancias de gran potencia para alterar el curso y el contenido del pensamiento. Buena parte de esas sustancias tan veneradas por los shamanes arcaicos y por sus emuladores contemporáneos, alteran la funcionalidad serotoninérgica central al tiempo que inducen anomalías múltiples en los sutiles engranajes de la neuroregulación química en el cerebro. En este sentido, no cabe pasar por alto un resultado obtenido por un equipo del Karolinska Institut, en Estocolmo: al estudiar diversas dianas cerebrales mediante marcaje molecular efectuado en un equipo de Tomografía de emisión de positrones, encontraron que el receptor 5-HT<sub>1A</sub> de la serotonina presentaba relaciones consistentes con escalas de religiosidad en varones normativos (Borg *et al.* 2003). Es decir, en jóvenes suecos perfectamente corrientes

Existen, por tanto, datos más que suficientes para engarzar la proclividad religiosa con singularidades del funcionamiento cerebral ordinario y extraordinario. Cabe, por consiguiente, esperar que no se demoren en demasía los hallazgos consistentes en cuanto al marcaje genético de la religiosidad. Los estudios con muestras bien controladas de gemelos han dejado bien sentado que la propensión religiosa, en sus componentes caracteriales tal y como los hemos esbozado aquí, arraiga una modesta – aunque en modo alguno despreciable – carga genética (Kuk *et al.* 1999; Kendler *et al.* 2003). Una influencia que se manifiesta en unas estimaciones de heredabilidad de alrededor del 40%. Los primeros genes que han sido relacionados con esa proclividad temperamental (y por ende, con una organización neural favorecedora de los estados de conciencia y perceptivos ilustrados más arriba) no han ofrecido repeticiones suficientemente firmes (Hamer 2004). Hay que conceder, sin embargo, que el tema es muy complejo y que no apremia en absoluto. Hay muchísimas otras dianas que merecen una prioridad indiscutible en la investigación biomédica. Con lo cual parece sensato adoptar una actitud de espera paciente ante unos resultados confirmatorios que quizás tarden en llegar, aunque no hay que descartar sorpresas que se han dado en otros campos durante incursiones no dirigidas (la genética de las habilidades lingüísticas humanas, por ej.).

### ¿Dios en manos de la biología?: una moda española

Donde no cabe la paciencia, sin embargo, es en la instrucción fiable y pertinente que la academia debe procurar cuando es requerida para hacerlo. Ahora es buena época para cumplir con esa

obligación. Comentábamos al principio que Dawkins y Dennet han emprendido una decidida campaña para atajar el reverdecimiento de los esoterismos teístas en la educación biológica de los norteamericanos y en el mundo cultural anglosajón en general. En España no hay, en apariencia, ninguna prisa para entrar en esas cuitas por cuanto aquí no hay ningún debate sobre la cuestión de la intervención divina en los designios iniciales del devenir del cosmos y del desarrollo de las formas de la naturaleza. Aparentemente, en nuestros lares no hay creacionistas en activo, ni teístas más o menos pasivos, que pretendan socavar las enseñanzas de la biología evolutiva en la educación secundaria o en la Universidad. Según las voces más autorizadas, la España postmoderna es un modelo de acomodación a las tendencias fronterizas en todos los frentes, desde las modas sociales transgresoras hasta la absorción entusiasta de los conocimientos científicos y de ahí que no sea necesario debatir nada. Basta con liderar los movimientos educativos, políticos o filosóficos que va sancionando la “intelligentsia” local y dar, así, ejemplo al mundo entero de tan galana actitud.

Esa es la postura más corriente que motiva que, entre nosotros, prácticamente todo el mundo se postule como férrea e indiscutiblemente evolucionista. Sin dudas, aprensiones o salvedades de ningún género. Lo cual no obsta para que, al mismo tiempo y en porcentajes idénticos (es decir, todo quisque más o menos ilustrado) se proclame asimismo férrea e indiscutiblemente “antibiologista” y “antireduccionista al estilo darwiniano”. Es decir se acepta a Darwin – ¡faltaría más si estamos en el crisol y la avanzadilla del progresismo!, pero no las derivaciones de sus ideas. Puede que en un clima intelectual tan vanguardista y poroso como el nuestro la tardía cristalización de una sociedad como la *SESBE* pensada, entre otras cosas, para discutir e ilustrar sobre esos sutiles asuntos sea, al fin y la postre, un anacronismo totalmente innecesario porque aquí todo está resuelto.

Mucho me temo, no obstante, que aquellas curiosas contradicciones reflejen el páramo peninsular inalterado y disfrazado ahora con la pátina de pseudocosmopolitismo de una sociedad recientemente enriquecida que se ha permitido viajar (en líneas aéreas de bajo coste y sin enterarse de nada) por todo el mundo. Hay señales múltiples de ello. Me atrevería incluso a postular que aquella rotunda contradicción no es tal: aquí prácticamente todo el mundo sigue siendo pétreamente teísta (con múltiples advocaciones sagradas, eso sí) y no encuentran problema alguno en colocar el marchamo divino por delante de los procesos evolutivos. O dicho de otro modo que la biología, como todo en este valle de lágrimas, queda en manos de Dios y así debe seguir para el sosiego de los viejos y los

nuevos inquisidores. Quizás sí, por tanto, que la *SESBE* debería investigar el asunto para saber con certeza a qué atenemos en cuanto la posición mayoritaria de nuestros recalcitrantes convecinos. Lo dejo ahí como propuesta.

## REFERENCIAS

- Arzy, S., Idel, M., Landis, T. y Blanke, O. 2005. Why revelations have occurred on mountains?: linking mystical experiences and cognitive neuroscience. *Medical Hypothesis* 65: 841-845.
- Atran, S. 2002. *In God we Trust: the Evolutionary Landscape of Religion*. Oxford Univ. Press, New York.
- Beauregard, M. y Paquette, V. 2006. Neural correlates of a mystical experience. *Neurosci. Lett.* 405: 186-190.
- Borg, J., André, B., Soderstrom, H. y Farde, L. 2003. The serotonin system and spiritual experiences. *Am. J. Psychiatry* 160: 1965-69.
- Boyer, P. 2002. *Religion Explained: the Evolutionary Origins of Religious Thought*. Basic Books, New York.
- Burkert, W. 1996. *Creations of the Sacred: Tracks of Biology in Early Religions*, Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.
- Darwin, C. 1871. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. Princeton Univ. Press, Princeton.
- Darwin, C. 1872. *The Expression of Emotion in Man and Animals*. Appleton and Co. New York.
- Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Oxford Univ. Press, New York.
- Dawkins, R. 2006. *The God Delusion*. Bantam Books, London.
- Dennet DC. 1995. *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*. Touchstone, Simon and Schuster Pub., New York.
- Dennet D.C. 1997. Appraising grace: what evolutionary good is God? *The Sciences* Jan-Feb, 39-44.
- Dennet D.C. 2006. *Breaking the Spell. Religion as a Natural Phenomenon*. Allen Lane, Penguin Books, New York.
- Hamer, D. 2004. *The God Gene: how Faith Is Hardwired in our Genes*. Doubleday, New York.
- Hansen, B.A. y Brodtkorb, E. 2003. Partial epilepsy with "ecstatic seizures", *Epilepsy and Behavior* 4: 667-673.
- James, W. 1902. *The Varieties of Religious Experience: a Study on Human Nature*. Simon and Shuster, New York.
- Kendler, K.S., Liu, X., Gardner, C.D., McCullough, M.E., Larson, D. y Prescott, C.A. 2003. Dimensions of religiosity and their relationship to lifetime psychiatric and substance use disorders. *Am. J. Psychiatry* 160: 496-503.
- Kirk, K.M., Eaves, L.J. y Martin, N. 1999. Self-transcendence as a measure of spirituality in a sample of older Australian twins. *Twin Research* 2: 81-87.
- Lazar, S.W., Kerr, C.C., Wasserman, R.H., Gray, J.R., Greve, D.N., Treadway, M.T., McGarvey, M., Quinn, B.T., Dusek, J.A., Benson, H., Rauch, S.L., Moore, C.I. y Fischl, B. 2005. Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport* 16: 1893-1897..
- Lutz, A., Greichar, L.L., Rawlings, N.B., Ricard, M. y Davidson, R.J. 2004. Long term meditators self-induce high amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 101: 16369-16373.
- Ramachandran, V.S., Hirstein, W., Armel, K.C., Tecoma, E. y Iragui, V. 1998. The neural basis of religious experience. *Soc. of Neurosci. Abstracts* 23: 519-1.
- Tobeña, A. 2005. Resistencias psicológicas a la corrosión darwiniana. Pp. 39-40, En: *Libro de Resúmenes del Congreso Fundacional de la SESBE*, Granada, 22-23 Setiembre, 2005.
- Tobeña, A. 2006. *El Cerebro Erótico: Rutas Neurales de Amor y Sexo*. La Esfera de los Libros, Barcelona.
- Wilson, D.S. 2002. *Darwin's Cathedral: Evolution, Religion and the Nature of Society*. Chicago Univ. Press, Chicago.
- Wuerfel, J., Krishnamoorthy, E.S., Lemieux, L., Koepf, M., Tebarz von Elst, L. y Trimble, M.R. 2004. Religiosity is associated with hippocampal but not amygdala volumes in patients with refractory epilepsy. *J. Neurol. Neurosurg. Psych.* 75: 640-642.

## Información del Autor

Adolf Tobeña es Catedrático de Psiquiatría en la Universidad Autónoma de Barcelona y Director del Departamento de Psiquiatría y Medicina Legal, de la U.A.B. Su grupo de investigación, en Bellaterra, ha efectuado aportaciones relevantes a la neurogenética de la temerosidad y la vulnerabilidad adictiva, así como a la influencia de experiencias precoces en la resistencia ulterior a las adversidades y al deterioro cognitivo. Todo ello, en modelos comportamentales en roedores. Ha efectuado, además, un extenso trabajo como ensayista y divulgador. Últimos libros: "*Anatomía de la Agresividad Humana*", Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2000; "*Mártires Mortíferos: Biología del Altruismo Letal*", Bromera- PUV, Valencia: 2004 (Premio Europa de divulgación científica); "*El Cerebro Erótico: Rutas Neurales de Amor y Sexo*", La Esfera de los Libros, Barcelona 2006.



## Teoría de la vida embarazada y la reprobolución (VER)

Miguel García Casas

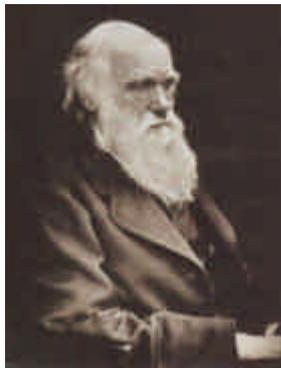
Avda. Vicente Mortes nº 27, pta 13. 46980 Paterna (Valencia). E-mail: mgcasas5@yahoo.es

### RESUMEN

La teoría VER -Vida Embarazada y Repro evolución- es una teoría evolucionista postdarwinista de naturaleza holística, basada en la Teoría General de Sistemas. Sostiene que todos los seres vivos de la Tierra conforman un macroorganismo que en la actualidad está intentando reproducirse. La VER explora, a través de la biología reproductora de la mujer, a la naturaleza y la descubre dotada de metabolismo, homeostasis, autopoiesis y reproducción. La reproducción presenta dos modalidades, una para garantizar la estabilidad interior que es la adaptación y, otra, para producir otro macroorganismo que es la reprobolución -evolución para la reproducción-. El proceso es regulado por una sustancia producida por el macroorganismo que es el oxígeno y presenta, como la mujer, una especial aparición brusca de determinadas estirpes, ovocitos de primer orden en la mujer y triblásticos en el macroorganismo; los únicos que pueden generar grandes cerebros y partes duras, necesarias para la aparición de la tecnología precisa para vencer la fuerza de gravedad y abandonar el planeta en medio de un proceso panespermico. La VER es una teoría global de lógica inversa a la panespermia; de este modo los procariotas reconstruirán el macroorganismo en otro lugar del espacio y del tiempo. La reproducción de la mujer y la del macroorganismo coinciden en presentar un ajuste evidente a la función matemática  $Y=a+b*X$ . La unidad de evolución para la VER es el macroorganismo y propone la hipótesis del escalador. *eVOLUCIÓN 2(1): 51-62 (2007)*.

**Palabras Clave:** Vida Embarazada, Reprobolución, Teoría General de Sitemas, Gaia, Hipótesis del Escalador.

### Ciento cincuenta años de darwinismo



Tras 150 años de darwinismo la ciencia ha conseguido un corpus evolucionista sólido basado, por un lado, en la existencia de un mecanismo poseedor de un motor de azar y un filtro de selección natural y, por otro, en la constatación de una gran diversidad debida a la mutación genética, la aparición de especies nuevas a lo largo del tiempo geológico y la extinción de la mayoría de las especies. Para el darwinismo la unidad evolutiva es

la especie localizada en un territorio, es decir, la población. Así, un grupo de individuos puede evolucionar aisladamente consiguiendo combinaciones de genes diferentes a otras poblaciones con las que no mantiene contacto.

El concepto darwinista de evolución corresponde a la *Teoría Sintética* que aúna las ideas originales de Darwin y Wallace expresadas en el ensayo científico-filosófico *El Origen de las Especies*, los trabajos de Mendel y el desarrollo de la genética, con mención especial de la referida a las poblaciones.

El darwinismo asume que con la evolución aparecen formas más complejas aunque no todas las transformaciones evolutivas suponen aumento de complejidad. Además, en general, los darwinistas sostienen que la evolución no tiene un sentido y no lleva a ningún fin. El darwinismo también se presenta a sí mismo como la única teoría científica evolucionista y aduce la

inexistencia de otras teorías evolucionistas modernas con las que contrastarse. Desde una visión algo más filosófica, el darwinismo es una teoría mecanicista reduccionista fundamentada en el proceso concreto de la adaptación que constituye el pequeño paso que permite la experimentación científica.

### ¿Ofrece el darwinismo una explicación suficiente de la evolución?

El progresivo conocimiento de determinados aspectos científicos en los que se asienta el darwinismo no está contribuyendo a confirmar esta teoría sino a cuestionarla. Por un lado el análisis estadístico sobre lo observado y lo esperado nos dice que bajo una hipótesis de azar ciego no es esperable la existencia de la vida, pero existe. Por otro lado el organismo, desde una perspectiva genética, se encuentra fuertemente articulado y regulado por genes homeóticos y presenta defensas frente a pequeñas variaciones genéticas aleatorias que en su momento fueron consideradas fuente de muchos cambios pero que hoy se piensa que son de escaso significado biológico.

Hay también serias sospechas de que genes muy importantes en la evolución hayan existido en organismos como *Urbilateria* transmitiéndose a especies descendientes sin manifestarse (Arendt y Wittbrodt 2001; Sampedro 2002; Arendt *et al.* 2004). En consecuencia, la modelación genética por azar y selección natural no queda clara.

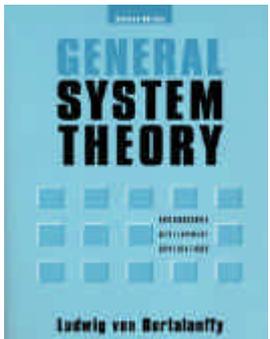
Los modelos genético-adaptativos darwinistas originalmente provienen de la experimentación

bacteriana. Modernamente sabemos que es relativamente fácil provocar, mediante ingeniería genética, una transformación eficaz del genotipo en bacterias y vegetales pero que, a su vez, es difícil, peligroso y caro conseguir esa transformación en animales. No obstante, y contra toda lógica, los que más han evolucionado son los animales y ello va en contra de suponer que los cambios evolutivos en la naturaleza queden suficientemente explicados por las técnicas de manipulación ejercidas sobre los organismos más sencillos.

Es posible discordar de esta afirmación aduciendo que las bacterias han dado origen a todos los demás seres vivos. No obstante, cuando una bacteria origina una célula eucariótica, el siguiente paso evolutivo lo da está última y no la procariótica. En consecuencia, si la evolución la medimos en términos de complejidad, independencia del medio, especialización y caracteres novedosos, no encontraremos fuera del reino animal estructuras tan sofisticadas como el sistema nervioso o capacidades como la inteligencia humana.

### La teoría VER y la TGS

No es objeto de este artículo exponer el estado de la cuestión del evolucionismo sino presentar a los lectores una primera aproximación a la teoría de *La Vida Embarazada y la Reproevolución (VER)* con la intención de contribuir al esclarecimiento de la evolución y en el convencimiento de que la VER, caso de ser verdadera, no puede explicar totalmente el proceso evolutivo, aunque puede contribuir a su percepción, aportando otra perspectiva diferente de naturaleza holística desde la *Teoría General de Sistemas (TGS)*.



Ludwig von Bertalanffy y su *Teoría General de Sistemas (TGS)*.

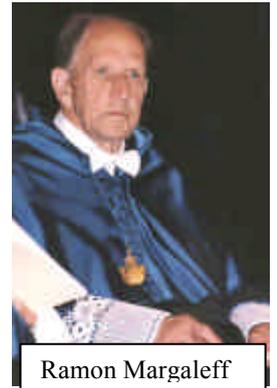
La TGS, postulada por Bertalanffy (1959, 1976), surge desde el campo de la biología y establece que la naturaleza está constituida por entidades a las que denomina sistemas. Cada sistema contiene un conjunto de partes y otro conjunto de relaciones entre las partes. A la hora de determinar el funcionamiento del sistema y conforme éste gana complejidad, las relaciones entre las partes llegan a ser más importantes que las partes mismas. La comparación entre sistemas es fundamental y nos permite esclarecer su dinámica. Comparando diferentes sistemas podemos comprender el funcionamiento de unos a partir de los datos que obtenemos de otros. Un concepto propio de la TGS - el contenido de este artículo- es el

de sistema homomórfico que es aplicable a aquel sistema que, siendo más sencillo, funciona de manera similar a otro más complejo.

Por otro lado la TGS asume la aparición de propiedades emergentes del sistema. Éstas no emanan de las partes y surgen debido a la complejidad del sistema (por ej., una neurona no es inteligente pero el organismo humano sí lo es). Las emergencias son reconocibles pero es imposible deducirlas a partir de las propiedades de las partes y de las relaciones entre ellas. Cuando descomponemos un sistema complejo en otros más sencillos, como si quitásemos los pétalos a una rosa poco a poco, llega un momento en que alguna propiedad que existía desaparece; dicha propiedad debe ser una emergencia.

Dadas las dificultades del reduccionismo para asumir la complejidad, cuando las situaciones exigen soluciones prácticas, la TGS ocupa un lugar destacado a la hora de resolver problemas inabordables desde otro paradigma. Así es aplicada en las empresas, en los estados, en los conflictos - por ej., la empresa pública *ISDEFE - Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España-* publica los textos sobre la TGS de Aracil (1995), Drew (1995), Saravia (1995) y Tormo (1997) - y, por ejemplo, también en los ecosistemas.

Bajo la TGS surgen diversas tendencias entre las que destacan la cibernética, la teoría de sistemas y la teoría de la información. Es necesario en este último caso recordar la figura de Ramón Margaleff y su aplicación de la teoría de la información en el estudio de las comunidades de fitoplancton. Así, es reconocido que el artículo de Margaleff (1957) sobre la teoría de la información en ecología es de importancia capital en su obra.



Ramon Margaleff

La TGS no es reduccionista pero no puede ser acusada de acientífica; muy al contrario, enriquece nuestras posibilidades de conocimiento y de respuesta pues no se ciñe exclusivamente a situaciones simples y repetibles sino que en sí misma es una herramienta para acometer situaciones reales y complejas de igual naturaleza a los hechos en los que la vida se desenvuelve.

No se presentan aquí nuevos datos sobre la evolución sino que se analizan los ya conocidos desde otra perspectiva. Quizá la primera reacción del lector pueda ser de extrañeza; pero esta reacción es frecuente cuando el individuo se somete a un ejercicio de cambio de perspectiva que compensa, si nos conduce a una reflexión diferente y más rica, independientemente de que las conclusiones personales cambien o no.



La Vida en la Tierra: Del *Planeta Primitivo* con estromatolitos al *Planeta Maduro* con bosques.

## La vida en la Tierra

Hace unos 3.800 millones de años la vida apareció en este planeta, no sabemos si porque surgió aquí o porque llegó del espacio exterior tal como expresa la teoría de la panspermia. En todo caso, una vez aparecido el fenómeno biológico en cualquier lugar del Universo la estrategia panspermica es un recurso natural no descartable para la supervivencia de cualquier estirpe. Es opinión de este autor que tanto la teoría de la panspermia como las referidas al origen inorgánico de la vida serán siempre indemostrables en todos y cada uno de los casos. De otro modo, siempre quedará la duda de si alguna vez en algún lugar del Universo la vida pudo surgir desde la asociación de moléculas inorgánicas y orgánicas o provenir como formas vivas de algún otro lugar del espacio.

Durante 2.000 millones de años la vida en la Tierra estuvo constituida exclusivamente por organismos sencillos procarióticos y seguramente por los virus, sus parásitos estrictos celulares. Parece ser que al cabo de este tiempo, por cuestiones reguladas por la cantidad de oxígeno

libre en la atmósfera y en la hidrósfera, las células procarióticas dieron origen a las eucarióticas -más complejas- quizás por endosimbiosis, como expresa Margulis (1985). Hace unos 1000 millones de años aparecieron los primeros organismos pluricelulares que, al parecer, se fueron haciendo cada vez más complejos en función del papel regulador que parece tener el oxígeno en los procesos de compli-

cación. Cuando las medusas aparecieron en el mar, la concentración de oxígeno lo permitía; cuando lo hizo nuestro cerebro también.

Extrañamente, hace unos 570 m.d.a. se produce la explosión cámbrica: una afloración de especies animales en un periodo espectacularmente pequeño desde el punto de vista del tiempo geológico, en el que eclosionan los triblásticos y que dará origen a la gran mayoría de los linajes animales existentes en la actualidad y a otros

extintos. La explosión cámbrica sucede en el grupo de los organismos pluricelulares con movimiento autónomo. El significado biológico de la explosión cámbrica no tiene parangón en los otros reinos.

Estos grandes linajes zoológicos sufren procesos de proliferación y desaparición ligados a las grandes extinciones y a subsecuentes irradiaciones de otras estirpes, como es el caso, por ejemplo, de dinosaurios y mamíferos.

Rohde y Muller (2005), han analizado la más completa base de datos sobre especies extintas realizada por el fallecido J. John Sepkoski Jr. Concluyen que las grandes extinciones se producen cada 62 m.d.a. y no encuentran ninguna causa geológica ni astronómica conocida que justifique esta frecuencia. Una característica de los organismos es que mantienen una relación con el medio ambiente que tiende a disminuir conforme se hacen más complejos. Pensemos por ejemplo, en la homeotermia o en la inteligencia.

En el presente, y debido al gran desarrollo de la tecnología humana, la naturaleza está inmersa en un proceso de extinción masiva comparable a una típica gran extinción cuyo origen -sin duda- es la acción del hombre y, por tanto, debida a causas internas a la comunidad biológica del planeta.

## La mujer

Si enfocamos el organismo humano -en particular el femenino- desde la perspectiva de la TGS, encontramos un sistema más sencillo unicelular, englobado en otro más complejo pluricelular. Pero la reproducción depende, por un lado, del comportamiento de los gametos que deben encontrarse, y por otro, del comportamiento de los sistemas más complejos pluricelulares. Imaginemos dos galaxias aproximándose para que dos estrellas se encuentren; pues así la mujer y el hombre sincronizan sus comportamientos para conseguir que dos gametos se encuentren. La reproducción depende del comportamiento de la parte gameto, pero el sistema más complejo en el que se integra -la mujer, ya que me estoy centrando en ella- es determinante. El comportamiento sexual de la



Anne Margulis



mujer ha sido el mismo siempre a pesar de que, durante cientos de miles de años, haya desconocido la naturaleza del espermatozoide y del óvulo.

En la mujer, para mantener la vida del organismo, se produce un proceso reproductivo que es la mitosis, mediante el cual las células surgen con la intención de mantener la viabilidad del organismo en su interior. Sin embargo, para conseguir que aparezcan otros organismos pluricelulares diferentes se genera un nuevo mecanismo de reproducción llamado meiosis que procura la aparición de un tipo diferente de célula a la que llamamos gameto, sin la cual no aparecerían jamás nuevos seres de la especie. Mitosis y meiosis son dos procesos diferentes de naturaleza distinta. Aunque en algunas explicaciones divulgativas se presente a la meiosis constituida por dos mitosis sucesivas es innegable que la profase de la primera mitosis de la meiosis y la profase de cualquier otra mitosis mantienen una diferencia sustancial. En la primera profase meiótica se producen comportamientos de los cromosomas que facilitan extraordinariamente la aparición de nuevas combinaciones genéticas que favorecen la diversidad biológica.

En la mujer los ovocitos de primer orden ya han aparecido cuando nace, y no surgirá ninguno más a lo largo de su vida. Muchos de ellos morirán y algunos llegarán a transformarse en ovocitos de segundo orden y, posteriormente, en óvulos que pueden ser fecundados y originar nuevos seres pluricelulares.

La mujer alcanza la madurez para reproducirse y entonces aparece un ciclo reproductor regulado por hormonas que producen sus glándulas. Cada ciclo concluye o bien en una eliminación de estructuras en la llamada menstruación o en el parto, con la consecuente eliminación de la placenta; al final del ciclo el aparato genital queda optimizado para un nuevo período en busca de la descendencia. La reproducción en la

hembra implica la aparición de los ovocitos de primer orden en un mínimo período de la vida de la mujer, una proliferación de las estirpes de los ovocitos y una eliminación periódica de estructuras.

### Coincidencias entre vida y mujer

Observamos pues, coincidencias interesantes entre el organismo femenino humano y el conjunto de los seres vivos:

1º.- Los ovocitos de primer orden surgen rápida y sincrónicamente al igual que las estirpes animales triblásticas.

2º.- Muchos ovocitos mueren, al igual que en la naturaleza muchas líneas evolutivas se extinguen.

3º.- En la mujer se producen periódicas destrucciones de estructuras reproductoras mientras que en la naturaleza se producen periódicas extinciones masivas.

4º.- En el embarazo la mujer sufre procesos autoagresivos que le causan molestias, deformaciones y peligros que afectan a su propia supervivencia. Por su parte en la naturaleza la tecnología humana está generando una situación de estrés ambiental inusual que está causando una extinción masiva.

5º.- En la mujer se producen dos tipos de reproducción: la asexual por mitosis, cuyo objetivo es la perpetuación y estabilidad del organismo pluricelular en su interior y la meiosis, cuyo fin es la generación de otro organismo pluricelular independiente. En el conjunto de los seres vivos podría existir dos tipos de comportamiento reproductor, uno que garantizaría la estabilidad interior, que sería la adaptación, y otro que generaría un conjunto independiente de seres vivos.

### La vida terrestre, ¿un macroorganismo?

Pero además estaríamos ante un conjunto de seres vivos que manifestarían un metabolismo común en cuanto que son capaces de obtener y utilizar materia y energía (reinos enteros como el Animal y el Fungi dependen absolutamente de otros reinos para obtener materia y energía. De otro modo, los heterótrofos dependen de los autótrofos); homeostasis en cuanto que son capaces de procurar unas condiciones ambientales idóneas para el mantenimiento de la vida (Lovelock 1985), autopoiesis -autoproducción- que comunican sus propiedades bioquímicas a las sustancias ajenas que entran en sus rutas metabólicas (Maturana y Varela 1972) y según la hipótesis que aquí se plantea, con un comportamiento reproductor.



Lovelock y Maturama

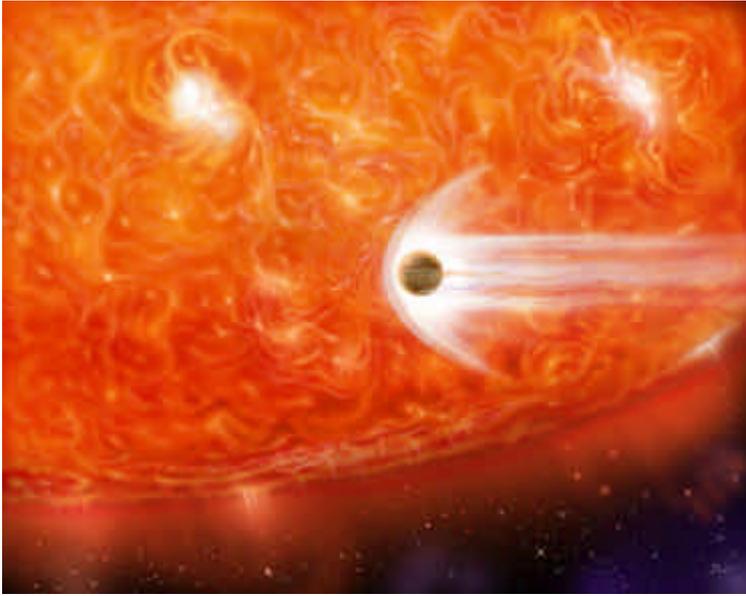


Imagen de una gigante roja devorando a un planeta, quizá el futuro de la Tierra y de la Vida si no escapa del planeta.

Si todo ello es verdad, el conjunto de los seres vivos mantiene las propiedades de un típico ser vivo. Estaríamos ante un macroorganismo, un sistema superior que condicionaría sus partes pero que, esencialmente, es un ser vivo.

Se esboza pues, la posibilidad de que el macroorganismo posea una estrategia reproductora a la que convenimos en llamar *reproevolución*. Caso de ser así, dicho comportamiento no sería “extraño” sino que se vería “reflejado” en el sistema homomórfico femenino que funcionaría similarmente.

Es innegable que las estrategias de reproducción superan al poder intelectual y tecnológico de la mente humana y que la teoría por la que se aboga en este artículo puede ser imaginativa, aunque no tanto como para desentramar el significado de la vida.

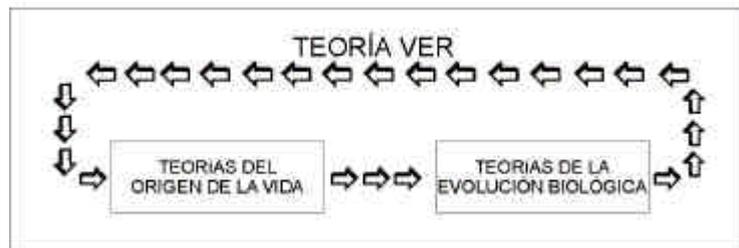
A nuestro modo de ver la reproevolución sería el único mecanismo que procuraría la generación de una comunidad orgánica diferente fuera del planeta condenado a muerte; bien porque bajo la previsible evolución estelar se haga inhabitable cuando la temperatura no permita la existencia de agua líquida, o bien porque el Sol termine destruyendo el planeta. La reproevolución sería la evolución para la reproducción.

### La VER teoría global

Darwin no se planteó el origen de la vida, sino el de las especies. Quiso responder a la pregunta de cómo una especie se transformaba en otra. Ya ha sido dicho que la vida tuvo que surgir por primera vez en algún sitio, si bien el esclarecimiento de su aparición a partir de moléculas está lejos de ser dilucidado. Parece ser que, cuando queremos deducir el edificio celular

a partir del agregado de moléculas simples, necesitamos una molécula intermedia mucho más compleja que no ha podido aparecer por ese proceso de progresiva complejidad. Una posible solución a base de la formación espontánea de ARN no se confirma.

Sin embargo, la clave de cómo aparece la vida en un planeta no tiene por qué estar siempre en la transición de lo molecular a lo orgánico, sino en la llegada de formas vivas a través de procesos panespermicos. En consecuencia la aparición de la vida en un planeta puede relacionarse con el mecanismo de transformación de las especies en otro mundo. De este modo ambas cuestiones podrían abordarse por una teoría más global. Las teorías globales, como la Tectónica global fortalecen a las teorías que engloban puesto que les dan una causa y un mecanismo común. Así las teorías sobre la deriva continental, la expansión de los fondos oceánicos, la orogénesis, el vulcanismo, etc. se ven científicamente potenciadas al incluirse en un cuerpo lógico más potente.

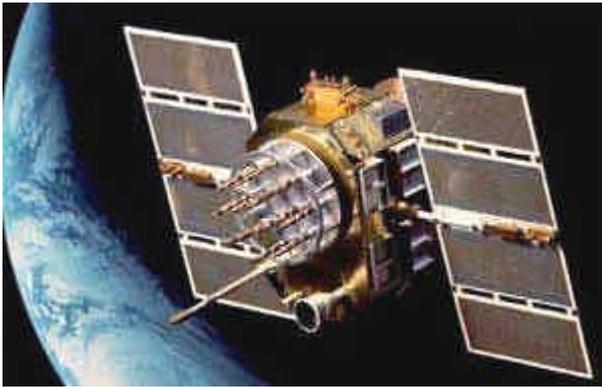


La visión de la VER engloba y relaciona las teorías del origen de la vida y de la evolución biológica y fortalece el evolucionismo.

### La vida como macroorganismo

La vida pudo surgir en la Tierra mediante panespermia y adaptarse para sobrevivir en el planeta, pero reproevolucionar para conseguir llegar a otros mundos y perpetuarse a una escala mayor que la temporal en un punto del espacio. En lo que observamos en la Tierra la vida ha generado estrategias sorprendentes, si no increíbles, para sobrevivir ¿no puede existir una estrategia común a todos los seres vivos para lo mismo? Introducidos en una dinámica panespermica, si la vida llegó a este u otro planeta como sistema ya constituido debería contribuir a su propagación interplanetaria y, en este caso, la reproevolución es un mecanismo lógico de perpetuación de los organismos integrados en el macroorganismo.

Desde la perspectiva de la teoría de la vida embarazada y la reproevolución, la vida en la Tierra es la historia de un macroorganismo que surgió probablemente llegado de otro lugar del universo mediante panespermia. Hace 3.800 m.d.a. comenzó a expandirse por el planeta en



forma de células aisladas procarióticas y, con el tiempo, se fue consolidando respondiendo a la regulación que la concentración de oxígeno le imponía. Así, 2.000 m.d.a. después, aparecieron las células eucarióticas y hace mil millones de años los primeros seres pluricelulares.

Un gran cambio se produjo súbitamente en la explosión cámbrica. Allí explota el tipo triblástico, el único capaz de generar grandes cerebros y partes duras esqueléticas necesarias para generar la tecnología necesaria para vencer la fuerza de gravedad que atrapa la vida en el planeta.

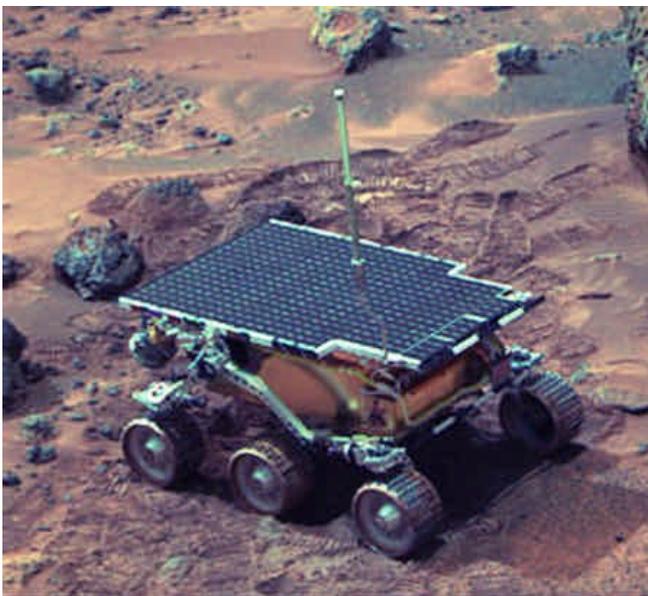
Bajo un progresivo enriquecimiento de oxígeno se produce la aparición de tipos biológicos cada vez más eficaces y complejos. Los reptiles dominaron la Tierra cuando la concentración de O<sub>2</sub> rondaba el 10%, los mamíferos y nosotros con un 22% (Falkowski *et al.* 2005).

Grandes crisis producen extinciones masivas y liberan hábitats que favorecen la tendencia a reevolucionar hacia formas con las características especiales para generar tecnología y llevar, fuera de la Tierra, a formas sencillas y de gran capacidad de adaptación: los procariotas. Ellos originarán, al igual que hicieron en la Tierra, otro macroorganismo que vivirá en su planeta por adaptación y partirá hacia otro por reevolución.

El oxígeno regulador -similar a una hormona sexual- producido por el mismo macroorganismo, es clave no sólo para la reevolución entendida como evolución biológica, sino también para salir al espacio exterior venciendo la fuerza de la gravedad, dadas sus características de rompedor agresivo de enlaces químicos y de liberador eficaz de energía. Sin el oxígeno atmosférico no sería posible salir del planeta.

### Aspectos astronáuticos

Pero hay más. La suposición de que las bacterias puedan salir del planeta Tierra impulsadas por la tecnología se ha convertido en un hecho consumado. En 1969 los astronautas retornaron a la Tierra la sonda Surveyor 3, en su interior se observaron colonias de *Streptococcus mitis* que sobrevivieron en la Luna durante dos años y medio. En principio se creyó que era una contaminación bacteriana debido a la manipulación posterior a su regreso, pero con los datos actuales esta conclusión sería cuestionada. En la estación MIR se identificaron 250 especies de microorganismos que, mediante mutaciones, se habían adaptado a vivir en el espacio. S. Kargel, investigador del U.S. Geological Survey admite que cientos de miles de microorganismos viables han viajado en las misiones espaciales a distintos planetas de nuestro sistema. Con toda probabilidad la sonda Pioneer 11, el instrumento tecnológico más alejado de la Tierra, que transporta mensajes para formas de vida extraterrestre, lleva bacterias en su interior. Incluso si algún día un astronauta falleciera en una misión sobre la superficie de un planeta estaríamos ante un medio nutritivo de células eucarióticas muertas en el que se desarrollaría un cultivo de abundantes células procarióticas con probabilidades de supervivencia y de comenzar a transformar la superficie del planeta para que la vida se desarrolle de manera similar a como lo ha hecho en la Tierra.



## ANÁLISIS MATEMÁTICO...

De acuerdo con la hipótesis mantenida en la teoría VER, se ha procedido a realizar análisis de correlación entre fechas de aparición de elementos integrantes de la reevolución y su orden relativo de aparición; también entre fechas de aparición de elementos integrantes de la reproducción femenina y su orden relativo de aparición. El objetivo del análisis es observar si aparece un ajuste entre las variables que descarte su distribución al azar a la vez que señale una relación entre ellas para, posteriormente, observar si en todos los casos el ajuste se produce con el mismo tipo de función matemática.

### Análisis 1. Orden de aparición de los taxones

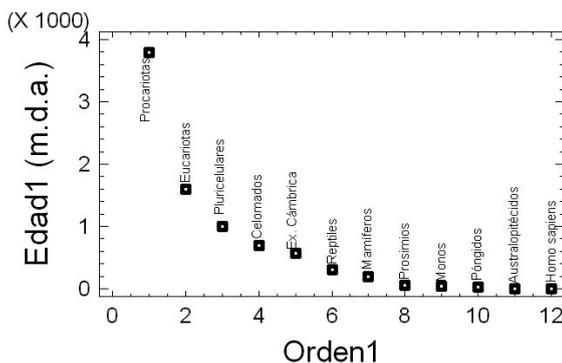
Para la variable *Edad1* se han tomado las edades de aceptación general de aparición de los taxones, la variable *Orden1* contiene el orden relativo de aparición de los taxones. Los datos están contenidos en la **tabla 1**:

**TABLA 1. EDAD DE APARICIÓN – ORDEN DE APARICIÓN**

(*Edad1*=Edad de aparición de taxones, *Orden1*=Orden relativo de aparición de taxones).

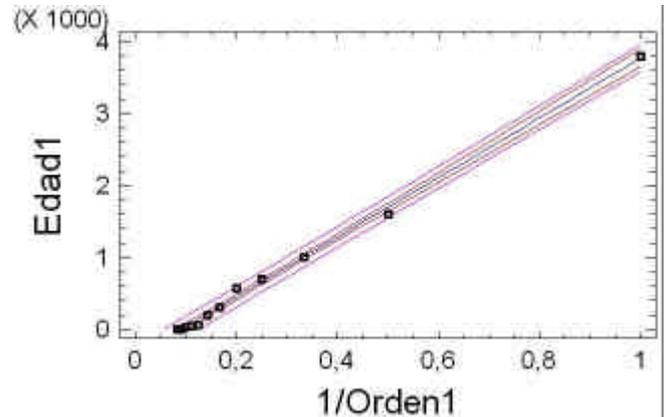
<i>Edad1</i> (m.d.a.)	<i>Orden1</i>	Acontecimiento- Aparición
3800	1	Procariotas
1600	2	Eucariotas
1000	3	Pluricelulares
700	4	Celomados
570	5	Explosión Cámbrica
300	6	Reptiles
200	7	Mamíferos
50	8	Prosimios
40	9	Monos
30	10	Póngidos
4,5	11	Australopitécidos
0,15	12	<i>Homo sapiens</i>

En el **gráfico 1** que visualiza la relación entre las variables *Edad1* y *Orden1* se aprecia claramente una disposición curvilínea. Hemos elegido la función  $Y=a+b*X$  en el que  $X=1/Orden$  (relativo) e  $Y$  la *edad* (absoluta), al comprobar que era la que mas ajuste presentaba en los tres análisis realizados.



**Gráfico 1.-** Representación de la relación entre edad de aparición de los taxones y el orden relativo de aparición.

Tras realizar el análisis de regresión representado en el **gráfico 2**, encontramos un coeficiente de correlación  $R=0,998$ , y una varianza explicada ajustada a los grados de libertad  $R^2 \times 100=99,69\%$  que nos indica una muy intensa relación entre las variables. El nivel de confianza de  $R$  es del 99%.



**Gráfico 2.-** Representación del ajuste entre las variables según la función  $Y=a+b*X$ , siendo  $Y=Edad1$ =edad de aparición de los taxones y  $X=1/Orden1$  en que *Orden1* es el orden relativo de aparición.

Se podría alegar que los taxones integrados en el análisis son, en algunos casos de muy diferente categoría. No obstante es posible eliminar aquellos datos que no resulten satisfactorios con criterios diferentes al aquí manifestado sin afectar al ajuste que se sigue manteniendo en términos similares.

### Análisis 2. Reproducción y orden en la mujer

La tabla 2 contiene los datos tomados en el análisis de la reproducción humana. En este análisis, en las variables *Edad2* y *Orden2* se incorpora la aparición de los ovocitos de primer orden en los ovarios, la producción de óvulos con la menarquía, el embarazo y el primer parto.

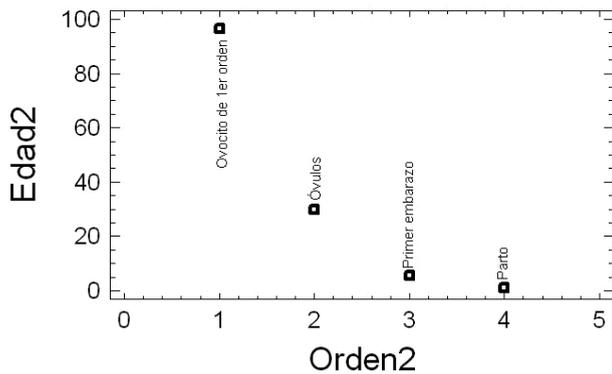
Los datos utilizados referentes al primer parto corresponden a mujeres de poblaciones deprimidas de Sudamérica (IBGE 2005). En países del tercer mundo como Colombia, es costumbre que la mujer tenga su primer hijo siendo una adolescente, especialmente en aquellos segmentos de la población deprimidos social, económica y culturalmente (Reina *et al.* 2000).

Los datos aparecen considerando en *Edad2* el tiempo 0 al momento del parto y refiriéndose a las fechas previas en % respecto al tiempo transcurrido de la vida de la parturienta, desde su comienzo en la fecundación que la originó.

**TABLA 2. REPRODUCCIÓN EN LA MUJER**  
(*Edad2*=Tiempo de vida antes del parto (%))  
(*Orden2*=Orden relativo de aparición de estructuras en la mujer).

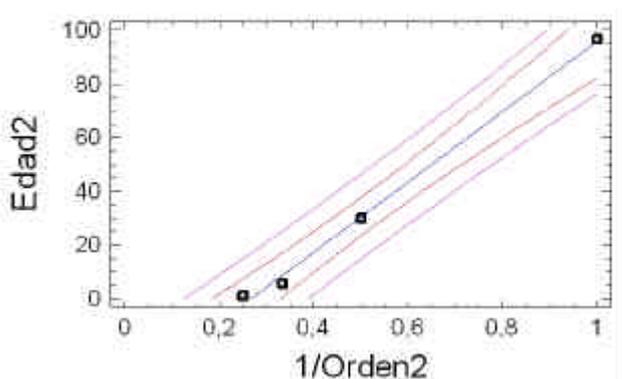
<i>Edad2</i>	<i>Orden2</i>	Acontecimiento-Aparición
95,5	1	Ovocitos de 1 <sup>er</sup> orden
28,7	2	Óvulos
4,5	3	Embarazo
0	4	Parto

El **gráfico 3** equivale al gráfico 1 pero en la mujer. Se observa en el gráfico 3, al igual que en el gráfico 1, que la relación entre las variables dibuja una curva del mismo tipo.



**Gráfico 3.-** Representación en la mujer de la relación entre edad de aparición de las estructuras reproductoras y su orden relativo de aparición.

El **gráfico 4** equivale al gráfico 2 y presenta para la mujer el ajuste entre *Edad2* y  $1/Orden2$ . El ajuste es estadísticamente significativo en la relación tal como muestra  $R=0,998$  y la varianza explicada ajustada a los grados de libertad  $R^2 \times 100=99,63\%$ . El nivel de confianza de la relación es del 99%.



**Gráfico 4.-** Representación en la mujer del ajuste entre las variables según la función  $Y=a+b \cdot X$ , siendo  $Y=Edad2$ =edad de aparición de las estructuras reproductoras y  $X=1/Orden2$  en que *Orden2* es el orden relativo de aparición.

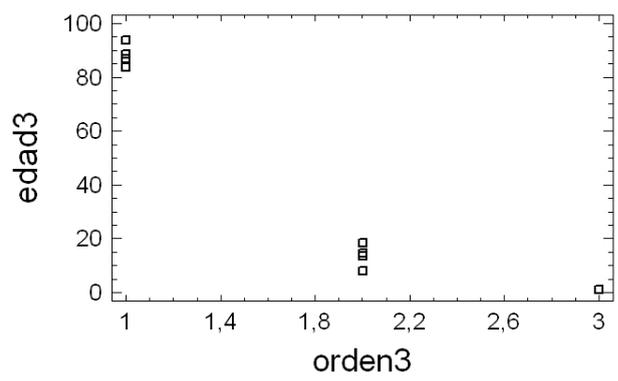
**Análisis 3. Reproducción y orden en otras hembras**

Por último incluimos un análisis similar sobre cuatro especies de mamíferos, escogidas al azar, *Felix domesticus*, *Felix leo*, *Canis domesticus* y *Elephas maximus*. Con los datos contenidos en la Tabla 3 construimos la variable *Edad3* similar a *Edad2* y *Orden3* similar a *Orden2*. *Edad3*, como *Edad2* viene referida a la vida de la hembra que pare considerando ese momento como el 100% de su vida.

**TABLA 3. REPRODUCCIÓN EN CUATRO ESPECIES**  
(*Edad3*=Tiempo de vida antes del parto (%))  
(*Orden3*=Orden relativo de aparición de estructuras en las especies consideradas).

<i>Edad3</i>	<i>Orden3</i>	Acontecimiento-Aparición
86	1	Ovocitos 1er Orden en <i>C. domesticus</i>
82,6	1	Ovocitos 1er Orden en <i>F. domesticus</i>
92,8	1	Ovocitos 1er Orden en <i>F. leo</i>
87,7	1	Ovocitos 1er Orden en <i>E. maximus</i>
13,7	2	Óvulo y embarazo en <i>C. domesticus</i>
17,4	2	Óvulo y embarazo en <i>F. domesticus</i>
7,1	2	Óvulo y embarazo en <i>F. leo</i>
12,5	2	Óvulo y embarazo en <i>E. maximus</i>
0	3	Parto en <i>C. domesticus</i>
0	3	Parto en <i>F. domesticus</i>
0	3	Parto en <i>F. leo</i>
0	3	Parto en <i>E. maximus</i>

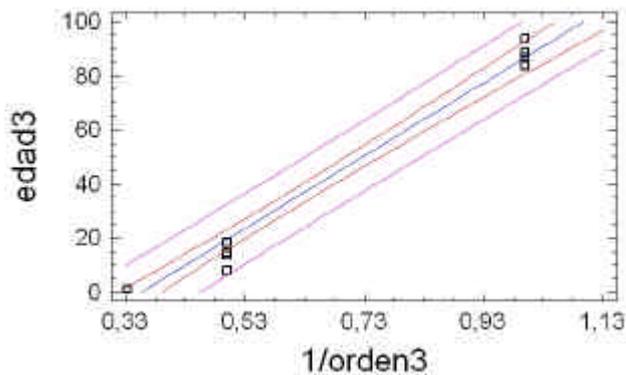
El **gráfico 5** es equivalente a los gráficos 1 y 3 y muestra, al igual que estos, una disposición curvilínea de los datos.



**Gráfico 5.-** Representación en otras hembras de mamíferos de la relación entre edad de aparición de las estructuras reproductoras y orden relativo de aparición.

El **gráfico 6** muestra visualmente el ajuste de los datos a la recta de regresión  $Y=a+b \cdot X$  en el que  $X=1/Orden3$ , unido a una magnitud de ajuste muy fuerte como demuestra  $R=0,991$  y  $R^2$  (ajustado a los grados de libertad)=98,07%. El

nivel de significación de la correlación es del 99%.



**Gráfico 6.-** Representación en otras hembras de mamífero del ajuste entre las variables según la función  $Y=a+b*X$ , siendo  $Y=Edad3$ = edad de aparición de las estructuras reproductoras y  $X=1/Orden3$  en que  $Orden3$  es el orden relativo de aparición.

De tal modo la Reproevolución y la reproducción de la hembra se ajustan al mismo tipo de curva. Esto nos está queriendo decir que ambos procesos parecen responder a un modelo común, no se deben al azar y que, aunque en ambos el azar se manifiesta, sin embargo no es el motor principal del proceso. El análisis estadístico apoya la hipótesis de que la evolución pueda ser un proceso reproductor.

### El sujeto de la evolución desde la VER

La unidad evolutiva de la selección natural es la especie; la teoría sintética matiza que es la especie localizada en un territorio: la población. El problema surge cuando intentamos universalizar el concepto de especie en todos los seres vivos. La definición de Mayr (1942) para la especie como "conjunto de poblaciones naturales hibridadas de manera efectiva o potencial, y que están aisladas, desde el punto de vista reproductor, de otros grupos semejantes" es aplicable especialmente a animales; sin embargo, cuando la complejidad disminuye este concepto no es válido (Hull 1997). Si es así, ¿sirve la especie como unidad para explicar la evolución? Para la VER no.

La evolución se refiere a la transformación de las especies, singularizando es la transformación de la especie. Cuando algo se transforma debe estar al principio y al final del proceso. Así, el agua sólida se transforma en agua líquida porque el agua está al principio y al final; la plastilina en forma de cubo se puede transformar a la forma esférica porque la plastilina está al principio y al final. Pero supongamos que un gato evoluciona, ¿está al principio y al final? no, ¿luego evoluciona? no. Luego si una especie no evoluciona, las especies no evolucionan.

¿Qué es lo que está al principio y al final? La vida, o sea el macroorganismo que se adapta y reevoluciona. La unidad de la evolución, reevolución en la VER, por estar antes y después, es el macroorganismo.

### La hipótesis del escalador

La teoría sintética recurre a la *Hipótesis de la Reina Roja* extraída del episodio de Alicia en el País de las Maravillas en el que la Reina Roja sujeta a la protagonista y la obliga a correr para mantener la misma posición. Alicia representa a la especie que con el único objetivo de sobrevivir, manteniendo la vida -posición- debe correr -adaptarse- continuamente.

La VER sugiere la *Hipótesis del Escalador*, entendida no como la acción de un individuo,

sino como un grupo complejo que tiene un objetivo final: llegar a la cima. Para conseguirlo necesita de una labor de equipo en la que se integran aspectos diversos que van desde la intención a la capacidad deportiva. El escalador se mueve hacia arriba complicando su posición -haciéndose más complejo- a la vez que se fija-adapta a la pared. El macroorganismo cambia de posición para llegar más arriba, situación cada vez más complicada que debe continuamente superar, impulsado por una fuerza natural y muy común en los seres vivos: la necesidad de llegar a la cima -perpetuar la vida-.



La adaptación en la hipótesis del escalador equivale a situar piquetas sobre la pared, pero lejos de ser el único proceso significativo de la evolución es secundario, aunque necesario, para aferrar la vida al medio pétreo y permitir que el deportista se impulse en sentido ascendente, según el proyecto de escalada acordado con anterioridad. Todo ello es un proceso de complejidad creciente en el que el frío, el viento, la pendiente y el oxígeno, complican una situación llevada a límites extremos que le exigen una gran especialización y que nunca tendría explicación a partir de unas piquetas sino a partir de la naturaleza viva del escalador y su equipo humano, del impulso vital del que gozan.

Por otro lado, si hiciéramos un mapa de la escalada en un momento concreto descubriríamos un retrato discontinuo a saltos en el que aparecería un campamento base, un primer campamento en una posición más alta, algún otro más elevado todavía y, al final, el escalador o escaladores ciñéndose a los perfiles de la montaña. Respondería esta imagen al saltacionismo de Gould y Eldredge.

Mientras la *Hipótesis de la Reina Roja* reduce el mecanismo a dos procesos, uno la vida o posición y otro el movimiento o adaptación, la *Hipótesis del Escalador* recurre a tres variables: la posición que equivale también a la vida, la ascensión que equivale a la progresiva complejidad o reproevolución y al afianzamiento que representa la adaptación. Por lo demás, ambas hipótesis persiguen la supervivencia aunque a distintos niveles de organización.

### ¿Es la reproevolución lo mismo que la reproducción?

La *Hipótesis de la Reina Roja* no explica la adaptación, sino la supervivencia mediante la adaptación; la *Hipótesis del Escalador* tampoco explica la reproevolución sino la supervivencia mediante la reproevolución y el papel, que según la teoría, ocupa la adaptación en el progreso reproductor. La teoría de la Vida Embarazada asume la existencia de la adaptación y la reproevolución como integrantes necesarios para la reproducción y, por consiguiente, la perpetuación de la vida en el Universo. El lector notará que este autor no pone en cuestión la adaptación, demostrada en múltiples experimentos de laboratorio, por ejemplo con bacterias y en observaciones de la naturaleza. No obstante, si la reproevolución incluye a la adaptación puede ser una discusión semántica de carácter secundario ante la importancia del descubrimiento del proceso.

### La VER y la ortogénesis

La teoría VER no aborda ningún aspecto metafísico, no recurre a causas que no existan en la naturaleza o que el darwinismo no asuma. Estamos hablando de niveles de organización, de reproducción y de supervivencia. No debería existir, desde los propósitos de la teoría, ningún impulso vital ni fuerza biológica que no haya sido asumida al ver nacer, crecer, desarrollarse, madurar, reproducirse y morir a cualquier ser vivo. El impulso vital necesario para la ortogénesis -correcto origen- de la vida es posible que esté tan presente ante nosotros que, como al aire, no lo veamos. En nuestra opinión podemos verlo con la VER.

### El hombre al servicio de su majestad la vida

Al parecer la humanidad, en consonancia con todos los seres vivos, ha perseguido la panespermia sin responder nuestras acciones a nuestro libre albedrío, del mismo modo que los movimientos de nuestro corazón o nuestra digestión no responden a actos libres sino vegetativos. La solidaridad intragrupo y la competencia intergrupo nos ha llevado a desarrollar la tecnología y el ánimo de llegar como hombres a otros lugares

del espacio. Gracias a ello están viajando bacterias a otros mundos, pero nuestra especie, como las demás, se extinguirá y las bacterias comenzarán un proceso reproevolutivo similar al sucedido en la Tierra.

A lo largo del artículo, se ha pretendido descubrir a partir del análisis de la reproducción de un organismo menos complejo -la hembra humana- el comportamiento reproductor de otro organismo más complejo -el macroorganismo que habita la Tierra-. Naturalmente hembra y macroorganismo son diferentes y no hemos buscado identidades sino propiedades características de organismos; de tal modo, que el macroorganismo, difícilmente percible desde nuestro nivel de organización, se muestre más transparente a partir de la referencia de la mujer. De tal modo el macroorganismo, que incorpora dentro de su sistema a toda la *vida* terrestre, y la mujer *embarazada* se amalgaman en la *Vida Embarazada*, mientras evolución y reproducción lo hacen a su vez en *Reproevolución*, surgiendo de este modo las siglas VER de la teoría. La **tabla 4** resume las similitudes de ambos organismos:

**TABLA 4. PARALELISMO ENTRE LA MUJER Y EL MACROORGANISMO**

MUJER	MACROORGANISMO
- Metabolismo	- Metabolismo
- Autopoiesis	- Autopoiesis
- Homeostasis	- Homeostasis
- Reproducción	- Reproducción
- Mitosis	- Adaptación
- Meiosis	- Reproevolución
- Ovocitos de primer orden (Surgen en corto tiempo, antes de nacer)	- Explosión cámbrica Triblásticos (Surgen en corto tiempo, Explosión Cámbrica)
- Ovocitos de primer orden mueren	- Estirpes se extinguen
- Hormonas sexuales (Reguladoras)	- Oxígeno libre (Regulador)
- Menstruaciones	- Grandes extinciones
- Embarazo (Efectos autoagresivos: deformaciones, descalcificaciones, problemas circulatorios, peligro de muerte, etc)	- Especie tecnológica (Efectos autoagresivos: estrés medioambiental y extinción masiva)
- Parto (Nuevo individuo)	- Nacimiento de un nuevo macroorganismo en otro planeta
- Ajuste matemático: $Y=a+b*X$ Y=Edad X=1/orden relativo de aparición	- Ajuste matemático: $Y=a+b*X$ Y=Edad X=1/orden relativo de aparición

Para obtener más información se puede visitar la web de la teoría hospedada en la web institucional de la Universidad Politécnica de Valencia:

[http://www.upv.es/jugaryaprender/vidae\\_mbarazada](http://www.upv.es/jugaryaprender/vidae_mbarazada)

## REFERENCIAS

- Aguilera Mochón, J.A. 1993. Luces y sombras sobre el origen de la vida. *Mundo Científico* 136: 508-520.
- Aracil, J. 1995. *Dinámica de Sistemas*. Isdefe. Madrid.
- Arendt, D. y Wittbrodt, J. 2001. Reconstructing the eyes of Urbilateria. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 356: 1545-1563.
- Arendt, D., Tessmar-Raible, Snyman, H., Dorresteijn, A.W. y Ciliary, W.J. 2004. Photoreceptors with a Vertebrate-Type Opsin in an Invertebrate *Brain Sci.* 306: 869-871.
- Barberá, O. 1994. Historia del concepto de especie en Biología. *Enseñanza de las Ciencias* 12: 417-430.
- Bertalanffy, Von, L. 1959. The theory of open systems in physics and biology *Science* 3: 23-29.
- Bertalanffy, Von, L. 1976. *Teoría General de los Sistemas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Dickerson, R.E. 1978. La evolución química y el origen de la vida. *Investigación y Ciencia* 26: 34-53.
- Drew, D.R. 1995. *Dinámica de Sistemas Aplicada*. Isdefe, Madrid.
- Eldredge, N. 1982. La macroevolución. *Mundo Científico* 16: 792-803.
- Falkowski, P.G., Katz, M.E., Milligan, A.J., Fennel, K., Cramer, B.S., Aubry, M.P., Berner, R.A., Novacek, y Zapol W.M. 2005: The rise of oxygen over the past 205 million years and the evolution of large placental mammals. *Science* 309: 2202-2204.
- García Casas, Miguel. 2005. *La Vida Embarazada*. Documento disponible on-line: <http://www.upv.es/jugaryaprender/vidaembarazada>.
- Gould, S.J. 1984. *Dientes de Gallina y Dedos de Caballo*. H. Blume, Madrid.
- Gould, S.J. 1994. Origen de la vida en la Tierra *Investigación y Ciencia* 219: 46-53.
- Gould, S.J. y Lewontin, R.C. 1983. La adaptación biológica. *Mundo Científico* 22: 214-223.
- Hull, D.L. 1997. The ideal species concept and why we can't get it. Pp. 357-380. *En: Claridge, M.F., Dawah, H.A. y Wilson, M.R. (eds.). Species: the Units of Biodiversity*. Chapman & Hall, London.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografía y estadística). 2005. Base de datos on-line: [http://www.ibge.gov.br/espanhol/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=357](http://www.ibge.gov.br/espanhol/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=357)
- Lavenham Gardner, R. 1991. El destino de las células en el embrión. *Mundo Científico* 110: 146-155.
- Lemarchand, F. 1994. Explosión cámbrica: el ritmo se acelera. *Mundo Científico* 143: 170-171.
- Lewontin, R.C. 1978. La adaptación. *Investigación y Ciencia* 26, 139-149.
- Lovelock, J. 1985. *Gaia*. Biblioteca de Divulgación Científica Muy Interesante. Ed. Orbis. Barcelona.
- Margalef, R. 1957. La teoría de la información en ecología. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona XXXII(13)*. Barcelona.
- Margulis, L. y Sagan, D. 1985. El origen de las células eucariontes *Mundo Científico* 46: 366-377.
- Maturana, H. y Varela, G. 1972. *De Máquinas y Seres Vivos*. Ed. Universitaria. Santiago de Chile.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species from the Viewpoint of a Zoologist*. Columbia Univ. Press. New York.
- Mayr, E. 1978. La Evolución. *Investigación y Ciencia* 26: 6-16.
- Mckay, P. 1990. La vida en Marte. *Mundo Científico* 108: 1218-1226.
- Nowak, M.A., May, R.M. y Sigmund, K. 1995. La aritmética de la ayuda mutua. *Investigación y Ciencia* Ag. 1995: 42-48.
- Poupeau, G. (1985). ¿Obedece el ritmo de extinción de las especies a un reloj astronómico? *Mundo Científico* 49: 756-758.
- Prevosti, A. 1993. Concepto de especie en el darwinismo actual. *Mundo Científico* 141: 1040-1050.
- Rohde, R.A. y Muller, R.A. 2005. Cycles in fossil diversity. *Nature* 434: 208-210
- Reina, J.R., Orozco, B., Dufour, D. y Supr. G. 2000. Adolescentes y embarazo: salud y nutrición. *Rev. Colomb. Obstet. Ginecol.* 51(3) Bogotá. Documento disponible on-line: [http://scielo-co.bvs.br/scielo.php?pid=S0034-74342000000300010&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://scielo-co.bvs.br/scielo.php?pid=S0034-74342000000300010&script=sci_arttext&tlng=es)
- Sampedro, J. 2002. *Deconstruyendo a Darwin*. Ed Drakontos.
- Sandín, M. 2004. *La función de los virus en la evolución*. Documento disponible on-line: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/msandin/virus.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin/virus.html) (Más artículos en su web: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/msandin](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/msandin))
- Sandín, M. 2004. *Sucesos excepcionales de la evolución*. Documento disponible on-line: <http://www.redcientifica.com/doc/doc200311130001.html>
- Sarabia, A. 1995. *La Teoría General de Sistemas*. Isdefe. Madrid.
- Schopf, R.E. 1978. La evolución de las células primitivas. *Investigación y Ciencia* 26: 58-75.

- Spierer, P. y Goldschmidt-Clermont, M. 1985. La genética del desarrollo de la mosca. *Mundo Científico* 48: 602-611.
- Tassot, D. 2004. *Problemas lógicos de la evolución*. Documento disponible on.-line: [http://www.sedin.org/propesp/X0117\\_Te.htm](http://www.sedin.org/propesp/X0117_Te.htm).
- Tormo, R. 1997. *El Análisis de Sistemas*. Isdefe. Madrid.
- Valentine, J.W. 1978. La evolución de las plantas y los animales pluricelulares. *Investigación y Ciencia* 26: 76-89.
- Washburn, S.L. 1978. La evolución del hombre. *Investigación y Ciencia* 26: 128-138.
- Wayt Gibbs, W. 2004. El nacimiento de la epigenética. *Investigación y Ciencia*. Abril 2004: 17-23.
- Wilson, E.O. 1994. *La Diversidad de la Vida*. Crítica. Barcelona.

### Información del Autor

*Miguel García Casas* (Valencia 1955) es doctor en CC Biológicas y Catedrático de enseñanza secundaria de Biología y Geología. Su actividad interdisciplinar sobre lingüística, pedagogía, filosofía y biología se ha visto recogida en libros, artículos, ponencias y comunicaciones, disquetes, cederróns y materiales en línea publicados a nivel nacional e internacional. Ha investigado, creado y desarrollado juegos didácticos, dos de ellos recibieron el primer premio *Innovalingua* concedido en la sede de Expolingua en Madrid en 1997. Actualmente es webmaster de la web "*Jugar y aprender Ciencias Naturales*" que en las fechas de este artículo roza las 100.000 visitas anuales. En esta web se ofrecen recursos originales creados por el autor y su equipo, algunos de ellos aplicables a la enseñanza de la evolución.



# Docencia y evolución: la biología evolutiva en la enseñanza secundaria

Laureano Castro Nogueira

Centro Asociado de Madrid, UNED, C/ Paseo del Prado 30 (portal B), 28014 Madrid.  
E-mail: lcastro@madrid.uned.es

## RESUMEN

En este trabajo se examina, en primer lugar, la situación de la biología evolutiva en el currículo de la Enseñanza Secundaria. La conclusión no es demasiado halagüeña: tan solo una asignatura optativa, la Biología y Geología de 4º de ESO, posee en sus contenidos un tema dedicado explícitamente a la evolución (teorías evolucionistas, pruebas de la evolución, neodarwinismo, especiación,...); en los demás cursos o no se menciona o sólo se alude a ella de modo indirecto. En segundo lugar, se reflexiona sobre ciertas dificultades que surgen inevitablemente a la hora de transmitir determinados elementos claves en el proceso evolutivo como, por ejemplo, el origen no teleológico de la variabilidad genética, el papel de la selección natural y otros aspectos controvertidos de la teoría. Por último, se compara la situación de la enseñanza de la evolución en España, donde existe una amplia aceptación de las ideas evolucionistas compatible con una escasa repercusión de las mismas a nivel educativo, social y cultural, con la de EEUU, donde el debate entre creacionistas y evolucionistas se mantiene vivo como consecuencia, entre otros factores, de la tenaz lucha del mundo religioso en su afán de controlar la educación de la sociedad americana. *eVOLUCIÓN* 2(1): 63-66 (2007).

**Palabras Clave:** Docencia, Educación. Creacionismo vs. Evolucionismo

Tres son los aspectos elegidos para debatir en torno a la relación entre el pensamiento darwinista y el mundo educativo: la situación de la enseñanza de la evolución en la Enseñanza Secundaria, las dificultades que surgen a la hora de transmitir determinados conceptos claves del proceso evolutivo y, por último, el contraste que existe entre la enseñanza de la evolución en nuestro país, al margen de cualquier tipo de polémicas, con el intenso debate que experimenta la misma en EEUU.

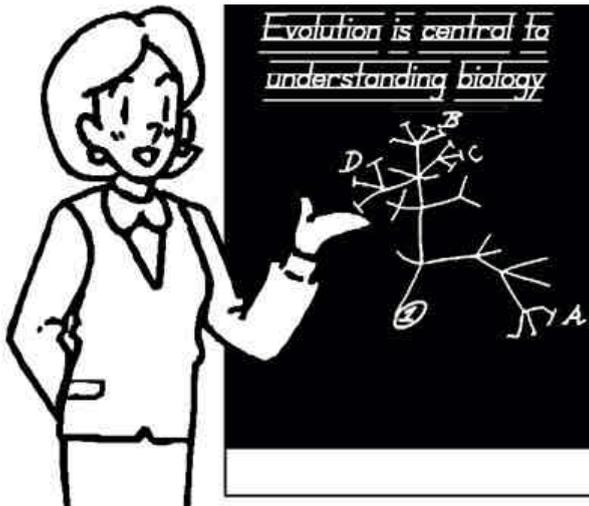


## La evolución en la enseñanza secundaria

El análisis de cómo recoge la teoría de la evolución el currículo de la Enseñanza Secundaria, tomando como base el existente en la Comunidad de Madrid, revela dos sucesos en cierto modo contradictorios. Por una parte, la evolución se acepta de manera más o menos explícita como un hecho y el proceso evolutivo se considera el marco de referencia para el estudio de los seres vivos. Por otra, se reduce la enseñanza de la teoría evolutiva sensu estricto a un único tema de una única asignatura optativa: la “*Biología y Geología*” de 4º de ESO.

Este planteamiento tan restrictivo, aunque podría ser defendible en la ESO, debido a la dificultad conceptual que poseen las ideas evolucionistas, tendría como mínimo que modificarse en el sentido de situar la enseñanza de la evolución como parte de una asignatura de carácter obligatorio para todos los alumnos. Se evitaría así que aproximadamente la mitad de los alumnos, con oscilaciones en función de los distintos centros de enseñanza, terminen sus estudios de secundaria obligatoria sin estudiar quién fue Darwin y qué significa exactamente la teoría de la evolución desde una perspectiva científica.

Mucho más difícil de entender y aceptar es la ausencia de un tema específico de evolución en el Bachillerato. Como consecuencia de los numerosos retoques que han sufrido los programas en los últimos años, el tema dedicado



a la evolución, que tradicionalmente se explicaba en 3º de BUP, el actual 1º de Bachillerato, ha desaparecido del programa, sustituido por algunos epígrafes que, - bajo el título de “mutaciones y evolución”, “el origen de la vida” o “evolución celular”-, aparecen dispersos en el temario de Biología de 2º de Bachillerato. Sorprende también que no exista un tema dedicado a la evolución humana dentro de las diferentes asignaturas de Biología, tanto en la ESO como en el Bachillerato. Sí existe en cambio un análisis sobre el origen del hombre en el currículo de CC Sociales (*Historia*) y sobre la naturaleza humana en la asignatura de “Filosofía” de 1º de Bachillerato, en la cual se utilizan las teorías evolucionistas surgidas en el siglo XIX y, en menor detalle, las ideas actuales sobre el proceso evolutivo como punto de partida para la reflexión filosófica.

Una primera conclusión sería, por tanto, la necesidad de modificar la presente situación. Se debería proporcionar al alumno de bachillerato un conocimiento suficiente sobre evolución que le permitiese integrar desde una perspectiva evolucionista los conocimientos biológicos que va adquirir durante sus estudios y que, al tiempo, le sirviese de soporte para una reflexión sobre el ser humano y su naturaleza desde un enfoque de carácter más filosófico, antropológico o ético.

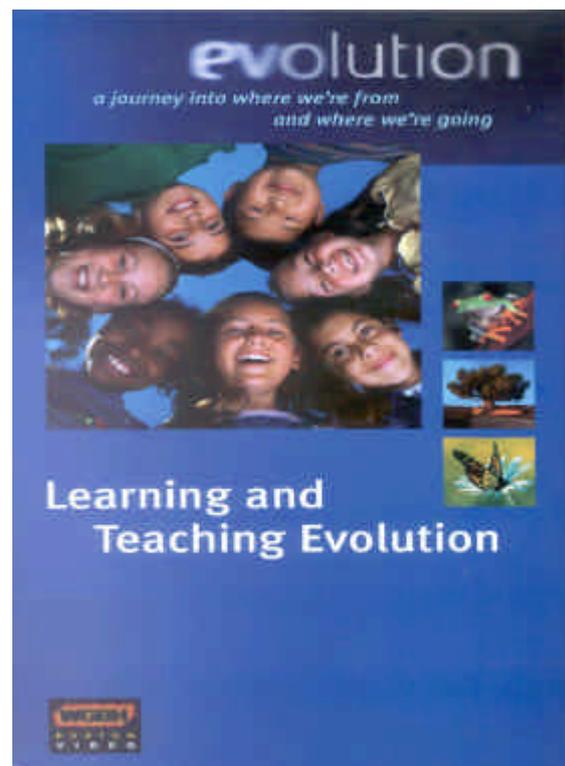
### Dificultades al enseñar evolución

El segundo aspecto que debe considerarse tiene que ver con las dificultades ligadas al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ideas evolucionistas. Los problemas que hay que afrontar podrían resumirse en dos. El primero, la propia complejidad conceptual de algunos conceptos evolutivos. Parafraseando a S. Kauffmann (2003) en su libro *Investigaciones*, se puede afirmar que:

“lo curioso de la teoría de la evolución es que todo el mundo cree que la entiende. Pero no es así”.

Un buen número de los profesores de secundaria tienen una formación limitada en el campo evolutivo, en parte por su propia especialidad de procedencia que puede ser la geología, la filosofía o la historia, en parte porque existe una deficiencia de base en la enseñanza universitaria del tema evolutivo dentro de la propia licenciatura de CC Biológicas. La dificultad es todavía mayor si tenemos en cuenta que los alumnos, y en cierta medida también los profesores no especialistas, poseen un sinfín de concepciones erróneas entorno a la idea de evolución que dificultan un correcto aprendizaje de la misma. Las principales dudas surgen de la confusión entre el origen y el mantenimiento de la variabilidad genética en las poblaciones, la consideración de los cambios evolutivos como cambios globales que afectan al conjunto de la especie y la diferencia entre adaptación y eficacia biológica (véase por ej. Bishop y Anderson 1986, 1990).

El segundo problema proviene del desconcierto que suscita en buena parte del profesorado la polémica científica que existe sobre cuáles son y cuál es la importancia relativa de los diferentes mecanismos implicados en el proceso evolutivo. En el momento presente, se puede afirmar que la comunidad científica acepta sin discusión el principio de evolución orgánica, el cual propone una unidad común de origen para todos los seres vivos a partir de la cual han evolucionado los distintos organismos, pero esta uniformidad en el acuerdo disminuye cuando nos referimos al mecanismo de evolución. Aunque se mantiene como instrumento fundamental del cambio evolutivo la acción de la selección natural actuando sobre la variabilidad genética existente



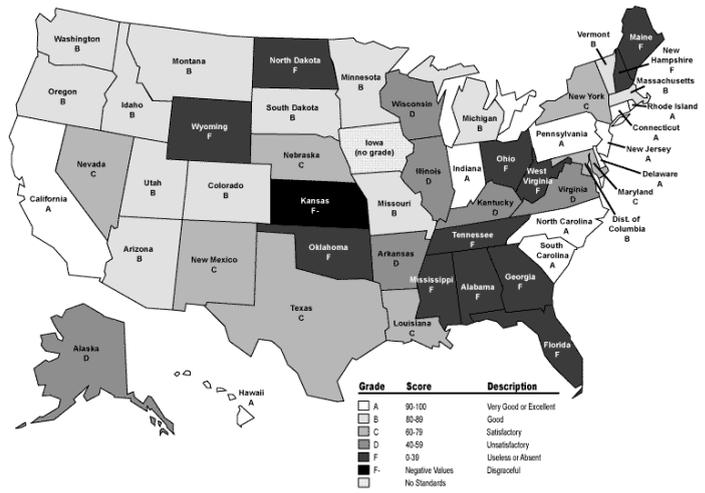
en las poblaciones, cuestiones como la fuente de variabilidad genética, el ritmo gradual o discontinuo del cambio evolutivo o la importancia que ha desempeñado en el proceso evolutivo el azar o una posible capacidad autoorganizativa de la materia, son objeto de controversia. Este debate llega en muchas ocasiones distorsionado al profesorado y tiene como consecuencia negativa la de propiciar errores en la comprensión y en la transmisión de elementos básicos de la teoría evolutiva como, por ejemplo, el concepto de eficacia biológica o el papel de la selección natural en la génesis de la adaptación en los seres vivos. La confusión se aprecia con claridad en la falta de criterio de algunos libros de texto que, después de tratar con extensión las ideas de Lamarck y de Darwin, dedican apartados más cortos, pero de igual rango entre sí, al neodarwinismo, al neutralismo o a los equilibrios interrumpidos, dejando una extraña sensación en el lector sobre el estado actual de la teoría evolutiva.

Se abre paso así una segunda conclusión: la necesidad de transmitir a la sociedad en general, y muy en concreto a la comunidad educativa, un mensaje clarificador de los aspectos básicos del pensamiento evolutivo, sin ocultar los puntos en cuestión, pero sin dar la sensación de que todo vale en el momento actual de la teoría.

### Contrastes entre España y EE.UU.

Por último, la tercera reflexión se centra en el análisis comparativo de la situación de la enseñanza de la evolución en España, donde existe una amplia aceptación del pensamiento evolucionista compatible con una escasa repercusión del mismo a nivel social y cultural, con la de EE.UU, donde se mantiene vivo un debate entre creacionistas y evolucionistas que, de alguna manera, trata de condicionar ideológicamente a la sociedad norteamericana. ¿Cómo es posible que un país que lidera desde hace años las investigaciones en el campo de la evolución posea al tiempo un número alto de ciudadanos que la rechaza?

La respuesta hay que buscarla en los propios orígenes de la sociedad americana y en su estructuración religiosa (véase, para un análisis más detallado, Castro y Toro 2001; Castro *et. al.* 2003). El 95% de los norteamericanos se consideran creyentes y, en su gran mayoría, profesan alguna de las múltiples versiones del cristianismo protestante, caracterizadas muchas

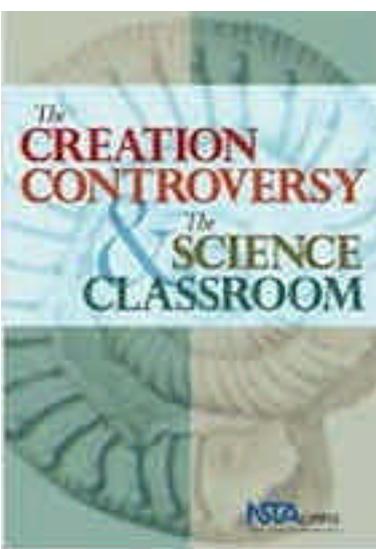


Evaluación de los distintos estados de EE.UU. según el tratamiento de la evolución en sus “estándares científicos” de enseñanza (según el Thomas B. Fordham Institute).

de ellas por su apego a la literalidad de la Biblia y por un amplio grado de autonomía individual en la interpretación de las Sagradas Escrituras. Este individualismo protestante les hace inmunes a la doctrina de conciliación entre ciencia y fe cristiana que se ha hecho tanto por parte de la Iglesia Católica como de importantes teólogos y obispos protestantes, aunque en los últimos tiempos se está cuestionando este acuerdo desde sectores relevantes del catolicismo.

Un debate entre creacionistas y evolucionistas queda lejos de la mentalidad europea que, en líneas generales, acepta el neodarwinismo y mira por encima del hombro esa refriega. Sin embargo, lo que desearía destacar aquí es que, paradójicamente, la influencia del pensamiento evolutivo sobre la concepción del ser humano y su naturaleza es mucho menor entre los pensadores españoles y europeos que entre los norteamericanos. No es exagerado afirmar que, fuera del ámbito anglosajón, la etiqueta de reduccionismo biológico, amparándose en los desastres que han causado movimientos como el darwinismo social o el nazismo, ha sido suficiente para frenar la mayor parte de los intentos de pensar en serio al ser humano desde una perspectiva darwinista. El impacto de disciplinas como la Sociobiología o la Psicología Evolucionista ha sido hasta el momento mucho mayor al otro lado del Atlántico, en donde son numerosos los estudios con un enfoque evolutivo en antropología, filosofía, economía, sociología, psicología, derecho, medicina y política. Y no es extraño que vayan asociados a una literatura para un público muy amplio, ya que abarcan temas que van desde la xenofobia y la guerra hasta el lenguaje y la moralidad, pasando por los distintos aspectos de la sexualidad humana.

Curiosamente, en buena medida, el intelectual europeo se comporta frente a estos temas como un evolucionista no practicante. Sin embargo,



parece sencillo aventurar que esta situación tiene que cambiar en los próximos años. El fenómeno de la globalización y los cambios socioeconómicos que están experimentando los países europeos, propician el desarrollo de fenómenos como el racismo, la intolerancia o el egoísmo social, que de hecho parecen estar incrementando su importancia desde hace unos años. Este ambiente constituye un magnífico caldo de cultivo para que se extienda a nuestro país el debate en torno a la naturaleza humana y su base biológica. La posibilidad de que surjan interpretaciones erróneas del conocimiento científico sobre estas cuestiones o de que se produzca un mal uso del mismo es tanto mayor cuanto menos formada esté nuestra sociedad. Una tercera conclusión de este comentario sería la conveniencia de anticiparse a estos problemas informando con rigor a la sociedad e integrando en el ámbito educativo algunos de los conocimientos esenciales en torno a estos temas.

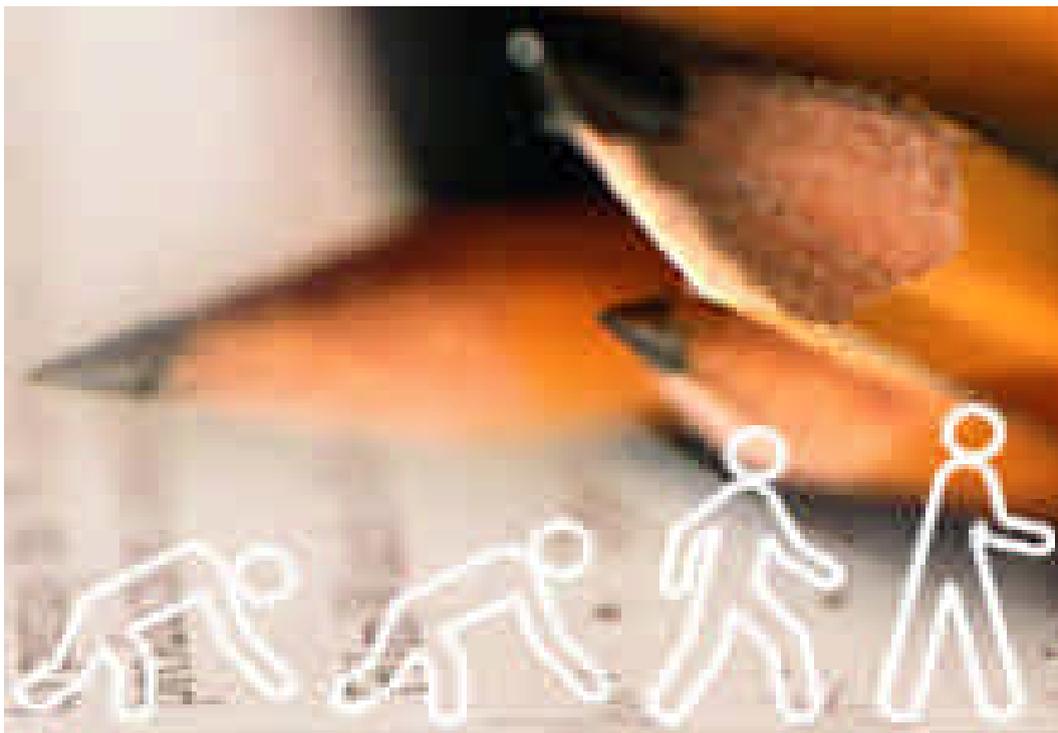
El artículo 2 de los estatutos de la SESBE recoge que los fines de esta sociedad incluyen la promoción y difusión de la Biología Evolutiva en España en sus aspectos científico, tecnológico, aplicado, y divulgativo, con un especial interés en la promoción cultural de la Biología Evolutiva y de la enseñanza de la misma. Creo que estos fines encajan perfectamente con las necesidades detectadas en esta reflexión sobre la evolución y el mundo educativo y que, por tanto, lo que procede es aplicarse a la tarea sin mayor dilación.

## REFERENCIAS

- Bishop B.A. y Anderson C. W. 1986. *Evolution by Natural Selection: A Teaching Module*. (Occasional Paper No. 91), The Institute for Research on Teaching, Michigan State Univ., East Lansing, Michigan.
- Bishop B.A. y Anderson C.W. 1990. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *J. Res. Sci. Teaching* 27: 415-427.
- Castro, L. y Toro, M.A. 2001. Creacionismo: la Biblia frente a Darwin. *CLIO, Revista de Historia* 2: 58-63.
- Castro, L., López-Fanjul, C. y Toro, M.A. 2003. *A la Sombra de Darwin*. Siglo XXI Ed., Madrid.
- Kauffman, S. 2003. *Investigaciones: Complejidad, Autoorganización y Nuevas Leyes para una Biología General*. Tusquets Ed., Barcelona.

## Información del Autor

*Laureano Castro Nogueira* es doctor en CC Biológicas, Catedrático de Bachillerato y Profesor-Tutor de la UNED. Es autor (o coautor) de dos libros y más de 40 artículos de carácter científico y divulgativo. Su línea de investigación se enmarca en el ámbito de la genética del comportamiento y la sociobiología. Ha elaborado modelos teóricos sobre la evolución de varios rasgos característicos de nuestra especie, tales como el altruismo, la capacidad ética, la inteligencia, el lenguaje y la capacidad para la cultura y ha publicado estas investigaciones en algunas de las más prestigiosas revistas del campo (Behavior Genetics, Theoretical Population Biology, Heredity, PNAS, Journal of Theoretical Biology, Biology and Philosophy, etc.).



# Algunas consideraciones sobre la influencia de la Teoría de la Evolución en la zoología española

José Serrano

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30071 Murcia. E-mail: jserrano@um.es

## RESUMEN

Las teorías evolucionistas tuvieron una aceptación generalizada entre los zoólogos españoles, particularmente a partir de la publicación de *La Evolución* (Crusafont *et al.* 1966) y *El desarrollo histórico de las ideas evolucionistas* (Templado 1974). En este proceso de aceptación apenas hubo opiniones heterodoxas, con la excepción de las aportadas por Faustino Cordon. Con ello se entró en una etapa de lo que Kuhn (1975) denominó "*Ciencia normal*", en la que los científicos se dedican mayoritariamente a seguir y corroborar el paradigma. La teoría de la evolución adquiere la condición de pensamiento "transversal", que impregna y condiciona de forma sutil la interpretación tanto del conocimiento zoológico aprendido como de aquel que cada investigador va generando. Sorprende que hasta la década de los 90 no existan asignaturas como *Evolución Biológica* o *Evolución Animal (Vegetal, etc.)* en los planes de estudio que forman a los biólogos de la universidad española. Otro aspecto a debatir es la falta de trabajos científicos dedicados a verificar de forma explícita algún aspecto concreto de la teoría de la evolución. Más aún, es raro encontrar declaraciones expresas acerca de la asunción por parte de los autores de trabajos de zoología, de conceptos como el de especie biológica, macroevolución o microevolución. Esta situación se debe posiblemente a la falta de una enseñanza explícita de la evolución como materia específica, lo que origina un desarrollo escaso del espíritu crítico en los docentes y los discentes, así como una pobre proyección de la filosofía evolucionista, como tal, hacia el campo de la ciencia experimental. *eVOLUCIÓN* 2(1): 67-72 (2007).

**Palabras Clave:** Zoología; Enseñanza Universitaria; Investigación.

## INTRODUCCIÓN

La influencia de la Teoría de la Evolución sobre la zoología española se puede analizar desde varias perspectivas. Una se refiere a la docencia de la misma en las materias de las diferentes carreras universitarias (Biológicas, Ciencias Ambientales, etc.). Otra perspectiva se sitúa en el campo del pensamiento, la elaboración teórica y la difusión hacia los medios de comunicación. Una tercera se centra en el campo de la investigación, es decir, en los trabajos (libros, artículos) dedicados a verificar de forma experimental aspectos concretos de la teoría.

A continuación se exponen algunas consideraciones sobre estas perspectivas, centradas en un marco temporal concreto, desde los años 60 hasta la actualidad, que es cuando se empezaron a notar entre investigadores y profesores los efectos de la síntesis iniciada en los años 30 por Dobzhansky (1970), Simpson (1944), Mayr (1963) y otras figuras destacadas.

## Los referentes de la teoría de la evolución

La propagación de la síntesis neodarwinista entre investigadores y profesores que trabajaban en el campo de la zoología (entendida esta en un sentido amplio), durante los años 60 se hizo de una forma prácticamente individualizada, ya que no había traducciones al español de los referentes más clásicos de la síntesis. No obstante, el intercambio de ideas e información entre los investigadores resultaba factible debido a que eran un número reducido de personas que podían entrar en contacto de forma frecuente.

Así, en Madrid, el profesorado de la Universidad Complutense y un núcleo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Eugenio Ortiz, Enrique Balcells, Joaquín Templado, etc.) ya conocía en esa época un repertorio abundante de recursos bibliográficos sobre evolución, lo que permitía las discusiones sobre el particular a través de debates una vez más formales (charlas, conferencias), otras más espontáneas. La existencia de este clima propició la publicación de una obra que tuvo una gran influencia en los años 70. Se trata de "*La Evolución*", editada por Miguel Crusafont, Bermudo Meléndez y Emiliano Aguirre (1976). Es una obra que sintetiza el estado de la teoría desde un espectro amplio de pareceres y donde hay fuertes connotaciones filosóficas y éticas. Por ello se



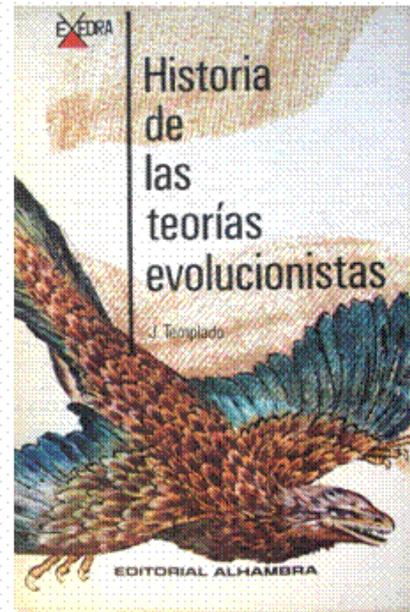
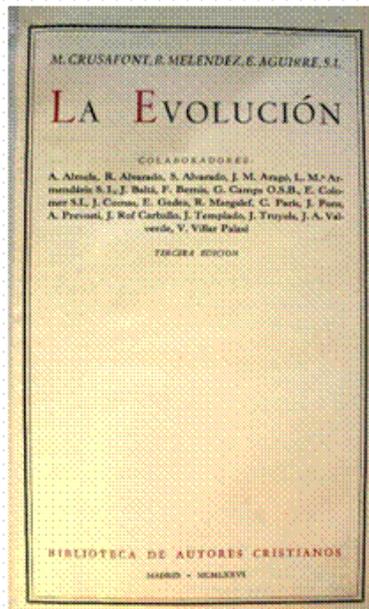
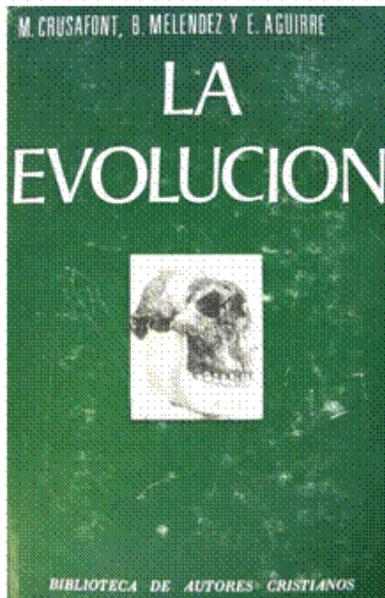
Theodosius Dobzhansky



George G. Simpson



Ernst Mayr



puede encuadrar dentro de las contribuciones del “pensamiento evolutivo”, predominando los aspectos teóricos e históricos.

Muchos de los autores que contribuyeron a la obra se dedicaban de forma activa a la enseñanza y por ello, años antes de la aparición del libro ya eran difusores más o menos activos del pensamiento evolucionista. Así, Rafael Alvarado acostumbraba a explicar el concepto de especie al comienzo de las clases de Zoología en la Universidad Complutense, tema éste que es el objeto de su contribución al libro citado.

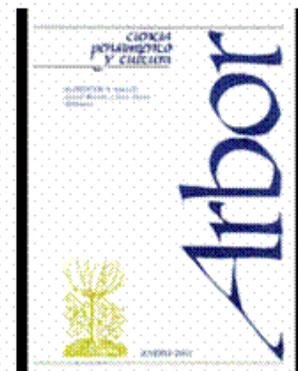
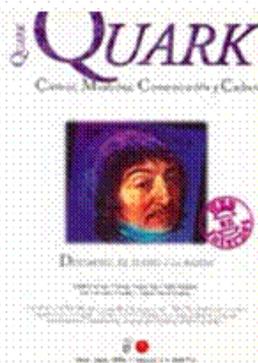
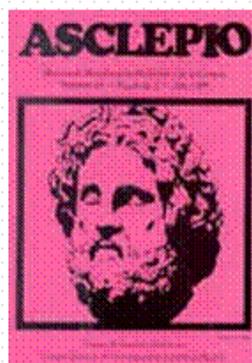
Otra obra que gozó igualmente de gran popularidad fue la de Joaquín Templado (1974), “Historia de las Teorías Evolucionistas”, que contribuyó notablemente a la formación de profesores y estudiantes en el campo evolutivo. En esta línea figura la obra de Cabello y Lope (1987) “Evolución” aunque ya más posterior.

Más recientes son los libros de Francisco José Ayala (1994) “La Teoría de la Evolución. De Darwin a los Últimos Avances de la Genética”, la de Antonio Fontdevila y Andrés Moya (2003) “Evolución: Origen, Adaptación y Divergencia de las Especies”. Ambas son obras actualizadas que reflejan el elevado dinamismo de la teoría, que debe afrontar retos como los que plantean la Teoría Neutralista (Kimura 1983), la del

Equilibrio Punteado (Elredge y Gould 1972) o las críticas del Diseño Inteligente. Dado que son obras recomendadas en los programas de las asignaturas de la enseñanza universitaria, cabe esperar que tengan un efecto muy positivo sobre las generaciones futuras de biólogos evolucionistas.

Junto a estos libros, hubo una serie de contribuciones en forma de artículos que aparecieron en revistas diversas, como la *Revista de Occidente*, *Asclepio*, *Quark*, el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, *Pensamiento: Revista de Investigación e Información Filosófica*, etc. Destaca por la abundancia de trabajos publicados la revista *ARBOR* (CSIC), en la que han aparecido incluso monográficos como “*La Biología a Doscientos Años de La marck*” (2002, Máximo Sandín ed.).

Mención particular merece la obra de Faustino Cordón, un pensador marxista un tanto heterodoxo, que publicó trabajos como “*Introducción al Origen y Evolución de la Vida*” (1958); “*La Evolución Conjunta de los Animales y su Medio*” (1966) y “*La Alimentación Base de la Biología Evolucionista*” (1978). Sus conferencias fueron muy populares en Madrid y otras ciudades durante los 70 y 80.



## La enseñanza de la teoría evolutiva

A pesar de que estas obras, junto con la lectura de todo tipo de trabajos sobre la evolución publicados en el extranjero, han tenido un calado hondo entre las generaciones más recientes de investigadores y pensadores, se podría decir que el efecto de la Teoría de la Evolución sobre la zoología española, en cuanto a la docencia se refiere, han sido muy difusos y difíciles de ser delimitados con precisión.

Para investigar en qué medida la enseñanza de la Teoría de la Evolución se materializó en aspectos concretos, envié en abril de 2006 una pequeña encuesta a todos los departamentos de Zoología o de Biología Animal de España. La primera pregunta era:

**Docencia:** *¿Recuerdas alguna anécdota concreta sobre el efecto de la Teoría de la Evolución en la enseñanza que recibiste sobre temas de Zoología? ¿Cómo docente, has notado alguna influencia, desde general y difusa hasta situaciones muy concretas, de esta teoría en tu forma de enseñar?*

El nivel de respuesta a la encuesta fue muy bajo, aunque nos consta que llegó a numerosos colegas. Dejando aparte la idiosincrasia hispana que nos lleva a colaborar poco en estos asuntos, se percibe que incluso con la mejor voluntad es difícil recordar detalles concretos acerca de cómo le enseñaron a cada uno los fundamentos de la Teoría de la Evolución. Como tónica general, *la formación autodidacta* supone un componente fundamental en la formación académica sobre la Teoría de la Evolución, tanto durante el periodo de alumno universitario, como durante la actividad posterior desde la cátedra o el centro de investigación.

Esta conclusión nos lleva directamente a otra de las cuestiones planteadas en la encuesta:

**Planes de estudio y doctorado:** *¿Se imparte alguna asignatura de primer/segundo ciclo con una denominación concreta de Evolución o Biología Evolutiva, etc.? Más o menos, ¿desde qué año o plan? En cuanto al doctorado, ¿has sido responsable de alguna materia directamente relacionada con la Teoría de la Evolución, o sabes de algún compañero que haya impartido este tipo de docencia?*

Tampoco aquí hubo mucha respuesta. La asignatura optativa “*Genética Evolutiva*” ya se podía estudiar en los 70 en la Complutense, gracias al regreso de Eduardo Torroja desde Austin, donde trabajó con Dobzhansky y su equipo. Hoy todavía figura dentro de una especialidad de la carrera, junto con otras de contenidos complementarios.

En Granada se imparte una optativa llamada “*Fundamentos Teóricos de la Ecología Evolutiva*”. En Oviedo se imparte una troncal

llamada “*Diversidad y Evolución Animal*”. En Murcia se implantaron en los 90 las materias de “*Evolución Animal*” y “*Evolución Vegetal*”. Estas pinceladas indican que la Teoría de la Evolución ha ido tomando un cierto protagonismo como enseñanza específica en varias universidades españolas. No obstante, la tónica predominante es que los contenidos de la Teoría de la Evolución se siguen enseñando de forma parcial, dentro de numerosas materias, sobre todo las que tienen que ver con la Genética.

El Prof. José Luís Tellería (Univ. Complutense, Madrid) me hizo notar que esto se debe al carácter transversal de la propia teoría, lo que explica que no haya costumbre de impartirla como una materia específica, sino que cada profesor suele tomar los elementos que estima oportuno para impartir unos los conocimientos particulares. El Prof. Manuel Soler (Univ. Granada) ya llamó la atención sobre esta circunstancia de escasez de materias que hacen referencia directa a la evolución en los currícula universitarios (Soler 2002). En el lúcido y ameno análisis que ha realizado Adolfo Cordero (2003) sobre la relación entre Ecología y Evolución, se pone de manifiesto que no hay departamentos de Ecología Evolutiva, los cuales son frecuentes en otros países. ¿Qué decir entonces sobre la Zoología? Lo único más parecido a una Zoología Evolutiva es el departamento de Biología Evolutiva del CSIC en Doñana.

Esta situación contrasta con el hecho de que en numerosos centros en Alemania, Gran Bretaña, Francia, Estados Unidos, etc., hay departamentos que incluyen en su denominación la palabra *Evolutiva*, y donde se imparten materias que incluyen dicho adjetivo y se enseña la Teoría de la Evolución como un conjunto integrado.

Esta concepción de la forma de enseñar a los universitarios la Teoría de la Evolución, de una manera sectorial y desgranada en varias materias, deja en el aire un interrogante de importancia: ¿la falta de una formación específica en la teoría evolutiva está relacionada con la escasez de trabajos experimentales desarrollados en España, directamente dedicados a verificar hipótesis particulares de la misma? Volveremos sobre esta cuestión enseguida.

Para finalizar el breve repaso de la didáctica de la Teoría de la Evolución, es justo recordar la labor que se ha llevado a cabo en varias Escuelas de Magisterio y posteriormente en las Facultades de Educación, donde se ha venido preparado al futuro profesor a enseñar la teoría con vistas a su difusión en la enseñanza secundaria. En las revistas “*Enseñanza de las Ciencias*” y “*Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*”, quedan varios testimonios interesante de esta labor formativa.

## Teoría evolutiva y práctica: del marco conceptual a la investigación

La segunda perspectiva planteada al comienzo de este artículo se refería a la influencia de la Teoría de la Evolución en el campo del pensamiento zoológico, la elaboración teórica y la difusión hacia los medios de comunicación. Muchas de las obras y datos citadas con anterioridad contienen elementos relativos a la zoología, y son ilustrativas de dicha influencia, calificable de discreta pero siempre constante. Las conferencias de Francisco José Ayala en sus visitas frecuentes a España, constituyen una de las mejores divulgaciones de la teoría evolutiva, pues han dejado una huella imborrable en amplios auditorios.

Aunque dirigidas hacia un público más especializado, las revistas *Investigación y Ciencia* y *Mundo Científico* han sido vehículos divulgativos de consulta generalizada por el público con formación académica.

En cuanto a la investigación que se ha realizado en zoología, creemos conveniente realizar una consideración previa. Las circunstancias históricas antes mencionadas sobre la implantación progresiva de la Teoría de la Evolución entre los zoólogos españoles, merced a un notable voluntarismo autodidacta, no pudo llevar al desarrollo de una *comunidad vigorosa de evolucionistas españoles* que combinara la teoría con la práctica. Existen lógicamente algunas excepciones a título individual. Por ello, no es de extrañar que no se haya apreciado un ambiente de crítica positiva y razonada hacia la Teoría de la Evolución, y así, se podría postular que hubo una *asunción generalizada de la teoría* por parte de aquellos que íbamos formándonos progresivamente en su marco conceptual y sus derivaciones prácticas. Entramos de lleno en lo que Kuhn (1975) denomina el *“periodo de ciencia normal”*, dentro de su ciclo de las revoluciones científicas, como ocurrió con la mayoría de la comunidad científica internacional. En dicho periodo, lo poco o mucho que se hizo en el campo experimental estaba en el fondo simplemente orientado a verificar las expectativas más ortodoxas de la Teoría de la Evolución, sin que se apreciaran voces discordantes, como las de Kimura, Elredge y Gould.

Entrando pues en los efectos de la Teoría de la Evolución sobre la investigación zoológica, quizás convendría distinguir entre los trabajos que se refieren a un contexto no específicamente evolutivo, de aquellos que están encaminados a analizar aspectos zoológicos desde una perspectiva puramente evolutiva, es decir, los encaminados a resolver cuestiones clásicas como las planteadas por el propio Darwin o autores posteriores.

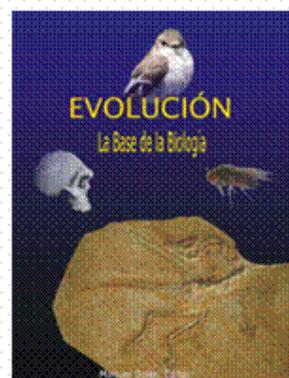
En el primer caso, y usando un criterio amplio, se podrían incluir numerosos trabajos de un

espectro muy diversificado, en los que los autores asumen de forma implícita o explícita los postulados básicos de la Teoría de la Evolución como marco conceptual, para luego abordar un problema sistemático o filogenético referido a grupo animal concreto. Normalmente, los postulados de partida de tales trabajos son evolucionistas pero sin que haya una mención *explícita* de los mismos. Por ejemplo, en los trabajos taxonómicos en los que se describen nuevas especies, ó se hacen claves de identificación, cuesta encontrar qué definición de especie (morfológica, biológica o cualquier otra) está usando el autor a lo largo del mismo.

Hay que esperar a la propagación del cladismo para encontrar trabajos de sistemática en los que de una forma mucho más explícita se indica que se maneja el concepto de especie evolutiva, la filogenética, la biológica, etc. Es el campo de La Taxonomía donde mejor se advierte que la mayoría de los zoólogos tienen fundamentos evolucionistas en mayor o menor grado, pero que esto no se traduce en la práctica, ya que las especies son tratadas siguiendo el concepto tipológico típicamente linneano. Tal disociación entre teoría y práctica resulta bastante llamativa y es un punto que merece un análisis más detallado.

Hay algunas excepciones a este panorama. Una es el libro que publicó la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) dedicado a la *“Evolución y Filogenia de Arthropoda”* (Melic *et al.* 1999). Incluye contribuciones que van de los aspectos más teóricos a otros que abordan la evolución de grupos concretos como homópteros, heterópteros, himenópteros, coleópteros, lepidópteros, etc. Igualmente se analizan problemas concretos como los ciclos vitales y balances energéticos en artrópodos, las implicaciones ecológicas y evolutivas del tamaño en los artrópodos, el aprovisionamiento óptimo, ó la selección sexual y el comportamiento reproductor de los insectos.

Otra excepción destacada es la del libro editado por el Prof. Manuel Soler en 2002, *“Evolución, la Base de la Biología”*. En el mismo se encuentran de nuevo trabajos referidos a problemas evolutivos que se analizan en grupos zoológicos concretos de todo el Reino Animal. Allí figuran contribuciones sobre competición espermática, evolución de señales del estatus social, evolución de cuidados parentales, evolución de estrategias vitales, evolución del sexo, etc. Y a escala de grupos o de especies particulares hay trabajos sobre la cola de la golondrina, las



estrategias antipredatorias en reptiles, el críalo, etc.

Además de estos dos libros, hay una buena cantidad de trabajos en los que la Teoría de la Evolución se asocia a la investigación zoológica. Una primera búsqueda en la base de datos *DIALNET* no ha dado muchos resultados, debido sobre todo a que la base se refiere solo a revistas españolas.

Una búsqueda en la base del *ISI Web of Knowledge* indicando que el título debe llevar las palabras “*Evolution AND evolutionary*”, y que en *address figure* “*Spain*”, dio unos 920 trabajos, de los cuales unos 80 se podrían considerar con un claro contenido de Zoología y Evolución, y en los que al menos un firmante es español. Trabajos más centrados en la biología molecular, el desarrollo, la genética más pura, la ecología evolutiva, etc., no han sido incluidos.

Mientras que en los primeros registros (la base empieza en 1991) figuran trabajos basados en la morfología y en los cromosomas, a partir de 1995 se advierte el progreso acelerado de los trabajos que tienen una base molecular, hasta ser prácticamente los únicos que se encuentran en 2004 y 2005. También se advierte que la cantidad de trabajos se incrementa con el tiempo.

Estos dos datos sugieren que los zoólogos españoles, *sensu lato*, han ido abordando problemas de zoología con un componente evolutivo cada vez más manifiesto, desde los años 60 y 70 hasta la actualidad. Dicho de otra manera, los zoólogos se han vuelto cada vez más evolucionistas en su actividad científica, gracias al poderoso desarrollo de los conceptos y herramientas moleculares, que remataron los efectos derivados de la difusión de la sistemática filogenética.

## CONCLUSIONES

Este breve análisis de la interrelación entre Teoría de la Evolución y la Zoología en España, sugiere las siguientes ideas:

1. El neodarwinismo se propagó de forma manifiesta entre los zoólogos españoles durante los 60 y los 70. Los postulados de la síntesis han gozado de una aceptación generalizada.

2. A pesar de ello, no se ha alcanzado una *masa crítica* de investigadores en número y calidad, que haya tenido un protagonismo acusado, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, en cuanto a aportaciones relevantes (críticas) a la Teoría de la Evolución. Hay las lógicas excepciones individuales.

3. Esta situación se debe, entre otros factores, a la permeación difusa de la Teoría de la Evolución, que afecta tanto al periodo de formación del investigador, como al desempeño posterior de la actividad docente e investigadora.

4. La impartición de la Teoría de la Evolución como materia específica de los currícula

académicos ha sido escasa y tardía. Esta circunstancia está directamente relacionada con la permeación difusa antes mencionada.

5. La formación autodidacta y el voluntarismo han paliado solo en parte tales carencias.

6. Parece haber ocurrido una cierta disociación entre asimilación conceptual de la Teoría de la Evolución y la puesta en marcha de investigaciones zoológicas claramente derivadas del marco conceptual. Esta disociación es, por ejemplo, evidente en los trabajos de taxonomía.

7. Las influencias de la Sistemática Filogenética y los avances conceptuales e instrumentales de la Biología Molecular, han contribuido al aumento notable de los trabajos zoológicos claramente impregnados de los fundamentos evolutivos. Esta tendencia está consolidada, de forma que la mayoría de los zoólogos españoles trabajan desde postulados evolutivos explícitos.

## REFERENCIAS

- Ayala, F.J. 1994. *La Teoría de la Evolución: de Darwin a los Últimos Avances de la Genética*. Ed. Temas de Hoy, Madrid.
- Cabello, M. y Lope, S. 1987. *Evolución*. Alhambra Longman, Madrid.
- Cordero, A. 2003. La Ecología y la Evolución -o la evolución de la Ecología-: “Spain is different”. Documento disponible on line: <http://webs.uvigo.es/adolfo.cordero/ecoevo.htm>
- Cordón, F. 1958. *Introducción al Origen y Evolución de la Vida*. Taurus, Madrid.
- Cordon, F. 1966. *La Evolución Conjunta de los Animales y su Medio*. Anthropos, Barcelona.
- Cordón, F. 1978. *La Alimentación Base de la Biología Evolucionista. Vol. 1: Origen, Naturaleza y Evolución del Protoplasma*. Alfaguara, Madrid.
- Crusafont, M., Meléndez, B. y Aguirre, E. (eds.) 1976. *La Evolucion*. Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid.
- Dobzhansky, T. 1970. *Genetics of the Evolutionary Process*. Columbia Univ. Press, New York. (2ª ed. del original de 1937).
- Eldredge, N.Y. y Gould, S.J. 1972. Punctuated equilibria; an alternative to phyletic gradualism. Pp 82-115. En: Schopf, T.J.M. (ed.) *Models of Paleobiology*. Freeman Cooper, San Francisco.
- Fontdevila, A. y Moya, A. 2003. *Evolución: Origen, Adaptación y Divergencia de las Especies*. Ed. Síntesis, Madrid.
- Kimura, M. 1983. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge Univ. Press. New York.
- Kuhn, T.S. 1975. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica, México D.F.
- Mayr, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Harvard Univ. Press.

- Melic, A., Haro, J.J., Méndez, M. y Ribera, I. (eds.) 1999. *Evolución y Filogenia de Arthropoda*. Bol. SEA nº 26.
- Simpson, G.G. 1944. *Tempo and Mode in Evolution*, Columbia Univ. Press.
- Soler, M. (ed.) 2003. *Evolución, la base de la biología*. Proyecto Sur, Granada.
- Sandín, M. (ed.) 2002. *La Biología a Doscientos Años de Lamarck*. Arbor nº 677 (mayo), tomo 172.
- Templado, J. 1977. *Historia de las Teorías Evolucionistas*. Alhambra, Madrid.

### Información del Autor

José Serrano realizó la tesis doctoral en citotaxonomía de coleópteros carábidos en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC Madrid) y ahora es Catedrático de Zoología en la Universidad de Murcia. Su interés se centra en la evolución y la filogenia de estos coleópteros (análisis molecular, citotaxonomía, biogeografía, ecología, taxonomía), línea que complementa con otra de ecología molecular y genética de poblaciones de la abeja doméstica.



## LA OPINIÓN DEL EVOLUCIONISTA

En esta sección se recogen las opiniones, recomendaciones, críticas y comentarios de nuestros lectores sobre artículos aparecidos en la misma **eVOLUCIÓN** o en otras revistas o páginas webs con orientación evolutiva (o "pseudoevolutiva"), así como comentarios de libros sobre evolución de reciente aparición, etc. Os invitamos a todos a que nos enviéis vuestras propuestas de comentarios, y a los autores de libros a que nos hagan conocer su publicación para que podamos reseñarlo y comentarlo.

### COMENTARIOS DE LIBROS

#### "La Lógica del Titiritero. Una Interpretación Evolucionista de la Conducta Humana"

de Pablo Rodríguez Palenzuela.

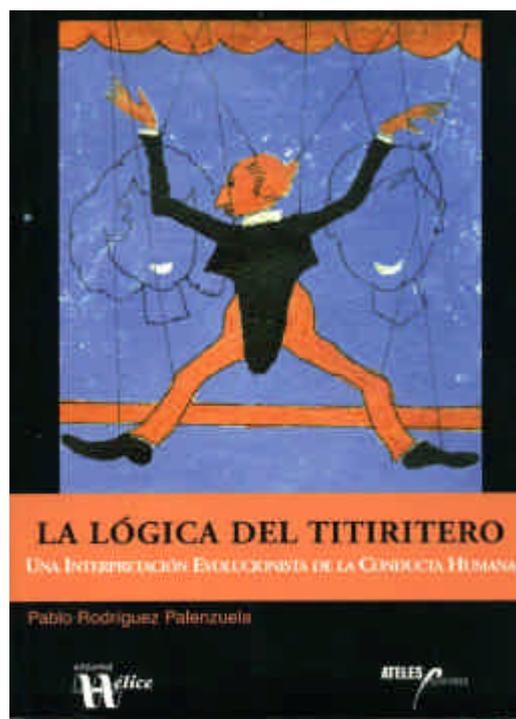
##### Comentado por Manuel Soler

Dept. Biología Animal, Universidad de Granada

E-mail: msoler@ugr.es

Durante el recientemente finalizado 2006, se ha publicado un libro que lleva el enigmático título de "La Lógica del Titiritero". Ese título no nos dice nada, pero el subtítulo: "Una Interpretación Evolucionista de la Conducta Humana", sí describe con precisión el contenido del libro y justifica la aparición de este comentario en nuestra revista **eVOLUCIÓN**.

En mi opinión se trata de un buen libro que ya, desde el principio de estas líneas, recomiendo a todos los interesados en la biología evolutiva en general y en el comportamiento humano en particular. Aunque no es el primero (ver por ejemplo Castro et al. 2003; Campillo Álvarez 2005; Tobeña 2006), es de agradecer la publicación de un libro, escrito en español, dedicado a la divulgación del comportamiento humano visto desde el punto de vista de la teoría evolutiva, pues, aunque en inglés los hay por docenas, los publicados en nuestra lengua son, por desgracia, todavía muy escasos. Me parece muy positivo, e incluso necesario, que en un país como el nuestro, en el que la teoría evolutiva tiene un papel tan poco relevante (tanto a nivel académico como científico y divulgativo), se produgan los libros como este en el que, por ejemplo, se divulgan ideas tan importantes como las de Charles Darwin sobre la selección natural (págs. 27 y 28), las de William Hamilton sobre la selección de parentesco (Pág. 166) o las de Robert Trivers sobre conflicto, tanto entre hermanos, como entre padres e hijos (pág. 173).



El libro está organizado en 9 capítulos. Después de la introducción, el autor dedica el **primer capítulo** a la historia de las ideas evolutivas finalizando con la descripción de la "Nueva Síntesis" aunque dedica un último apartado, el más amplio del capítulo a "neutralismo y evolución molecular" al que me referiré más tarde. El **segundo capítulo**, al que denomina "Animales", lo dedica al comportamiento animal describiendo conceptos como instinto, aprendizaje e inteligencia animal, y prestando especial atención a la cultura en animales. En el **tercer capítulo** trata un tema muy importante y polémico, no sólo por motivos intelectuales, sino también por motivos políticos y religiosos: la relación entre genes y medio ambiente, o dicho de otra forma, la supuesta dicotomía naturaleza/crianza, que ha provocado (y continúa haciéndolo) acaloradas discusiones entre científicos y filósofos de distintas escuelas. En el **cuarto capítulo** ("Los padres no tienen la culpa"), continuando con el

mismo tema, se plantea si realmente es cierta la creencia, tan ampliamente extendida, de que el ambiente en el que son educados los hijos es el responsable directo de su personalidad al llegar a adultos. Revisa aspectos como la orientación sexual, la esquizofrenia y la obesidad, y va concluyendo, en mayor o menor medida, que los genes explican una gran parte de la varianza y que la influencia familiar puede representar un cierto papel, pero no es determinante. El tema protagonista de los dos siguiente **capítulos (5° y 6°)** es el comportamiento sexual, prestando especial atención a las diferencias entre mujeres y hombres en el segundo de ellos. En el **capítulo séptimo** se aborda el tema de los comportamientos altruistas, y el **capítulo octavo** se dedica íntegramente a la evolución del lenguaje (una clara muestra de la importante influencia que la psicología evolutiva tiene sobre el autor del libro) y, por último, en el **capítulo noveno**, se analiza un aspecto más filosófico, el de la naturaleza humana.

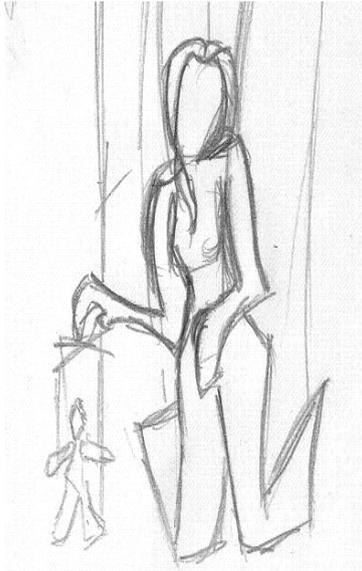
Son muchos los puntos positivos que se pueden destacar de este libro. Me ha gustado mucho, no sólo el enfoque y el contenido, sino también otros aspectos como el estilo y el lenguaje claro y directo que se utiliza, el título (basado en una frase de R. Wright en relación con la polémica del determinismo biológico: "Si somos marionetas, nuestra mejor opción para dejar de serlo es tratar de averiguar la lógica del titiritero"), el recurso literario de incluir en algunos capítulos una historia en cursiva que ayuda a comprender los argumentos empleados, etc. En cuanto al contenido, es de destacar que se describen, se discuten y, en definitiva, se tratan adecuadamente aspectos básicos e importantes como las diferencias entre hombres y mujeres, la selección de pareja diferenciando entre las características que selecciona cada sexo, la existencia de los comportamientos altruistas y, principalmente, el tema del papel de los genes en la inteligencia y el comportamiento humano. Consciente de la polémica que ha generado históricamente y las implicaciones políticas que ha tenido, este último tema es tratado por el autor con sumo tacto y cuidado. En el capítulo tercero dedicado a este aspecto comienza destacando cinco puntos básicos que son un buen resumen del estado actual del tema y constituyen una visión alejada de las dos posiciones extremas que a veces han rozado el fanatismo. Lo más importante se puede resumir diciendo que la dicotomía genético/aprendido es falsa y que genético no es sinónimo de inevitable. Además, en el último de esos cinco puntos destaca que el hecho de admitir que los genes son importantes "no constituye una declaración de

ideología nazi, racista o de extrema derecha". Es triste que en un libro de divulgación científica se tenga que hacer esta declaración, pero la verdad es que es necesario teniendo en cuenta las interpretaciones interesadas que en otras ocasiones han hecho del tema tanto los extremistas de derechas como los de izquierdas.

Sin embargo, a pesar de los muchos aspectos positivos del libro, algunos de los cuales ya he destacado, hay dos cuestiones que no lo son tanto y que necesitan un comentario. Seguramente, son la consecuencia de la formación del autor, que se dedica profesionalmente a la biología molecular y a la bioinformática y que ha llegado a estos temas desde un enfoque muy relacionado con la psicología.

La primera de estas cuestiones es una contradicción bastante importante: al principio del libro (principalmente en el apartado "neutralismo y evolución molecular", pág. 33) toma partido a favor de los críticos de la teoría darwinista, lo que llama la atención teniendo en cuenta que, a lo largo de todo el libro, se utilizan argumentos adaptacionistas. Es más, puedo decir que es uno de los libros más adaptacionistas que he leído. Se divulgan y apoyan las explicaciones adaptacionistas para todos los comportamientos humanos, incluso algunas de las consideradas como más especulativas, como por ejemplo, las existentes para la menopausia (pág. 169), el enamoramiento (pág. 149), la búsqueda de un elevado estatus social (pág. 197), la evolución del aparato emocional (pág. 187), la aparición y evolución del lenguaje como un instinto (pág. 206), e incluso, algunos comportamientos altruistas como la donación de sangre (pág. 186). La verdad es que se les da la razón a los críticos pero, posteriormente, con frecuencia, aparece un pero, una justificación. Incluso, al final del primer capítulo, el dedicado a la evolución (pág. 37), les da la razón a los neutralistas para, posteriormente, quitársela en lo más importante: "los resultados de la evolución molecular inclinan la balanza del lado de los neutralistas; es cierto que la mayoría de los cambios genéticos son neutrales. Sin embargo, puede argumentarse que aunque esto sea cierto, ello no cambia el núcleo central de la teoría darwinista".

No entiendo esta postura (cuando menos) aparentemente crítica. El autor de este libro tendría que mostrarse muy claramente a favor de la teoría de la selección natural, pues todas esos argumentos de los críticos han sido



adecuadamente rebatidos (ver, por ejemplo, el artículo de Juan Moreno (2006) publicado en el primer número de eVOLUCIÓN). He supuesto que se trata de una postura "defensiva" por parte del autor para no contradecir la tendencia, bastante extendida en España, sobre todo a nivel editorial, de crítica al Darwinismo: se traducen con frecuencia los libros de los críticos, principalmente los de Gould,



mientras que los de autores pro-adaptacionistas o pro-darwinistas son, salvo raras excepciones, ignorados. Además, se publican libros escritos por autores españoles que proclaman la muerte de la teoría de la selección natural (Sampedro 2002) o, incluso, otros basados en argumentos anticuados que fueron refutados hace mucho tiempo (Vallejo 1998). Para una información detallada sobre este tema y ver una respuesta clara y contundente a todas las críticas basadas en la presunta incompatibilidad con el darwinismo de algunos datos obtenidos recientemente por la ciencia, recomiendo leer el mencionado artículo de Juan Moreno (2006).

El segundo tema que quería comentar es de menor importancia pues creo que puede verse reducido simplemente a una cuestión semántica, pero pienso que merece la pena abordarlo pues me parece bastante injusto que, a lo largo de todo el libro, se hable de la psicología evolutiva como el marco teórico en el que se encuadran todos los temas tratados. Es evidente que se trata de comportamiento humano y que en algunos ámbitos científicos este tema se incluye en esa disciplina que se ha dado en llamar psicología evolutiva (aunque no es lo más frecuente, por ejemplo, Douglas J. Futuyma (1999) ni siquiera la menciona en su análisis de las ciencias que constituyen la biología evolutiva). Sin embargo, como el propio Pablo Rodríguez explica, los considerados fundadores de esta disciplina, John Tooby y Leda Cosmides, a principios de los noventa, "para empezar renombraron la disciplina como "psicología evolucionista", conscientes de que el nombre "sociobiología" había quedado "contaminado" con reminiscencias políticas de extrema derecha" (pág. 248). No obstante, aparte del cambio de nombre (poco justificado, de todas formas, puesto que el término sociobiología se sigue utilizando, e incluso para reivindicar el triunfo de esta disciplina sobre sus críticos (Alcock 2001), los métodos y los

principios en los que se basa son los de la biología evolutiva en general y, en particular, los de la ecología evolutiva y ecología del comportamiento, disciplinas con varias décadas de trabajo fructífero y aportaciones científicas muy relevantes. Me parece bien llamar psicología evolutiva a la disciplina que aplica los principios de la biología evolutiva al estudio de la mente humana (objetivo de

esta disciplina según la define el autor, pág. 15), pero no me parece justificado que se utilice este mismo nombre para todos los temas que se han tratado en el libro, no sólo los relacionados con la sociobiología, sino, incluso, otros relacionados con otros aspectos como la selección sexual, los cuidados parentales o las estrategias vitales de amplia tradición en ecología evolutiva y ecología del comportamiento.

Para finalizar, reiterar mi bienvenida y mi recomendación de comprar y leer este libro, "La Lógica del Titiritero." Ojalá continúe la racha y se sigan publicando libros proadaptacionistas, pues cuanto mejor conozcamos la lógica del titiritero, mejor nos conoceremos a nosotros mismos y existirá la posibilidad de cambiar lo que no nos guste como sugieren R. Wright y Pablo Rodríguez Palenzuela.

- Alcock, J. 2001. *The Triumph of Sociobiology*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Campillo Álvarez, J.E. 2005. *La Cadera de Eva: El Protagonismo de la Mujer en la Evolución de la Especie Humana*. Ed. Crítica. Barcelona.
- Castro, L., López-Fanjul, C. y Toro, M.A. 2003. *A la Sombra de Darwin: las Aproximaciones Evolucionistas al Comportamiento Humano*. Siglo XXI de España Ed.. Madrid
- Futuyma, D.J. 1999. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachussets.
- Moreno, J. 2006.. *Ecología: su importancia para el estudio de la evolución*. eVOLUCIÓN 1: 25-42.
- Sampedro, J. 2002. *Deconstruyendo a Darwin*. Ed. Crítica. Barcelona.
- Tobeña, A. 2006. *El Cerebro Erótico: La esfera de los libros*. Barcelona.
- Vallejo, F. 1998. *La Tautología Darwinista*. Taurus.

**Rodríguez Palenzuela, P. 2006. La Lógica del Titiritero. Una Interpretación Evolucionista de la Conducta Humana. Editorial Hélice-Ateles Editores. 265 pp. ISBN: 84-934414-1-4. 18 Euros. Pedidos: <http://www.ateles.net>**

**Información complementaria al libro en la web del autor:**

**<http://pablorpalenzuela.wordpress.com>**

## DIVULGACIÓN EVOLUCIONISTA

En esta sección se trata de ofrecer resúmenes de aportaciones recientes científicas importantes sobre diversos aspectos evolutivos, con el fin de divulgar los descubrimientos evolutivos en distintos campos y ponerlos al alcance de los no especialistas en esa materia.

### ¿Altruismo o coacción?

Un resumen del artículo:

Wenseleers, T. y Ratnieks, F.L.W. 2006.  
Enforced altruism in insect societies.  
Nature 444: 50.

### Comentado por María Roldán

Dept. Biología Animal, Universidad de Granada  
E-mail: marog@ugr.es

Hasta ahora, se reconocía el máximo grado de altruismo animal en los denominados insectos eusociales. Recientemente, se ha publicado en la revista Nature un estudio (Wenseleers y Ratnieks 2006b) que debate si este altruismo es real u obligado, basándose en la hipótesis del "policing" (Ratnieks 1988; Krebs y Davies 1993) según la cual, algunas obreras de la colonia controlan y destruyen los huevos que pudieran haber puesto otras obreras de la colonia. Estas obreras policía serían las que coaccionarían a las demás obreras, la destrucción de estos huevos egoístas las obliga a ser altruistas.

Los insectos eusociales son, principalmente, abejas, avispas, hormigas y termitas, y se definen como aquellos que presentan tres características concretas: (i) solapamiento de generaciones, (ii) cuidado cooperativo de los jóvenes donde los hijos de una puesta ayudan a criar a los nacidos de puestas posteriores y (iii) existencia de castas estériles, esto es, individuos dentro de la colonia que no se reproducen. W. D. Hamilton (1964) propuso su teoría de selección de parentesco que explicaría este altruismo. Esta teoría, aunque en un sentido amplio está basada en el hecho de que también se puede contribuir a la aportación genética de las siguientes generaciones favoreciendo la reproducción de parientes con los que se comparten genes, en el caso de los himenópteros, Hamilton iba incluso más allá considerando el tipo de reproducción de estos insectos, conocida como haplodiploidía. La haplodiploidía consiste en que los machos sólo tienen un juego de genes (haploidía) correspondiente a la madre, mientras que las hembras tienen dos juegos (diploidía) uno proveniente de la madre y otro del padre. Debido a este extraño reparto de genes, las hembras (obreras de estas



colonias) estarían más relacionadas con sus hermanas con las que compartirían  $\frac{3}{4}$  de sus genes, que con sus propias hijas, con las que compartirían  $\frac{1}{2}$  de sus genes, como es normal en reproducción sexual. Por otra parte, con sus hermanos compartirían  $\frac{1}{4}$  de los genes. Según esta relación de parentesco, las hembras de una colonia tendrían mayores beneficios genéticos ayudando a la cría de hermanas que cuidando a su propia descendencia. En la naturaleza la gran batalla reside en dejar el mayor número de descendientes y de la mejor calidad posible, es decir, en maximizar la contribución genética a las siguientes generaciones.

Pero, en el caso de que la reina porte esperma de varios machos o existan varias reinas dentro de la colonia, sólo las hijas del mismo padre (y madre) mantendrían la relación de parentesco que las llevaría a comportarse de forma altruista. Por otra parte, existe un conflicto entre la reina y las obreras dentro de cada colonia. La reina preferiría poner huevos que diesen lugar a machos (que solo poseen la copia de genes maternos), de esta forma sólo permanecerían mediante reproducción los genes de la reina. Sin embargo, las obreras prefieren que esos huevos sean hembras ya que con sus hermanos la relación de parentesco es menor (Ratnieks y Visscher 1989).

En muchas de estas especies se ha descrito la existencia de obreras que ponen huevos (Wenseleers y Ratnieks 2006a), lo que significa que no serían altruistas; de hecho, podrían ser llamadas obreras egoístas puesto que preten-

den que la colonia cuide de sus descendientes sin obtener un beneficio genético claro (la descendencia de estas obreras presenta una baja relación de parentesco con las que serían sus tías). Para evitar este engaño, las obreras policía (cuya labor es vigilar que sólo los huevos de la reina sean criados en la colonia) destruirán (generalmente comiéndoselos) los huevos puestos por otras obreras. Existen otras colonias con menor número de obreras en las que sería la reina mediante feromonas quien evitaría la posible reproducción de las obreras, este método sólo es posible en colonias pequeñas, puesto que en colonias grandes la señal (feromonas) no tendría capacidad para dispersarse por toda la colonia con capacidad suficiente para inhibir la reproducción.

Una vez que se ha conseguido que tan solo la reina ponga huevos, ¿cómo se seleccionan aquellos que llegarán a ser reinas? Existe un segundo modo de control mediante el alimento proporcionado, de tal forma que los huevos que darán lugar a obreras, serían peor alimentados que los que van a dar lugar a las reinas, produciendo así una constricción fisiológica en las obreras evitando que puedan poner huevos. Dentro de este modo de control, también puede reflejarse el conflicto entre la reina y las obreras por la razón de sexos en la puesta, ya que son las obreras las que alimentan a las larvas y podrían decidir no alimentar a los machos. El hecho de que en la mayoría de los casos sean alimentados se puede considerar otra prueba de altruismo dentro de estas sociedades.

Wenseleers y Ratnieks (2004) encontraron una especie de abeja del género *Melipona* en la que no se apreciaba la existencia de selección de las reinas mediante alimento. Todas las celdas estaban provistas de alimento por igual, de tal forma que es la larva la que elige si desarrollarse como reina o como obrera. Sorprendentemente, más del 75% de las larvas eligen la opción altruista de ser obreras, la proporción que elegía esta opción estaba positivamente correlacionada con el grado de parentesco en la colonia, como era predecible. El resto eligen ser reinas, por tanto existe un exceso de reinas en la colonia. Las obreras policía matan a las reinas en exceso, surgiendo así una nueva forma de control dentro de la colonia.

Recientemente, Wenseleers y Ratnieks (2006b) han publicado un nuevo estudio en el que muestran cómo en las eusociedades, al menos en el caso de los Himenópteros no formícidos, es principalmente la coacción social la que reduce el número de obreras egoístas. En este estudio han comparado la proporción de obreras no reproductoras (como medida del altruismo de las obreras), el grado de paren-

tesco entre obreras y la efectividad del control de las policías sobre los huevos puestos por otras obreras. Sus resultados reflejan que el número de obreras que se reproducen es menor conforme mayor es el control de las policías. Al estudiar el grado de parentesco observan que en aquellas colonias donde éste es mayor no existe un mayor altruismo (contrariamente a lo que predice la teoría de selección de parentesco), y que una mayor proporción de obreras se reproducen cuando el grado de parentesco es elevado, como predice la hipótesis de 'policing' (control por parte de las obreras) (Ratnieks 1988; Krebs y Davies 1993). Por último, encuentran una relación negativa entre la efectividad del control y el grado de parentesco, es decir, el control es menos exigente cuando el grado de parentesco es elevado. Sin embargo, encuentran que en colonias sin reina se produce la relación contraria, es decir, cuanto mayor es el grado de parentesco dentro de la colonia, menor es el número de obreras que ponen huevos; por tanto, el parentesco promovería que el altruismo continúe vigente.

Estos estudios muestran que el altruismo, seguramente, fue una condición indispensable en el origen de las eusociedades, pero, en la actualidad, se aprecia un cambio significativo con respecto al comportamiento altruista de las obreras dentro de la colonia. Cada vez aumenta la evidencia de que dicho altruismo tiene que ser mantenido, en muchos casos, mediante coacción por parte de otras obreras. Los estudios aquí comentados reflejan una posible evolución desde las primigenias hasta las actuales eusociedades de insectos en las que, quizá, el conflicto interno sea mucho mayor que en el origen.

- Hamilton, W.D. 1964. The genetical evolution of social behaviour. I *J. Theor. Biol.* 7: 1-52.
- Krebs, J.R. y Davies, N.B. 1993. An Introduction to Behavioural Ecology, Chapter 13: Altruism in the social insects, pp. 319-348. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Ratnieks, F.L.W. 1988. Reproductive harmony via mutual policing by workers in eusocial hymenoptera. *Am. Nat.* 132: 217-236.
- Ratnieks, F.L.W. y Visscher, P.K. 1989. Worker policing in the honeybee. *Nature* 342: 796-797.
- Wenseleers, T. y Ratnieks, F.L.W. 2004. Tragedy of the commons in *Melipona* bees. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271: S310-S312.
- Wenseleers, T. y Ratnieks, F.L.W. 2006a. Comparative analysis of worker reproduction and policing in eusocial hymenoptera supports relatedness theory. *Am. Nat.* 168: E163-E179.
- Wenseleers, T. y Ratnieks, F.L.W. 2006b. Enforced altruism in insect societies. *Nature* 444: 50.

## NOTICIAS EVOLUTIVAS

### EL PRIMER CONGRESO DE LA SESBE

Durante el congreso fundacional de la Sociedad Española de Biología Evolutiva que tuvo lugar en Granada en el año 2005, la asamblea de socios decidió aceptar la propuesta presentada por Jordi Agustí para organizar el siguiente congreso de la sociedad en Tarragona, bajo los auspicios del Instituto de Paleocología Humana y de la Universidad Rovira i Virgili. Para este congreso, que formalmente corresponderá al primer congreso ordinario, se ha designado un comité científico en el que están representados la mayor parte de campos que afectan a la Biología Evolutiva, el cual decidió centrar el congreso en cuatro temas principales: Evolución Molecular, las Transiciones Evolutivas, Biología Evolutiva de Poblaciones y Evolución Humana. Aún así, el congreso está abierto a cualquier temática dentro del ámbito evolutivo, así como a todas aquellas propuestas que desde los socios se quieran llevar adelante durante la celebración del mismo. Animamos, por tanto, a los socios y a los participantes potenciales del congreso, no sólo a participar, sino también a avanzar ideas en torno a posibles sesiones especiales, talleres y cualquier otra iniciativa que anime la discusión en torno a los temas de Biología Evolutiva que a todos nos interesan y preocupan.

La primera circular del congreso, con el programa preliminar y el boletín de inscripción podeis encontrarla en las páginas finales de esta revista.

Dr. Jordi Agustí  
 Instituto de Paleocología Humana  
 Universitat Rovira i Virgili  
 Àrea de Prehistoria  
 Pl. Imperial Tarraco, 1, 43005 Tarragona  
 E-mail: jordi.agusti@icrea.es

### UNA NUEVA ASOCIACION DE BIOGEOGRAFIA

La "Systematic and Evolutionary Biogeographical Association" (SEBA) promueve una comunidad biogeográfica internacional, abierta y diversa, que asista en la utilización de información biogeográfica. Al incrementar la comunicación entre biogeógrafos de todos los países, SEBA pretende contribuir al desarrollo teórico-práctico de la biogeografía sistemática y evolutiva. Asimismo, SEBA hospeda el Código Internacional de Nomenclatura de Áreas (ICAN), un sistema estandarizado de referencia biogeográfica en desarrollo.

Si está interesado en implementar, mantener o discutir el Código Internacional de Nomenclatura de Áreas, le sugerimos que se una y contribuya a SEBA.

Por otra parte, SEBA publica Biogeografía: Bulletin of the Systematic and Evolutionary Biogeographical Association. Esta es una publicación en línea para todos aquellos interesados en la biogeografía que se lanzará en diciembre del 2006. El boletín publicará forums, cartas y puntos de vista acerca de todos los aspectos de la biogeografía en tres lenguas (inglés, español y francés). Los artículos deberán escribirse en un estilo claro y accesible.

Para más información sobre SEBA o Biogeografía, por favor visite la página WEB de SEBA: [www.sebasite.org](http://www.sebasite.org)

Dr. Juan J. Morrone  
 Museo de Zoología  
 Depto. Biología Evolutiva  
 Facultad de Ciencias  
 UNAM  
 04510 México, D.F., México



**SEBA** SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY  
 BIOGEOGRAPHICAL ASSOCIATION

# PRIMER CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA (SESBE)

Tarragona, 27-29 de septiembre de 2007

La *Sociedad Española de Biología Evolutiva* nace con la idea de crear un sociedad integradora que no pretende competir con ninguna otra, sino acoger a toda la comunidad científica española y personas aficionadas a la biología en general y a la teoría evolutiva. Durante los días 22 y 23 de septiembre de 2005 tuvo lugar el Congreso Fundacional en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, habiéndose inscrito en ese momento un total de 230 miembros fundadores. Ahora, la Universidad Rovira i Virgili y el Instituto de Paleoecología Humana y Evolución Social (IPHES) anuncian la celebración del Primer Congreso de la Sociedad Española de Biología Evolutiva, que tendrá lugar en Tarragona del 27 al 29 de septiembre de 2007.

## Los temas generales del congreso serán:

1. Evolución Humana
2. Biología evolutiva de poblaciones
3. Las transiciones evolutivas: genes, desarrollo y fósiles
4. Evolución molecular

Además, se podrán presentar comunicaciones en turno libre sobre cualquier tema relacionado con la evolución biológica, entre ellos:

- a) Historia y filosofía de la evolución
- b) Modelos teóricos de la evolución
- c) Genómica comparada
- d) Paleobiología y evolución
- e) Ecología evolutiva
- f) Origen de la vida
- g) Biología evolutiva experimental
- h) Evolución y desarrollo
- i) Especiación
- j) Evolución del comportamiento
- k) Medicina evolutiva
- l) Didáctica de la evolución

Podrán presentarse **comunicaciones** en catalán, castellano o inglés. Su duración será de 15 minutos, seguidas de cinco minutos de discusión. El Comité Científico del Congreso supervisará el nivel científico de las mismas, reservándose el derecho de excluir o transferir las propuestas de comunicación a póster según su interés y calidad. El programa, extensible a las personas acompañantes, incluye una visita a la ciudad romana de Tarragona.

<b>Calendario</b>	
Envío de la segunda circular	Marzo de 2007
Recepción de comunicaciones	1 de mayo de 2007
Envío tercera circular	30 de junio de 2007
Celebración del Congreso	27 – 29 de septiembre de 2007

## Inscripción:

Nombre:

Apellidos:

Dirección:

Ciudad:

País:

C.P.:

Teléfono:

Correo electrónico:

¿Presenta comunicación?: si  no

Preferentemente Oral  Póster

Título orientativo de la contribución:

¿Necesita alojamiento?: si  no

Previsión de asistencia a la salida/visita si  no

El ingreso de la matrícula debe efectuarse en la Cuenta Corriente de La Caixa 2100-1327-56-0200078460. La copia del comprobante de ingreso puede enviarse por e-mail o por correo postal a cualquier miembro de la organización.

<b>Tasas de inscripción:</b>				
	<b>Socios SESBE</b>	<b>No socios</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Acompañantes</b>
<b>Antes del 1 de junio de 2007</b>	80 €	100 €	40 €	40 €
<b>Después del 1 de junio de 2007</b>	100 €	120 €	60 €	40 €

## Programa Provisional

<b>26 de septiembre de 2007</b>	
18:00h a 19:00h	Bienvenida, acreditación y recogida de documentación

<b>27 de septiembre de 2007</b>	
9:00h a 9:45h	Primera Conferencia invitada
9:45h a 11:15h	Sesiones científicas
11:15h a 11:45h	Pausa-Café – Sesión de pósters
11:45h a 13:30h	Sesiones científicas
13:30h a 15:30h	Comida
15:30h a 17:15h	Sesiones científicas
17:15h a 17:45h	Pausa-Café – Sesión de pósters
17:45h a 18:30h	Sesiones científicas
18:30h a 19:30h	Homenaje al Profesor A. Prevosti. Recepción Universidad

<b>28 de septiembre de 2007</b>	
9:30h a 10:30h	Sesiones científicas
10:30h a 11:15h	Segunda conferencia invitada
11:15h a 11:45h	Pausa-Café – Sesión de pósters
11:45h a 13:30h	Sesiones científicas
13:30h a 15:30h	Comida
15:30h a 17:30h	Visita
18:00h	Recepción en el Ayuntamiento de Tarragona

<b>29 de septiembre de 2007</b>	
9:30h a 11:15h	Sesiones científicas
11:15h a 11:45h	Pausa-Café – Sesión de pósters
11:45h a 13:30h	Sesiones científicas
13:30h a 15:30h	Comida
15:30h a 17:30h	Asamblea General Ordinaria de la Sociedad Española de Biología Evolutiva
18:00h	Acto de clausura del Congreso

## Comité Científico

**Montse Agudé** (Universidad de Barcelona)

**Jaume Baguñà** (Universidad de Barcelona)

**Jaume Bertranpetit** (Universidad Pompeu Fabra)

**Enric Bufill** (Hospital General de Vic)

**Eudald Carbonell** (IPHES-Universidad Rovira i Virgili)

**Antonio Fontdevila** (Universidad Autónoma de Barcelona)

**Ricard Guerrero** (Institut d'Estudis Catalans)

**Mauro Santos** (Universidad Autónoma de Barcelona)

**Jesús Mosterín** (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

**Jorge Wagensberg** (Fundación “la Caixa”).

## Comité Organizador

**Jordi Agustí** (Presidente; IPHES-Universidad Rovira i Virgili)

[jordi.agusti@icrea.es](mailto:jordi.agusti@icrea.es)

**Pili Chana** (Secretaría; IPHES-Universidad Rovira i Virgili)

[pchana@prehistoria.urv.cat](mailto:pchana@prehistoria.urv.cat)

**Bernat Sentís** (Administración; IPHES-Universidad Rovira i Virgili)

[bsentis@prehistoria.urv.cat](mailto:bsentis@prehistoria.urv.cat)

Universitat Rovira i Virgili

Àrea de Prehistòria

Pl. Imperial Tarraco, 1

43005 Tarragona

# EVOLUCIÓN