

EVOLUCIÓN

VOLUMEN 4 (2) 2009



Ch. Darwin
Madrid 7^o 1874.

DESDE LA PRESIDENCIA, por M. SOLER — 3

ARTÍCULOS:

MORENO, J.

¡Cuidado con las metáforas! — 5

CASTRODEZA, C.

Respirando en una atmósfera darwiniana — 9

ALEMAÑ BERENGUER, R. A.

Astronomía y evolución. el linaje de los Darwin — 13

MAKINISTIAN, A. A.

La relación entre los seres vivos y su ambiente en Lamarck: dos interpretaciones — 23

GARCIA PEIRÓ, I., ROBLEDANO AYMERICH, F.

y **ESTEVE-SELMA, M. A.**

El papel del hábitat y la presa sobre el color de los Mosquiteros *Phylloscopus* en áreas de parada Mediterráneas — 31

COMENTARIOS DE LIBROS:

“*Adaptación del Comportamiento: Comprendiendo al Animal Humano*”, de Manuel Soler. por **S. MERINO** — 35

“*El Árbol de la Vida*”, de Peter Sís. por **R. BELMONTE** — 38

“*¿Quién Teme a la Naturaleza Humana?*” de Laureano Castro, Luís Castro y Miguel Ángel Castro, por **M. A. TORO IBÁÑEZ** — 40

LOS LIBROS DE DARWIN Y SOBRE DARWIN EN ESPAÑOL,

por C. MATEO y A. CERQUEIRA — 43

NORMAS DE PUBLICACIÓN — 54

¡¡ HAZTE SOCIO DE LA SESBE!! — 55



¡SIGUE LA FIESTA DE DARWIN CON LA eVOLUCIÓN!!

Editores de eVOLUCIÓN

José Martín y Pilar López

Junta Directiva de la SESBE

Presidente: Manuel Soler
Vicepresidente: Andrés Moya
Secretario: Hernán Dopazo
Tesorero: José Serrano
Vocales: Jordi Agustí
Josabel Belliure
Laureano Castro
Santiago Merino
Liesbeth de Neve
Julio Sanjuan

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.

© 2009 SESBE

ISSN 1989-046X

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

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
pilar.lopez@mncn.csic.es

Continuamos con las celebraciones del Año Darwin que nos está dejando un sinfín de conferencias, exposiciones, publicaciones y muchos otros actos que esperemos consigan divulgar la obra de Darwin como se merece. En eVOLUCIÓN nos sumamos a la fiesta con más material evolutivo. Empezamos con la carta a los socios del presidente de la SESBE (*Manuel Soler*), que será la última, pues 'Manolo' dejará la presidencia en el próximo congreso, tras haber contribuido en gran manera a la "evolución" de la SESBE (mejor que a su "creación"). Nos hace un resumen en su carta de cómo ha sido esta evolución y de los diversas adaptaciones que han ido surgiendo (congreso, paginas web, libros, esta misma revista...). Pero nos deja, nada más y nada menos, que con un libro sobre "comportamiento en humanos", uno de los temas más recurrentes y fructíferos en las conversaciones post-congresos de las que hemos disfrutado con él y su hermano Juan en estos años. Aprovechamos esta columna para darle nuestras más sinceras gracias por su labor en la Sociedad y su apoyo a eVOLUCIÓN, y le emplazamos a seguir con nuestras charlas.

Además, presentamos varios artículos que tratan sobre: 1) unas reflexiones sobre como las "metáforas" usadas para explicar la evolución pueden ser peligrosas cuando se malinterpretan; 2) una visión de las ideas de Darwin y la condición humana desde la filosofía de la ciencia 3) las aportaciones del hijo de Darwin, George Howard Darwin, a la astronomía como apoyo a la teoría evolutiva; 4) la relación entre los seres vivos y su ambiente según Lamarck, cuando se cumple también el 200 aniversario de su obra; y 5) unas ideas sobre la evolución de la coloración en un grupo de pequeños pájaros insectívoros.

En la sección "*La Opinión del Evolucionista*", presentamos las recensiones: 1) del recientemente aparecido libro de Manuel Soler sobre las raíces del comportamiento humano, que será distribuido gratis a los socios de la SESBE; 2) otro libro de Peter Sis que explica con profusión de ilustraciones la vida y obra de Darwin para los niños y no tan niños; y 3) otro interesante libro de los hermanos Castro Nogueira sobre la naturaleza humana, abordada desde el enfoque multidisciplinar (biología evolutiva, filosofía y antropología social) que aportan estos tres hermanos.

Por último, incluimos una selección de los libros de Darwin, y sobre Darwin, en castellano, que se encuentran disponibles en el mercado editorial español. Muchos de estos libros han aparecido en forma de radiación explosiva aprovechando "el cumpleaños". Pero esperamos que se asienten y lleguen a ser futuros "best-sellers".

Sigamos con las celebremos del cumpleaños de Darwin, pero que la resaca de tanta celebración no nos haga olvidar el significado de la teoría evolutiva. Esperamos que la lectura "sosegada" de eVOLUCIÓN contribuya a ello.

José Martín y Pilar López
Editores de eVOLUCIÓN

Desde la Presidencia

Fin de un ciclo

Estimados socios de la SESBE:

En esta sexta entrega para la sección "Desde la presidencia" de nuestra revista, me dirijo a vosotros utilizando un formato tipo carta porque se trata de una despedida. Es el último artículo que escribo para esta sección porque, como ya comuniqué a los miembros de la junta directiva, dejaré de ser presidente en el próximo congreso que tendrá lugar en Valencia en noviembre.

Ha sido un largo camino desde que en octubre de 2003 tomé la decisión de ponerme manos a la obra para conseguir que se fundara la Sociedad Española de Biología Evolutiva. Con la inestimable ayuda de mis compañeros de la Junta Directiva Pre-fundacional, llevamos a cabo todos los trámites necesarios hasta conseguir que la sociedad quedara oficialmente inscrita en el Registro Nacional de Asociaciones y, posteriormente, entre el 23 y el 25 de septiembre de 2005, tuvo lugar el Congreso Fundacional en Granada (una descripción de los pasos dados hasta la fundación se puede encontrar en un artículo publicado en el primer número de esta revista que llevaba por título "estamos comenzando a andar").

Desde entonces se ha recorrido un largo camino. En aquella primera época se creó la página Web de la sociedad y se promovió la creación de la lista de correo. Posteriormente, tras ser elegida la primera junta directiva después de la fundación oficial de la SESBE, se pusieron en marcha otras ideas encaminadas a lograr los principales objetivos de nuestra sociedad: promover y difundir la teoría evolutiva prestando un especial interés a su enseñanza. Sólo voy a comentar brevemente el estado actual de los tres proyectos más importantes que nos propusimos: la creación de una revista, la publicación de una colección de libros y la puesta en marcha de una página Web que facilitara la labor de los docentes a la hora de preparar sus clases sobre la teoría de la evolución.

En cuanto a la revista, decidimos que no era necesaria otra revista científica especializada, sino que, para nuestra sociedad, lo más conveniente sería una revista en formato



electrónico que sirviera como medio eficaz de promoción y divulgación de la teoría evolutiva, a la vez que representara un papel importante en la difusión de noticias e informaciones relacionadas con la SESBE y la biología evolutiva. Como todos sabéis, el primer número salió en agosto de 2006, lo que quiere decir que la revista ya está en su cuarto año. Quiero aprovechar para dar las gracias a los editores, José Martín y Pilar López, por el tiempo y esfuerzo que están dedicando a esta labor y felicitarlos porque han conseguido que nuestra sociedad disfrute de lo que queríamos: una revista atractiva y con un contenido interesante y de calidad.

Otro proyecto ya en marcha es el de publicar una serie de libros sobre biología evolutiva que, a la vez que nos permite cumplir con el objetivo de la sociedad mencionado anteriormente, ha hecho posible cumplir uno de los deseos de la junta directiva, que era devolver a los socios una prestación a cambio del dinero de sus cuotas. Finalmente conseguimos llegar a un acuerdo con la editorial Síntesis, una de las más prestigiosas de España en lo que respecta a libros científicos, y ya se distribuyó a todos los socios el primer número

de la colección. La distribución del segundo número ya ha comenzado. Aunque todavía no está en las librerías, ya se está enviando a los socios que se han inscrito más recientemente y, durante septiembre y octubre, llegará al resto.

El último proyecto importante al que me referí anteriormente, el de crear una página Web que sirviera de apoyo a todos los profesionales que necesitaran preparar unas clases o una conferencia sobre la teoría evolutiva, ya está muy avanzado y esta Web será presentada durante el próximo congreso. Al final fue más fácil de lo previsto porque, cuando estábamos pensando en cómo se podría organizar y qué contenidos debería incluir, encontramos una Web magnífica bajo el título "understanding evolution for teachers", y lo que hicimos fue ponernos en contacto con sus responsables, con los que llegamos a un acuerdo para su traducción al español. El Ministerio de Educación nos concedió una subvención para esa traducción y Cristina Fernández aceptó el encargo de hacerla. No quiero dejar pasar la ocasión de dar las gracias a Cristina por el magnífico trabajo que está realizando. Esperamos que a partir de diciembre esta página estará completamente operativa y permitirá a todo el mundo de habla hispana tener acceso a ella. Tiene un diseño sencillo, la navegación es fácil e intuitiva y el contenido es

impresionante: claro, conciso y con unas ilustraciones muy adecuadas. Espero que será una gran ayuda para todos.

Como ya he mencionado, a lo largo de estos seis años se ha recorrido un largo camino. Se han hecho muchas cosas y el trabajo, aunque a veces ha sido duro y ha habido que solucionar problemas complicados, ha sido agradable porque siempre he contado con el apoyo y la ayuda de muchas personas. Quiero dar las gracias a todas las que de un modo u otro han contribuido a que la SESBE continuara su camino, especialmente a todas aquellas que han formado parte de la junta directiva. Dejo la presidencia de la sociedad satisfecho con lo que se ha conseguido y con la tranquilidad de saber que hay personas de gran valía dispuestas a recoger el testigo en el próximo congreso. No me cabe la menor duda de que quien salga elegido como presidente conseguirá que la SESBE continúe su marcha ascendente. Desde ya le ofrezco mi ayuda incondicional para todo lo que necesite.

Hasta siempre,

Manuel Soler
Presidente de la SESBE

¡Cuidado con las metáforas!

Juan Moreno

Depto. Ecología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC,
 José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid. E-mail: jmoreno@mncn.csic.es

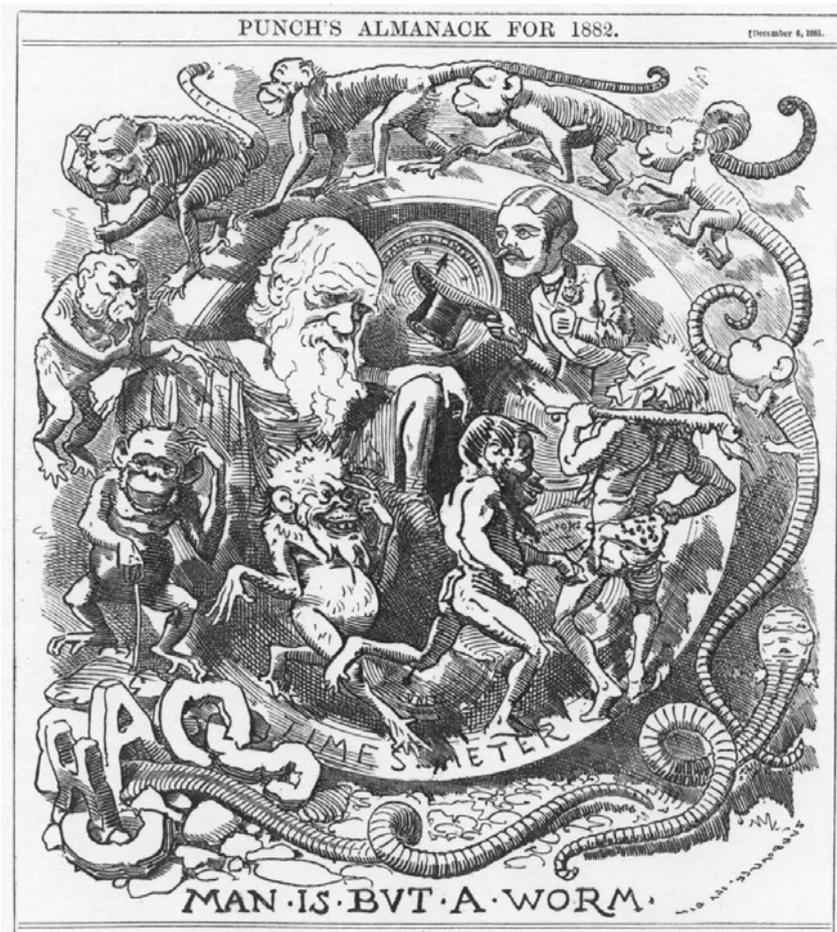
eVOLUCIÓN 4(2): 5-8 (2009).

La psicología cognitiva ha descrito la importancia de las metáforas en el pensamiento humano (Pinker 2007). Muchas veces pensamos con metáforas que nos ayudan a entender conceptos que serían mucho más difíciles de comprender sin ellas. Al utilizarlas evitamos sin embargo incorporar todo el bagaje de ideas incluidas en la metáfora, seleccionando una de ellas para explicar algún proceso o situación. Metáforas como “curso de la historia”, “disolución de lazos históricos”, “raíz del mal” o “lucha de ideas” indican que la historia humana tiene una dirección, que los miembros de naciones o sociedades han tenido estrechas relaciones comerciales o culturales durante cierta etapa, que el mal tiene un sustrato profundo o que las ideas son contradictorias, no literalmente que la historia fluya por un cauce, que las sociedades estén físicamente atadas las unas a las otras, que el mal tenga raíces como una planta o que las ideas combatan entre sí como púgiles en un cuadrilátero. En ciencia, metáforas como “corriente eléctrica”, “enlaces químicos” o “cadenas tróficas” han permitido a generaciones de estudiantes entender más fácilmente procesos en que literalmente nada corre, ni hay nada atado, ni hay eslabones físicamente unidos.

El problema es que muchas veces juzgamos a los conceptos por las connotaciones éticas de ciertas metáforas que utilizamos para explicarlos. “Ascender socialmente” no es lo mismo que “trepar socialmente” aunque en ambos casos se sube en un imaginario espacio social en que el poder y el dinero se encuentran arriba. Al mencionar “trepar”, imaginamos a alguien utilizando ramas (o sea a otras personas) para subir a la cúspide, algo no necesariamente implicado en “ascender” que puede ocurrir en un ascensor sin pisar a nadie. Según la metáfora utilizada, el ascenso social puede ser considerado algo encomiable o despreciable. Algunas connotaciones pueden ser sin embargo irrelevantes, o incluso ajenas al concepto a explicar. La dirección en un espacio físico del movimiento (arriba, abajo, lateralmente) no es crucial para el “ascenso social” sin una convención previa sobre que arriba es mejor que abajo en términos sociales, basada probablemente en que ascender significa luchar contra la fuerza de la gravedad y es por tanto algo costoso (los poderosos suelen construir sus residencias en lugares más elevados, reforzando así la metáfora). Pero también las descripciones no metafóricas incorporan frecuen-

temente marcos de referencia con significados morales determinados. No significa lo mismo “abortar” que “interrumpir el embarazo”, “invadir” que “liberar”, “redistribuir ingresos” que “expropiar beneficios”, “nepotismo” que “ayuda a familiares”, etc., aunque se pueda describir un proceso concreto de cualquiera de ambas maneras (Lakoff y Johnson 1980). Un ejemplo de las connotaciones de ciertos términos descriptivos en ciencia es la diferencia entre “reduccionismo” y “holismo”. Mientras lo de “reducir” un problema a sus mínimas partes para explicarlo indefectiblemente se asocia con mezquindad y cortedad de miras, la aproximación basada en contemplar todos los aspectos a la vez en su totalidad holística sugiere generosidad y grandeza. Sin embargo es el enfoque “mezquino” el que ha hecho avanzar a la ciencia.

El término “evolución” para describir los cambios en las propiedades de los seres vivos es un ejemplo de metáfora desafortunada. “Evolución” viene de desarrollarse, de modificarse temporalmente en un sentido predeterminado como hace el embrión o el germen de cualquier organismo para acabar en adulto. Tanto es así que el término “desarrollo” y “evolución” en castellano son sinónimos, por lo que el término inglés “developmental psychology” es conocido en nuestro idioma como “psicología evolutiva” (es por lo que “evolutionary psychology” deber ser traducido como “psicología evolucionista”). Para los biólogos predarwinianos partidarios de la ortogénesis o de la escala natural, el término evolución venía a significar que el proceso de cambio de formas de vida tenía objetivos o fines prefijados igual que la forma adulta es el destino del desarrollo embrionario y juvenil. Darwin apenas utilizó dicho término sino que habló de “descendencia con modificación”, pero muchos biólogos posteriores emplearon el término ya acuñado para describir un proceso que según la teoría de Darwin carecía de objetivo alguno. Los términos más sencillos “cambio” o “modificación” hubieran tenido menos connotaciones ajenas a su idea. Darwin también se acogió a varias metáforas peligrosas para la comprensión de su idea sobre el mecanismo evolutivo sin aparentemente darse demasiada cuenta de ello. Como había estudiado en detalle como los criadores de ganado o jardineros seleccionaban variedades de animales y plantas según sus propiedades, utilizó el término “selección natural” para describir el proceso por el que



cambios ambientales favorecerían unas u otras variedades de organismos dentro de una población natural. Ineludiblemente condicionaba con ello al lector de su obra a pensar en algún agente consciente e intencionado que igual que el ganadero o agricultor seleccionaba de entre los individuos de una población aquellos que transmitirían sus propiedades a las siguientes generaciones. Sin embargo el concepto por él descrito no incorporaba intención ni designo alguno al proceso, lo que le distinguía claramente de la selección artificial de organismos practicada por los humanos desde los inicios de la agricultura, algo que le señaló su amigo Wallace. El término “selección” posee también connotaciones de discriminación de unos individuos con respecto a otros que sugiere algo contrario a nuestro igualitarismo congénito (Boehm 1999). Algo o alguien parecen estar discriminando sin dar oportunidades a todos por igual para triunfar en la vida. Si hubiera descrito el proceso como una lotería en que a algunos individuos les toca el primer premio de tener las propensiones genéticas adecuadas en el momento y lugar adecuado, nadie hubiera reaccionado como si la selección fuera injusta, pues el que participa en un juego como la lotería acepta sus reglas. Otra posibilidad hubiera sido comparar al proceso de reproducción diferencial con un concurso de méritos con un tribunal ecuánime, el ambiente físico, ecológico y social.

No lo arregló precisamente cuando se le ocurrió definir metafóricamente al proceso que discriminaba como la “lucha por la existencia”. Las connotaciones de agresión, combate o enfrentamiento representadas por el término “lucha” fueron consideradas negativamente por gran parte de los comentaristas desde la publicación de su libro por sus implicaciones éticas. Mientras Marx se permitía utilizar el término “lucha de clases” para definir la evolución histórica y dicha lucha era considerada algo moralmente encomiable para imponer el igualitarismo social, la “lucha por la existencia” de Darwin fue considerada desde el principio por el propio Marx y gran parte de la izquierda como algo que sugería clasismo, aceptación de la injusticia y defensa de las clases dominantes. En dicha interpretación mezclaban la falacia naturalista y una interpretación moral del término “lucha” y “competencia” que ya he comentado en anteriores artículos. Darwin no daba ningún contenido ético al término “lucha” ni imaginaba que por definir algún proceso natural ello significaba que le daba el sello de aprobación moral.

Y para terminar se le ocurrió a Darwin en las últimas ediciones del “Orígen” y siguiendo los consejos de Spencer, un lamarckista impenitente, describir el proceso como “supervivencia de los más aptos”, error que implicó la posterior, permanente e intelectualmente inane acusación de que la teoría era una tautología. Spencer había dado a

su definición una concepción de “aptos por su propio esfuerzo”, no por una lotería genética, que era lo que Darwin sugería en su teoría. Así que por utilizar un concepto lamarckista, fue posteriormente criticado por comentaristas que interpretaban erróneamente como tautológico por sus connotaciones lamarckistas (aptitudes adquiridas en vida) una metáfora utilizada por Darwin para describir un proceso basado en aptitudes heredadas.

El término “adaptación” también contiene acepciones no deseadas para una teoría basada en variación aleatoria congénita. Para la mayoría de la gente, adaptarse significa lo que hacemos todos ante circunstancias cambiantes, modificar nuestros hábitos para capear el temporal (vaya, otra metáfora). Pero la teoría de Darwin no pretende explicar la adaptación a su medio de los organismos como producto de un esfuerzo individual que se transmite, como las fortunas de los nuevos ricos, a sus descendientes, sino como consecuencia de cambios en la composición de las poblaciones en el transcurso de muchas generaciones. La adaptación es adquirida por poblaciones de organismos, y los individuos no juegan ningún papel en su adquisición excepto por su mayor o menor éxito reproductor. Cuando se intenta explicar a alguna persona no muy versada en evolución el significado de la selección natural, se suelen quedar solo con lo de adaptación tomada en su acepción normal de cambio de conductas individuales. Cuando te quieres dar cuenta están explicando la teoría de Lamarck en lugar de la de Darwin (véase el estudio de Shtulman 2006 sobre los malentendidos entre estudiantes en EEUU). En realidad habría que describir el producto de la selección natural como adecuación paulatina de las poblaciones a los requerimientos ambientales por medio de la reproducción diferencial y de la herencia. Lo que está claro es que o se explica bien el término “adaptación” o los errores de interpretación están servidos.

La teoría de Lamarck ha tenido generalmente muchos menos problemas de interpretación. Postulaba procesos ortogenéticos desde los organismos más primitivos que surgían por generación espontánea hasta los primates, algo que todo el mundo entiende sin que se lo expliquen (o sea que estamos en la cumbre, por debajo justo de los ángeles). Proponía la herencia de caracteres adquiridos en vida por uso y desuso. Es conocimiento general que si vas al gimnasio a hacer pesas adquieres unos buenos músculos (uso), pero si te quedas en casa y dejas de hacer ejercicio terminas hecho un enclenque (desuso). Las respuestas al esfuerzo o a su ausencia se deben en realidad a procesos determinados genéticamente por selección previa, pero eso es más difícil de explicar. También se entiende muy bien que si alguien adquiere algo en vida por su propio esfuerzo, tiene todo el derecho del mundo

a legárselo a sus herederos (herencia de caracteres adquiridos). En verdad, la teoría de Lamarck es intuitivamente tan sencilla que su autor solo tuvo que reunir unas cuantas ideas dispersas que todo el mundo consideraba obvias y darles un enfoque de cambio histórico. La originalidad de Lamarck no es tal, pues su teoría es un cúmulo de obviedades basadas en el sentido común (el sentido común que tanto suele errar en ciencia). La prueba de ello es que a cualquier persona que se le expliquen las bases del lamarckismo las entiende de inmediato, mientras la selección natural es sistemáticamente mal entendida por tios y troyanos (vaya, otra metáfora). El contraste entre la cantidad de malentendidos que afecta a la comprensión de la teoría de Darwin y la facilidad para asumir el transformismo lamarckista indica que la idea de la selección natural no es una perogrullada como algunos críticos afirman sino una idea que cuesta entender bien incluso a biólogos avezados.

Ello nos lleva a imaginar cual hubiera sido la respuesta de los comentaristas y críticos de su obra si Darwin hubiera definido al proceso de la selección natural como “reproducción diferencial”, en que la modificación temporal de los seres vivos se debe a cambios en las propiedades de los individuos de una población más exitosos en dejar descendencia. La reproducción ha sido siempre bien considerada por la opinión general, y la fertilidad y fecundidad son algo apreciado y admirado en todas las sociedades. ¿Qué hubiera pasado si Darwin hubiera descrito el proceso por el que se producía reproducción diferencial “la obtención diferencial de recursos”? Obtener algo necesario para sobrevivir y reproducirte con éxito no implica en la acepción vulgar que tengas necesariamente que quitárselo a otro tras un combate. Trabajar no es otra cosa que obtener recursos para vivir y reproducirte y el trabajo ha sido siempre bien valorado. ¿Y si hubiera descrito la producción de variación con implicaciones sobre dicha obtención como una lotería en que a algunos les toca el primer premio pero no se discrimina a nadie de antemano? ¿Y si en lugar de emplear “supervivencia de los más aptos” hubiera preferido Darwin utilizar “supervivencia de individuos con mejores propensiones heredadas”? Probablemente nos hubiéramos ahorrado todos los debates sobre circularidad lógica de la teoría. El título de su obra podía haber sido “La inducción de cambio biológico por perpetuación diferencial de capacidades reproductoras heredadas, o la preservación de las variedades más exitosas en la obtención de recursos”. Todas las acusaciones moralistas desde cierto sector de la izquierda se convierten en absurdas si se describe la teoría de Darwin sin las clásicas metáforas sobre evolución, selección y lucha por la vida. Las descripciones de los procesos sin metáfora eliminan de un plumazo las negativas connotaciones éticas que la teoría ha tenido para la

opinión general por aquello del “triumfo del más fuerte”. Probablemente los “darwinistas sociales” y militaristas de diverso pelaje (vaya, otra metáfora) se hubieran tenido que basar en teorías más afines para sustentar “científicamente” su ideología. Si solo se describen procesos naturales encomiables en su acepción vulgar como trabajar y reproducirse, y el éxito se basa en propiedades repartidas en una lotería que es por definición justa para todo el que acepte las reglas del juego (en algún momento y lugar se favorecerán propiedades que en otro momento y lugar pierden en la misma lotería), la teoría podía haber suscitado menos críticas infundadas. El lenguaje metafórico le jugó una mala pasada a Darwin como le ocurrió posteriormente a Dawkins con sus “genes egoístas” (los podía haber descrito igualmente como “genes eficaces en transmitirse”, aunque vende menos).

Sospecho que las verdaderas razones para aborrecer a la teoría se basan en su falta de apoyo científico a la religión sobre infinita perfectibilidad de la especie humana de la que está imbuida cierta izquierda utópica, ya que no garantiza que se pueda modificar a la especie en la dirección “adecuada” ni que haya un destino inevitable de triunfo tecnológico y dominación del mundo que nos está esperando si nos dedicamos a ello con ahínco lamarckista. Como señaló Jacques Monod (1977) en relación al rechazo por Engels del segundo principio de la termodinámica: “Porque le parecía atentar a la certidumbre de que el hombre y el pensamiento humano son los productos necesarios de una ascendencia cósmica, Engels negó formalmente el segundo principio. Es significativo que lo haga desde la introducción a la *Dialéctica de la Naturaleza* y que asocie directamente este tema a una predicción cosmológica apasionada por la que promete sino a la especie humana, al menos al “cerebro pensante”, un eterno retorno.” Engels también negó, y con el mismo acierto, a la selección natural. Es la falta de apoyo científico de la teoría de Darwin a la necesidad de la aparición del pensamiento humano y de su ascensión hacia una utopía eterna predicada por la izquierda utópica (idea muy similar a la base del cristianismo), la que ha acarreado muchas críticas al darwinismo y ha motivado en parte el éxito de las aproximaciones puntuacionistas (la selección es irrelevante), simbiogenéticas (cada vez hay más simbiosis hasta culminar en Gaia), lamarckistas (el esfuerzo y la voluntad de cambio determinan su dirección) y vitalistas-complejistas (hay un curioso y “complejo” proceso cósmico en marcha).

Aunque las críticas probablemente hubieran llovido en cualquier caso, su vulgarización y su fácil incorporación al pensamiento general hubieran resultado mucho más difíciles sin las inspiradoras pero malhadadas metáforas empleadas por Darwin. De lo que se deduce que si quieres evitar

ser malinterpretado, debes seleccionar con exquisito cuidado las metáforas que empleas para hacer más comprensibles los conceptos. Cualquier posible connotación moral negativa hará mucho menos digeribles las ideas, por muy acertadas que sean.

REFERENCIAS

- Boehm, C. 1999. *Hierarchy in the Forest*. Harvard Univ. Press. Cambridge, MA.
- Lakoff, G. y Johnson, M. 1980. *Metaphors We Live by*. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Monod, J. 1977. *El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la Filosofía Natural de la Biología Moderna*. Barral, Barcelona.
- Pinker, S. 2007. *The Stuff of Thought. Language as a Window into Human Nature*. Viking, Nueva York.
- Shtulman, A. 2006. Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution. *Cogn. Psychol.* 52: 170-194.

Información del Autor

Juan Moreno Klemming se doctoró en ecología animal por la Universidad de Uppsala (Suecia) y actualmente es profesor de investigación del CSIC en el Departamento de Ecología Evolutiva del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Desde 1980 ha estudiado diversos aspectos de la ecología evolutiva y eco-fisiología de aves en Suecia, España, Antártida y Patagonia, especialmente en relación con la reproducción. Ha publicado más de 140 trabajos científicos en revistas internacionales sobre estos temas, además de varios artículos divulgativos, capítulos de libro, y un libro.



Tengo buenas noticias. Las pruebas muestran que se trata sólo de una metáfora.

Respirando en una atmósfera darwiniana

Carlos Castrodeza

Facultad de Filosofía, Dpto de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad Complutense, 28040 Madrid. E-mail: castrode@filos.ucm.es

RESUMEN

La idea central de Darwin se extrapola al momento actual donde se refleja la filosofía existencial derivada. Esa filosofía se contextualiza en el marco de la filosofía de la ciencia actual. Finalmente, dadas las premisas iniciales, se naturaliza del único modo radical posible la propia condición humana en sus individuos concretos. *eVOLUCIÓN* 4(2): 9-12 (2009).

Palabras Clave: Filosofía de la ciencia, existencialismo, condición humana.

ABSTRACT

Darwin's central idea is transposed to the world today in the framework of existential philosophy. This philosophy is contemplated from the vantage point of philosophy of science in its present form. Finally the human condition is naturalized radically and individually in the only way possible given the initial premises. *eVOLUCIÓN* 4(2): 9-12 (2009).

Key words: Philosophy of science, existential philosophy, human condition.

Puesta en escena

Las 6 ediciones del *Origen de las Especies* constituyen en primera instancia un diálogo casi imposible de Darwin con sus críticos y en



segunda instancia, en íntima conexión con la primera, un querer mantener sus tesis iniciales contra viento y marea sin apenas resultado positivo alguno (Vorzimmer 1972). Así, por ejemplo, en el tercer capítulo de la primera edición (1859) que el autor inglés titula 'La Lucha por la Existencia' (*The Struggle for Existence*), y que se repite con variaciones mínimas en las otras ediciones, se describen los encontronazos de los

organismos con un medio indiferente sujeto a supuestas leyes naturales así como a sus interacciones aleatorias con ese medio que propician un 'sálvese quien pueda' en el mejor de los casos, desenlace que se confirma hasta la saciedad en el capítulo siguiente 'La Selección Natural'. Se trata en fin de sobrevivir para reproducirse en una cadena en principio sin fin hasta que algún cataclismo imprevisible acabe con esa especie de movimiento perpetuo nutrido por un canibalismo de la vida con la vida misma (parasitismo generalizado) tutelado por la energía solar como plataforma de seguridad energética y de mantenimiento de base.

Los organismos que prosiguen este juego siniestro (Barash 2004) desde la perspectiva humana más existencial, se denominan sarcásticamente los más aptos como si fueran héroes sin causa, aunque el pensador inglés estima con su optimismo victoriano irreprimible que esos protagonistas del momento están, generacionalmente, gradualmente de alguna manera un tanto esotérica cada vez menos sujetos a las inclemencias de un medio que nunca cesa en su afán destructor de lo que sobrevive (Shanahan 2004). Uno de los pensadores más darwinianos e influyentes al respecto de la primera mitad del siglo XX, profundamente imbuido de teología calvinista, el anglicano Ronald Aylmer Fisher, dirá que los organismos 'van a mejor' y simultáneamente el medio 'va a peor' o sea que, de nuevo en el mejor de los casos, resulta 'lo comido por lo servido'. Además, por así decirlo, mientras más alto empuja Sísifo su roca, más estrepitosa es la caída y vuelta a empezar hasta que al final, y una vez más en el mejor de los casos, la entropía pueda hacerse con esa farsa negentrópica que nunca produce más de lo que desecha, sino siempre menos, en un pseudo-equilibrio cutre que dura, dura y perdura sin ton ni son como no podría ser de otra manera dada la naturalización subyacente.



Ronald Aylmer Fisher

Siete años después de la publicación de esa primera edición, y después de la salida en el entretanto de tres ediciones más, una en 1860, otra en 1861 y otra más en 1866, el propagandista

más efusivo de la obra de Darwin, el alemán Ernst Haeckel, proclama el nacimiento de una nueva ciencia, la ecología, con el único objeto de estudiar más a fondo lo que no tiene fondo, es decir, la lucha por la existencia, porque se trata de embelesarse obsesivamente en los detalles (algo muy centroeuropeo) y observar en su múltiple variedad esas torturas interminables que tienen lugar en todos los rincones de lo vivo donde todas las víctimas son asimismo verdugos en lo que es un espectáculo que hace que el paso de la existencia transcurra como si no pasara nada (Dawkins 2004). Se trata en fin y en esencia de una manera de nutrirse del sufrimiento ajeno dando pábulo al propio como parte fundamental de ese juego obligado que ni Darwin, ni Haeckel, ni Fisher quieren ver como lo que es, un-sin-sentido, y que denominan 'ciencia' porque, se intuye, 'más vale prevenir que curar' o sea que 'no hay mal que por bien no venga' que es para lo que vale la ciencia, para impedir males mayores y que así, otra vez en el mejor de los casos, sean los males menores los que socaven la existencia en ese devenir incierto que, se insiste, dura, dura y perdura.

Perspectiva desde la filosofía de la ciencia

Curiosamente la 'filosofía de la ciencia' se ha ocupado poco del tema, especialmente en su vertiente de 'filosofía de la biología', porque esa disciplina tiene poco o nada que ver con lo que a todas luces sería un pesimismo emocional que no tendría cabida posible en lo que es entender las cosas racionalmente (Balashov *et al.* 2001; Gutting 2004). Y para ese entendimiento racional se postula en un principio una situación ideal, 'el equilibrio natural' en el que todos queremos creer a pesar de que la realidad nos decepciona continuamente, o sea que a pesar de esa falsación popperiana continua persistimos en el empeño aunque no sea más que 'porque a la fuerza ahorcan' y mientras podamos creer algo que nos conforte, 'adelante con los faroles'. Y es que la 'filosofía de la ciencia' es 'filosofía de la resignación' en su versión existencial más darwiniana. 'Hay que hacer pues de tripas corazón' y ver racionalidad por doquier, la haya o no, porque como convenientemente percibía Hegel, 'lo real es racional' como 'verdad de cajón' donde las haya.

El mismo año que el físico reconvertido en filósofo-historiador de la ciencia Thomas Kuhn publica su *Estructura de las Revoluciones Científicas*

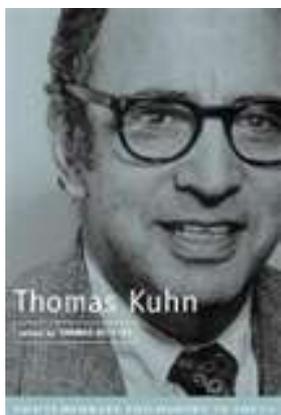
donde los paradigmas constituyen nuevos refugios de equilibrio epistémico que se sustituyen

cuando se constata que el equilibrio es en efecto incómodamente ficticio y antes de darnos cuenta con plenitud de que es el caos lo que domina nuestra realidad 'racional', ese mismo año de 1962, como digo, Rachel Carson publica su *Primavera Silenciosa* como llamada de atención ecologista innecesaria porque todos sabemos lo que ocurre y todos sabemos que no lo queremos saber y está bien que alguien, como Carson, siga el juego y nos lo recuerde porque parte del juego es saber lo que pasa para hacer como si no lo supiéramos y es que 'nada es lo que parece' porque en realidad 'todo parece lo que es' valga el galimatías de corte derridiano. Nadie nos llamamos a engaño, está claro. La 'filosofía de la ciencia' pretende infundir sensatez, ver las cosas en frío que es otra manera darwiniana de adaptarse, colectivamente esta vez, porque el interés de todos coincide, al menos a grandes trazos, y vituperar la ciencia y su filosofía, diciendo, por ejemplo, que 'la ciencia no piensa' (Heidegger) es recordarnos de un modo ingenuo lo que igualmente todos sabemos pero, como digo, queremos hacer como si no lo supiéramos, y es que gracias a Darwin, aunque muy indirectamente, hemos descubierto un nuevo modo de simular ser los más aptos que es de lo se trata (Castrodeza 2003).

Para Darwin, como para todos sus coetáneos, existía una auténtica obsesión con lo que se denominaban leyes de la naturaleza. Es decir, en el peor de los casos esta vez, aunque no exista el diseño natural cuya realidad proclama con tanta contundencia epistémica como indiferencia teológica el casi coetáneo de Darwin, Georges Cuvier, que es lo mismo que preconizan los teólogos naturales ingleses, que asimismo tanto influyen en Darwin, singularmente el reverendo oxoniano, William Buckland, o el reverendo de Cambridge, William Whewell (el Kant inglés), ambos ideológicamente en la perspectiva de los también reverendos anglicanos William Paley y Thomas Malthus. O sea que aunque no exista en efecto ese diseño a 'ojos vista' sí existen las leyes naturales que son como un diseño de segundo orden. Y luego aunque junto a las leyes naturales haya ocurrencias aleatorias en las variaciones orgánicas como proclama Darwin, para disgusto de esos mismos coetáneos que tanto le influyen, esas ocurrencias aleatorias atañen sólo a detalles sin importancia metafísica, como aclara el mismo Darwin finalmente en su *Autobiografía* de 1876, o sea que las leyes naturales dirigen todo el espectáculo en lo que a la postre sería un diseño de tercer orden una vez que introducimos una aleatoriedad aunque ésta sea más bien ornamental como hace Darwin en su afán de que su pensamiento sea coherente con el del mencionado



Martin Heidegger



Thomas Kuhn

reverendo anglicano Thomas Robert Malthus (Ospovat 1981). Y en efecto son estipulaciones básicas de la filosofía de la ciencia los conceptos de ley natural, como de explicación, concepto este último que a su vez se remite al de ley natural en lo que es el concepto de explicación canónico de cobertura legal que estipulara el empirista lógico del Círculo de Berlín Carl Hempel tiempo ha.

Las leyes naturales

¿Hay o no leyes epistémicas? ¿Es lo aleatorio cuestión de detalle? Estas preguntas son parte central de la, digámoslo así, demagogia metafísica que caracteriza a la filosofía de la ciencia. Por ejemplo, desde ya hace algunos años a esta parte (desde 1980) Nancy Cartwright ha hecho capital epistémico (como diría Pierre Bourdieu) del asunto con su ya escrito clásico ¿Establecen las leyes de la naturaleza lo que denominamos hechos? (*Do the Laws of Physics State the Facts?*). El problema básico estriba en que no sabemos auténticamente de qué estamos hablando. Darwin en su afán de naturalizar la naturaleza (valga la redundancia) inicia sus famosos cuadernos de notas al respecto sobre la transmutación (B, C, D y E, de carácter general, y M y N en lo que atañe al hombre) que empezara a escribir al poco tiempo de volver de su viaje alrededor del mundo (vuelve en octubre de 1836, y empieza esos cuadernos en julio de 1837 que completa en dos años para luego hacer un esquema teórico sobre la evolución de menos de 50 páginas en 1842 y un ensayo ya más completo, de unas 200 páginas, en 1844, donde va incluyendo explicaciones pertinentes a las distintas ramas de la biología). En esa naturalización total que Darwin intenta (y cuya pretensión se remontaría por lo menos a los sofistas griegos) el ínclito inglés incluye el propio determinismo de las acciones humanas que serían hoy parte de la etología. Para Darwin lo que llamamos libre albedrío está tan sujeto a leyes como cualquier otra cosa, o sea que volvemos al eslogan de Hegel de que todo lo real es racional que, en definitiva, es como no decir nada, o sea, como afirmar que ‘las cosas son como son y punto’ (incidentalmente, para Darwin ese determinismo incluye la ‘creencia en Dios’ si así se tercia).

En efecto, desde la etología, es decir, desde cualquier actividad humana, y animal en general, todos, todo lo vivo, todo lo negentrópico en efecto, funciona por inducción. Cualquier fórmula de supervivencia, desde la del organismo más elemental hasta nosotros mismos, incide en la captación de recursos para mantener la negentropía subyacente, y el organismo que de momento va captando los recursos mejor que sus congéneres, por suerte y capacidad inductiva, o por ambas circunstancias, es ese organismo más apto que de momento procede con el show, de manera que

cada fórmula de supervivencia incluye más o menos inducciones, según la complejidad del organismo, para seguir en la brecha. Darwin, siguiendo al mejorador agrícola, William Yarrell (el tercer autor que más cita en sus cuadernos especulativos después de a su principal mentor científico Charles Lyell y a su propio padre, Robert Waring Darwin) formula lo que denomina su tercera ley de la generación (o ley de Yarrell) y es que mientras más persiste una inducción en su acción en el tiempo más se consolidan fisiológicamente las estructuras funcionales que amparan esa inducción y punto (Manier 1978).

Humanizar al animal/animalizar al hombre

Esa realidad darwiniana profunda, que a los ojos de los agricultores y mejoradores era una realidad trivial, responde igualmente al eslogan de Konrad Lorenz de que ‘los *a priori* kantianos son *a posteriori* biológicos’, es decir que las categorías fundamentales del clásico alemán, Kant, no serían más que actuaciones orgánicas tan básicas y persistentes que simplemente ya nacemos con ellas incorporadas en nuestro genoma (lo mismo se podría aducir de los existenciaristas heideggerianos y por supuesto de las categorías aristotélicas). O sea que en esencia ‘aunque la mona se vista de seda mona se queda’ puesto que por mucho que queramos dignificar nuestro pensamiento estipulando sus funciones como las funciones de un ser orgánico de alguna manera superior/especial, nos está pasando lo que a cualquier otro organismo. Pero hay una diferencia esencial entre el proceder de Darwin al respecto y el que caracteriza a los darwinistas actuales, y es que Darwin en su empeño naturalizador humanizaba al resto del mundo orgánico mientras que nosotros en lo que equivocadamente creemos que es espíritu darwiniano animalizamos al hombre, y ya se sabe si lo humano merece cierto respeto y consideración, aunque no sea más que porque ello supone ‘barrer para casa’, lo animal sólo merece explotación/destrucción y, en el mejor de los casos, abandono y en ello estamos, y es que la agresividad/indiferencia hacia ‘el otro’ es pertinente cuando ‘el otro’ es un competidor que nos puede desbancar; pero no es que Darwin fuera éticamente más cuidadoso, su situación psicosocial era singular porque él en la sociedad victoriana era un ser ‘todopoderoso’ financieramente (de hecho su hijo primogénito, William Erasmus Darwin, sería un banquero notable en Southampton), que es lo que cuenta. Y claro dignificar humanamente ‘al otro’ incluso cuando el otro es un animal era ennoblecerse a si mismo. En cambio cuando el otro es una amenaza real, no como en la situación de Darwin sino en la de ‘currantes de turno’, que somos la mayoría de



Konrad Lorenz

nosotros, se le ve desde la ciencia biológica al hombre como un animal, y más si en efecto se estima como un animal propiamente dicho. De hecho, los amigos íntimos pobres de Darwin, aunque fueran científicos de primera línea, como es el caso de Alfred Russel Wallace y Thomas Henry Huxley, tenían una visión distinta al respecto, para Wallace, y para disgusto de Darwin, el hombre era una criatura cuidada por la divinidad y los animales eran animales nunca humanizables, para Huxley por añadidura el pesimismo de su última época nos hacía a todos animales y en nuestro caso para sobrevivir lo más dignamente posible teníamos que ir *contra natura*, difícil situación.

Y efectivamente para que todo lo anterior ocurra no es necesario el libre albedrío como tampoco es necesario que haya leyes naturales ni de que todo se explique más allá de una mera descripción, como diría y dice el gran positivista lógico Ernst Nagel en su inefable *La Estructura de la Ciencia* (1961). A la hora de naturalizar el mundo Darwin sigue siendo un maestro de su clase y condición como lo somos cualquiera de los demás desde nuestra propia perspectiva.

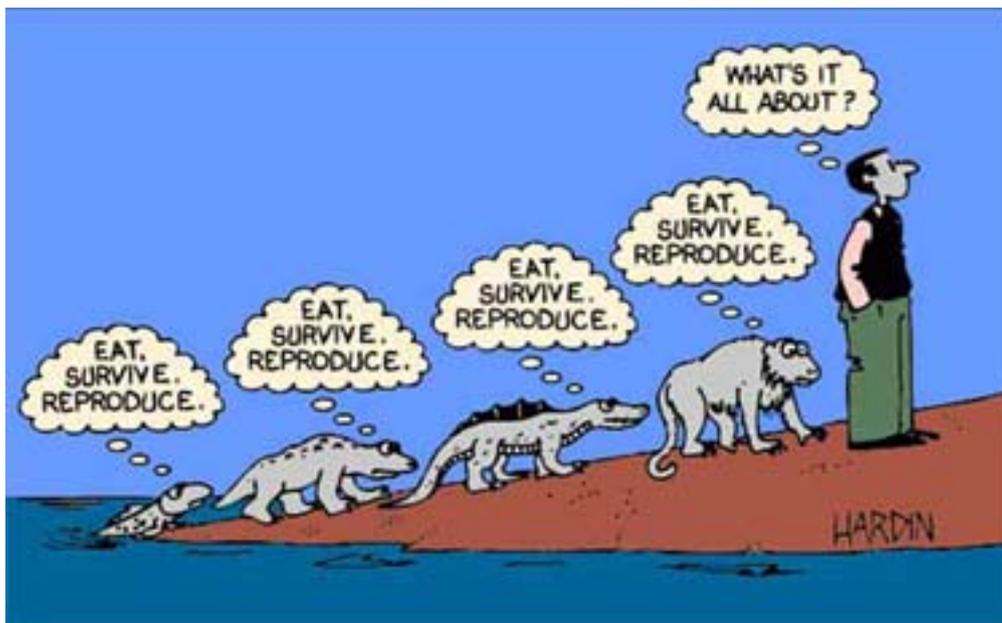
REFERENCIAS

- Barash, D.P. 2004. *The Survival Game: How Game Theory explains the Biology of Cooperation and Competition*. Macmillan.
- Balashov, Y. y Rosenberg, A. 2001. *Philosophy of Science: Contemporary Readings*. Routledge.

- Castrodeza, C. 2003. *La Marsopa de Heidegger: El Lugar de la Ciencia en la Cultura Actual*. Dykinson.
- Dawkins, R. 2004. *A Devil's Chaplain: Reflections on Hope, Lies, Science, and Love*. Houghton Mifflin Harcourt Trade & Reference Publishers.
- Gutting, G., ed. 2004. *Continental Philosophy of Science*. Blackwell.
- Manier, E. 1978. *The Young Darwin and his Cultural Circle: A Study of Influences which Helped Shape the Language and Logic of the First Drafts of the Theory of Natural Selection*. Reidel.
- Ospovat, D. 1981. *The Development of Darwin's Theory: Natural History, Natural Theology, and Natural Selection, 1838–1859*. Cambridge Univ. Press.
- Shanahan, T. 2004. *The Evolution of Darwinism: Selection, Adaptation and Progress in Evolutionary Biology*. Cambridge Univ. Press
- Vorzimmer, P.J. 1972. *Charles Darwin: The Years of Controversy; the origin of species and its critics, 1859-1882*. Hodder & Stoughton.

Información del Autor

Carlos Castrodeza es ingeniero agrónomo y profesor titular de Filosofía de la Ciencia. Recientemente ha completado su trilogía 'los caminos profundos de la biología' con su obra *La Darwinización del Mundo* (Herder, 2009) que es una bioantología de la filosofía y la ciencia en su historia.



Astronomía y evolución. El linaje de los Darwin

Rafael Andrés Alemañ Berenguer

Depto. de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica, División de Óptica, Universidad Miguel Hernández, Grupo de Biomateriales, Avda. Universidad, s/n. Edif. Torrevalillo. 03202-Elche (Alicante). E-mail: infoquark@terra.es

RESUMEN

Los límites impuestos a la edad de la Tierra y el Sol a la luz de los argumentos termodinámicos esgrimidos por Kelvin, supuso una seria preocupación para Darwin, cuyas teorías –junto con las de los geólogos uniformistas seguidores de Lyell– precisaban periodos de tiempo mucho más extensos. En la siguiente generación, George Howard Darwin intentó ligar el origen y evolución de la órbita lunar con una cierta estimación de la edad de la Tierra, sin lograr su objetivo. No obstante, sí se dan diversas correlaciones entre ritmos biológicos y ciclos astronómicos que merece la pena destacar. *eVOLUCIÓN* 4(2): 13-22 (2009).

Palabras Clave: Evolución, astronomía, termodinámica, kelvin, darwin, mareas.

Introducción

No siempre las ciencias de la naturaleza se han desarrollado en perfecta armonía, con igual velocidad de progreso y el mismo refrendo experimental o teórico. Históricamente han sido las disciplinas científicas con un armazón matemático más sólido –física y química– las que han llevado la delantera. Las ciencias de la vida o del entorno –biología y geología– avanzaron a la zaga tratando de imitar a sus hermanas mayores en formalismo y rigor. Y como era de suponer, a lo largo de los siglos XIX y XX los físicos gozaron de una reputación de superioridad intelectual que apenas nade podía disputar.

Es en este marco histórico y cultural donde se sitúa una de las más apasionantes controversias de la historia de la ciencia, fascinante y seductora como pocas aun a pesar de que su desenlace es bien conocido. Lord Kelvin, quizás el más afamado científico británico de su época, calculó la edad de la Tierra y del Sol por medio de razonamientos termodinámicos relacionados con la velocidad de pérdida de calor de ambos cuerpos. Extrapolando el comportamiento presente hacia tiempos pretéritos, la estimación de Kelvin arrojaba un resultado ineludiblemente inferior al que biólogos y geólogos necesitaban para acomodar la extrema lentitud de los fenómenos que a su ciencia correspondían.

En términos puramente científicos, no cabe duda de que a favor de Kelvin se encontraban los mejores argumentos. La termodinámica se alzaba –y todavía lo hace– uno de los pilares fundamentales de la física como ciencia del mundo natural, y eran consideraciones termodinámicas las que respaldaban la idea de una Tierra “joven”. La conductividad térmica de las rocas era una magnitud física perfectamente medible, y los estudios sobre la velocidad de enfriamiento de los sólidos podían remontarse hasta el propio Newton. Todo ello componía un cuadro difícil-

mente rebatible por quienes se mostraban favorables a la posibilidad de una Tierra “vieja”, con miles de millones de años de antigüedad.

Otra cosa es que un cierto exceso en la conciencia de su propia valía, o la prepotencia exhibida en el tono dialéctico, irritasen a sus contrincantes. Sin embargo, ninguna censura moral sobre la actitud de Kelvin podía en sí misma desmerecer la solidez de sus razonamientos. Por ello, contextualmente hablando, fue Kelvin quien tuvo razón al exigir un asentimiento general para sus conclusiones mientras no se probaran erróneas. La ciencia avanza –un tanto a tumbos, cierto es– construyendo modelos parciales, provisionales y siempre mejorables de la naturaleza. Y es ese carácter provisional el que retrospectivamente confiere legitimidad a las afirmaciones de Kelvin, no así a la inflexibilidad con que las exponía.

¿Qué decir, pues, de Darwin? El peso de su prestigio en biología iguala cuando menos al de Kelvin en la física, y resultaría muy fácil unirse al coro de quienes aplauden sin reservas al vencedor. Porque fue Darwin quien tuvo razón al final con su adjudicación de una edad muy elevada para nuestro planeta, a la vez que estuvo justificado también –aunque parezca paradójico– en la defensa de sus puntos de vista frente a Kelvin en la misma época de la controversia. Existían datos geológicos tan diversos y abundantes que militaban contra las afirmaciones de Kelvin, que hubiese sido una temeridad despreciarlos sin más, aun a pesar del rigor y la solidez de quienes los cuestionaba. Además –como poco después quedó patente– era muy posible que la existencia de insospechados procesos físicos alterase las conclusiones esgrimidas por Kelvin y sus seguidores.

Con todo y ello, tal vez la conclusión que más nos debería hacer reflexionar es el hecho de que la polémica entre biólogos y geólogos por un lado frente los físicos termodinámicos por otro, se

mantuvo durante casi medio siglo sin que ninguna de los dos bandos dejase por ello de avanzar en sus propias líneas de investigación con independencia de las opiniones del contrario. Fueron muchos los años en los que se dio un auténtico conflicto de paradigmas que en absoluto paralizó a los naturalistas, quienes –aparentemente– llevaban la peor parte en esta polémica. No siempre las ciencias con un mayor grado de formalización matemática han de salir victoriosas en la controversia, y este caso histórico es uno de los mejores exponentes de ello.

La Edad del Sol según Kelvin

La discusión, como se ha dicho, enfrentó al archifamoso naturalista británico Charles Darwin y al no menos célebre físico William Thomson (1824-1907), más tarde conocido como Lord Kelvin. El debate giraba en torno a la verosimilitud de los procesos evolutivos propuestos por Darwin a la luz de las estimaciones que sobre la edad de la Tierra y del sistema solar ofrecía la muy respetada ciencia de la termodinámica. La lentísima acumulación de pequeñas variaciones postulada por los darwinistas como principal mecanismo de cambio evolutivo, precisaba de periodos de tiempo igualmente largos –extraordinariamente largos, desde el punto de vista humano– si había de producirse la transformación de unas especies vivas en otras.

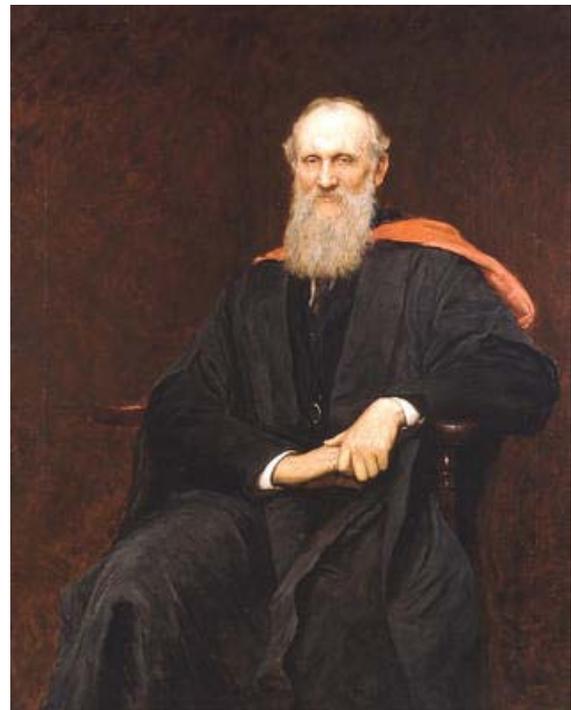
¿Pero cómo calcular la edad de la Tierra y cotejarla con otros datos geológicos o paleontológicos de modo que todas las escalas de tiempo coincidiesen ofreciendo, además, una duración suficiente para permitir la evolución de los seres vivos? A finales del siglo XIX eran dos las grandes vías de razonamiento abiertas ante los investigadores en este campo. Por una parte podía estudiarse la velocidad de fenómenos geológicos como la erosión de los perfiles orográficos o costeros, con el fin de extrapolar hacia el pasado un punto de origen para tales procesos. Suponiendo un ritmo aproximadamente constante en estos procesos, la extrema lentitud de los mismos garantizaba a nuestro planeta una edad tan elevada como la requerida por los evolucionistas.

La segunda posibilidad de estimación radicaba en el uso de razonamientos principalmente termodinámicos aplicados a la Tierra individualmente o al sistema solar en su conjunto. Tanto el Sol como los planetas se enfrían emitiendo energía térmica a un ritmo que no es difícil de determinar. Estudiando la velocidad de enfriamiento de estos cuerpos celestes parecía relativamente sencillo calcular el tiempo necesario para llegar al estado actual.

El problema se manifestó en toda su crudeza cuando ambos caminos parecieron conducir a conclusiones divergentes. La física, encarnada en la figura de Lord Kelvin, aducía razones aparentemente imbatibles para asignar una edad a la

Tierra difícilmente compatible con la lentitud de los cambios evolutivos. Frente a ella la biología, personificada por Charles Darwin, se aferraba a su recién nacida concepción evolucionista para subrayar –sin muchas pruebas de peso en aquellos momentos– la necesidad de una edad mucho más dilatada que la sugerida por los físicos coetáneos. El enfrentamiento estaba servido, y sus ecos se extenderían a lo largo y ancho de la comunidad científica durante casi medio siglo.

Irlandés de nacimiento, Thomson ingresó en la universidad de Cambridge a los dieciséis años, y antes de graduarse ya había publicado una docena de artículos en diversas revistas matemáticas. Pronto adquirió fama de cerebro portentoso, circunstancia confirmada con la publicación en 1848 del artículo en el que venía a establecer la escala absoluta de temperaturas que más tarde llevaría su nombre.



William Thomson (Lord Kelvin)

Thomson también se reveló como un investigador implicado en los problemas de la revolución industrial. Participó en el tendido del primer cable telegráfico transatlántico, y sus estudios termodinámicos contribuyeron en no pequeña medida a la invención de la máquina de vapor. Estos trabajos y otros muchos proyectos de utilidad industrial procuraron a Thomson una posición social acomodada, que unida a sus muchos éxitos intelectuales le promovió a la condición nobiliaria con el título de primer barón de Kelvin. Esta denominación se debía al nombre del río Kelvin, que discurría plácidamente junto a la universidad escocesa en la que Thomson impartía sus lecciones. Y aunque en la época de

los debates sobre la antigüedad de la Tierra y sus repercusiones sobre la evolución biológica no había recibido aún su título nobiliario, es frecuente referirse a Thomson simplemente como Kelvin.

Su prominencia en temas termodinámicos no podía dejar de involucrarle en un asunto tan importante y profundo como la edad del Sol. De la respuesta ofrecida dependería la visión que la ciencia decimonónica tendría del resto de procesos físicos, posibles o no según su duración comparada con la vida de nuestra estrella. Hoy sabemos que el Sol –compuesto en un 70 % de hidrógeno y un 28 % de helio– posee una masa de en torno a 2×10^{30} kg, un diámetro aproximado de $1,4 \times 10^6$ km, y con unos cinco mil millones de años se encuentra en la mitad de su vida. Sin embargo, en los años de Kelvin la radiactividad era poco menos que una curiosidad científica, por no hablar del concepto de fusión nuclear, casi un siglo posterior.

Así pues, ¿de dónde surgía la potencia emitida por el Sol, estimada en 4×10^{26} watts? Kelvin sabía, por sus conocimientos termodinámicos, que la emisión de energía por el Sol no podía ser eterna, de modo que solo cabían tres posibilidades: (a) el sol consumía continuamente un combustible interno que eventualmente llegaría a agotarse; (b) existía una fuente externa que lo mantenía activo aportando energía de forma continua; o (c) partiendo de un estado inicial de alta temperatura, nuestra estrella se iba enfriando poco a poco con el transcurso del tiempo.

Nadie conocía entonces –tampoco ahora– un combustible capaz de generar mediante reacciones químicas la energía irradiada por el Sol. En el mejor de los casos, con un procedimiento así, nuestra estrella no hubiera brillado más allá de unos cuantos miles de años. Kelvin sólo tuvo en cuenta la energía radiada dentro del espectro electromagnético visible, cuando la cifra de 4×10^{26} watts incluye también la radiación no visible. De haber considerado todo tipo de radiación, obviamente el tiempo de vida estimado hubiese sido menor.

Tampoco parecía convincente el recurso a los meteoritos que tal vez cayesen contra el Sol, parte de cuya energía mecánica se emplearía en mantener nuestra estrella ardiendo e irradiando. Kelvin estimó que el mínimo anual necesario era de 1/47 veces la masa de la Tierra, pero el desplazamiento de semejante cantidad de materia alteraría de forma detectable el movimiento orbital de los cuerpos más cercanos al Sol, como el planeta Mercurio. Se conocía, en efecto, la existencia de una anomalía inexplicada en la órbita de Mercurio (La famosa “precesión del perihelio de Mercurio”, sería explicada definitivamente a partir de 1915 con una nueva teoría gravitatoria, la Relatividad General de Einstein), si bien resultaba insuficiente para justificar el proceso imaginado por Kelvin (Thomson 1862):

“La cantidad de materia que cayese anualmente, con esta suposición, debería alcanzar 1/47 de la masa terrestre, o 1/15.000.000 de la del sol; y por tanto sería necesario suponer que la “Luz Zodiacal” llegase a 1/5000 de la masa solar; (...).

Cuando estas conclusiones se publicaron por primera vez, se señaló que deberían buscarse “distorsiones en los movimientos de los planetas visibles”, como medio para estimar la cantidad de materia en la luz zodiacal; y se conjeturó que apenas sería bastante para proporcionar un suministro de calor durante 30.000 años al ritmo presente. (...).”

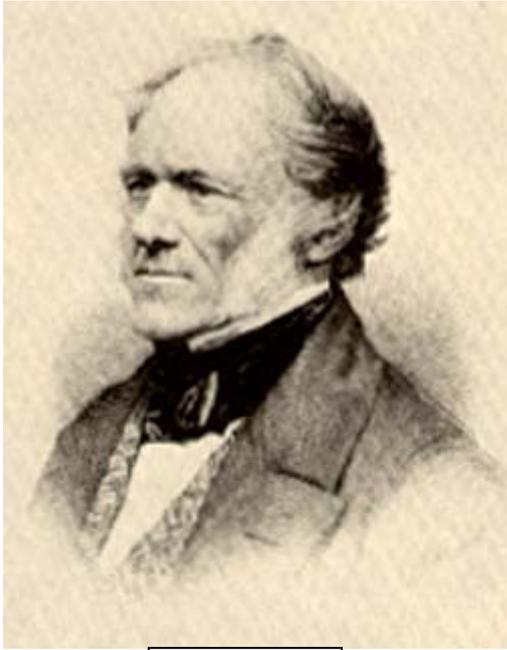
Tan solo quedaba la tercera posibilidad. Kelvin supuso que el Sol, y todas las estrellas similares, se habían formado por contracción gravitatoria de una gigantesca nube de gas. Aunque ese no es mecanismo por el cual se genera el calor y la radiación estelar, ciertamente se acepta en la actualidad que el nacimiento de una estrella viene precedido por una fase denominada “contracción de Kelvin-Helmholtz” (en recuerdo del científico alemán Herman Von Helmholtz, quien propuso esa misma idea independientemente del su colega británico).

Conforme las moléculas del gas caen unas contra otras por la atracción gravitatoria que el conjunto ejerce sobre cada una de ellas, la energía potencial gravitatoria se convertiría en energía cinética, la cual, a su vez, se manifestaría finalmente como calor irradiado hacia el medio externo. En aquellos años era un tema candente la conversión entre distintas formas de energía, como la mecánica y la térmica. Poco tiempo atrás Joule había establecido la equivalencia mecánica entre trabajo y calor. En su memorable experimento, el descenso de un peso movía una rueda de palas sumergida en un líquido. El aumento de la temperatura aumentaba según cabía esperar de la transformación de la energía mecánica (giro de la rueda) en calor absorbido por el líquido.

Según este modelo, todo el calor del Sol se acumuló en el momento de su formación inicial para después liberarse lentamente con el paso del tiempo. Así se llega a concluir que el Sol tiene unos 30 millones de años de edad, lo que constituyó un dato generalmente aceptado hasta comienzos del siglo XX (Dalrymple 2004). Kelvin reconoció la posibilidad de que sus cálculos contuviesen errores que ampliasen la escala temporal en un factor de cien, de modo que la cota superior alcanzaba un valor de 300 millones de años para la edad de la Tierra.

El uniformismo en tela de juicio

Aun cuando duraciones que se cuentan por decenas de millones de años pueden parecernos extraordinariamente grandes comparadas con la escala de la vida humana, son bastante poco para muchos procesos contemplados por la geología.



Charles Lyell

Los fenómenos de erosión y sedimentación, por ejemplo, ya advertían a los geólogos del siglo XIX que nuestro planeta debiera haber existido durante cientos de millones de años si no más. A juicio del más destacada defensor del uniformismo geológico, el británico Charles Lyell, los mismos procesos que hoy modelan el paisaje con exasperante lentitud –desde nuestra perspectiva– han obrado de igual forma en el lejanísimo pasado de nuestro mundo. Como se ha mencionado antes, la elevación y hundimiento de terrenos, la erosión o la acumulación de sedimentos –por citar tan solo algunos de los fenómenos implicados– resultaban demasiado lentos para configurar la superficie terrestre tal como es en realidad sin el transcurso de muchos millones de años. Lyell, no obstante, tampoco se arriesgó a ofrecer una estimación de la edad de la Tierra, lo que no significaba que le atribuyese una antigüedad infinita (Lewis 2000).

Es un hecho que cuando se hizo a la mar en el H.M.S. Beagle, Darwin llevaba con él un ejemplar de la obra principal de Lyell, *Principles of Geology*. Su lectura le convenció de que los periodos de tiempo necesarios para multitud de procesos naturales que afectaban tanto a los seres vivos como a los inanimados, había de ser enormemente prologados. El orden de magnitud se encontraba entre los centenares de millones de años, o incluso quizás en los miles de millones. Era un auténtico problema, pues ninguna teoría astronómica razonable asignaba la Tierra una edad superior a la del Sol. Así que Kelvin se decidió a abordar la cuestión de la edad de la Tierra mediante argumentos termodinámicos (Lindley 2004).

Comenzó suponiendo que el planeta se componía en su mayor parte roca fundida, donde sólo la corteza externa permanece solidificada, modelo

que le permitía explicar la expulsión de lava por los volcanes. Es más, puede comprobarse con facilidad que cuanto más se desciende hacia el interior terrestre, mayor es el aumento de temperatura, hecho que sugiere poderosamente el enfriamiento del planeta por un flujo de energía térmica desde el interior hacia el exterior. Ya Descartes y Leibniz habían especulado con la posibilidad de que la Tierra iniciase su existencia como una esfera de material incandescente (Hallam 1989). El hundimiento del material menos caliente y por ello más denso, crearía corrientes de convección que mantendrían el planeta en equilibrio térmico hasta que comenzase el enfriamiento del núcleo terrestre.

Para completar sus cálculos, Kelvin necesitaba conocer la temperatura de la zona central de nuestro planeta, la variación de la temperatura (gradiente) en función de la profundidad bajo la superficie terrestre, así como la conductividad térmica de las rocas que constituyen la mayor parte de la masa terrestre. Gracias a las mediciones de temperatura realizadas en minas a diversas profundidades, Kelvin estimó el gradiente de temperatura en 1° Fahrenheit por cada cincuenta pies de profundidad (unos quince metros), suponiendo que en su origen la Tierra debió estar a unos 6.500 °C, momento a partir del cual la irradiación de calor fue enfriándola de forma continua y progresiva.

La conductividad térmica de las rocas fue medida por el propio Kelvin, y la temperatura del núcleo se estimó considerando que su estado era sólido y por ello su temperatura no podía exceder el punto de fusión del material rocoso. Sobre esta base obtuvo un resultado semejante al de la edad del Sol, para consternación general de geólogos y también de biólogos, situado alrededor de los cien millones de años (Dalrymple 2004). Nuevamente las incertidumbres asociadas con los datos iniciales obligaron a Kelvin a admitir un intervalo que iba desde los 20 a los 400 millones de años, pero no más.

La relevancia de estos datos en el campo de la biología se hizo patente a través de la obra de los primeros evolucionistas, con Darwin a la cabeza. Junto con el trabajo de su compatriota Alfred Russell Wallace, en 1859 vio la luz la obra magna de Charles Darwin, *El Origen de las Especies.*, donde se atribuía a la selección natural el papel preponderante en la explicación del mecanismo que propiciaba la transformación de unas especies vivas en otras. Pero el ritmo de la selección natural resultaba tan lento y discreto que precisaba de periodos de tiempo extremadamente dilatados para ejercer algún efecto ponderable, de modo que la cota superior del cálculo realizado por Kelvin para la edad de la Tierra, se convertía en el límite inferior de tiempo que estaban dispuestos a admitir los biólogos evolucionistas. El enfrentamiento estaba servido

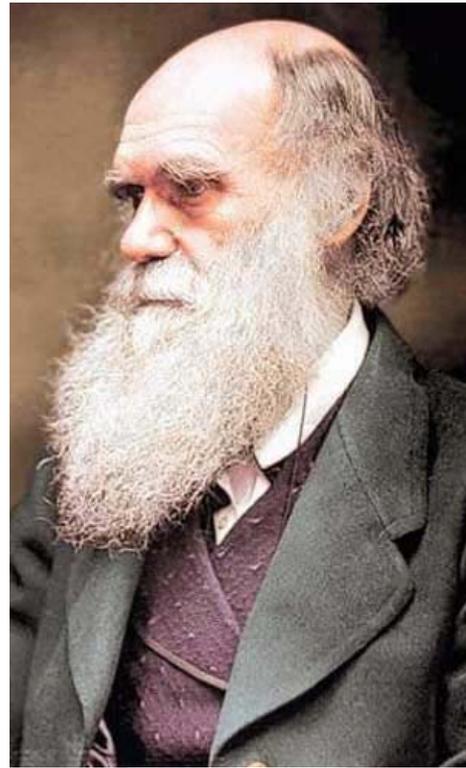
entre los dos gigantes intelectuales de la ciencia en la Inglaterra victoriana.

Tanta era la importancia que para Darwin revestía este asunto, que llegó a efectuar por sí mismo estudios geológicos de algunas regiones costeras inglesas con el propósito de reforzar sus opiniones. Por ejemplo, en la primera edición del *Origen* incluía una estimación del tiempo necesario para la formación del valle de Weald, en el sudeste de Inglaterra, por la erosión de una estructura geológica de elevación llamada anticlina. Darwin juzgó que tan solo el proceso de erosión habría requerido unos 300 millones de años (Hallam 1989).

Sin embargo, un hombre inteligente como Darwin era perfectamente consciente de la fuerza que asistía a los argumentos de Kelvin, en aquel momento difícilmente rebatibles desde todo punto de vista. La rotundidad de unos datos físicos fruto de cálculos en apariencia impecables, obligaron al naturalista inglés a retirar de las sucesivas ediciones del *Origen* cualquier referencia a las escalas temporales involucradas en el proceso evolutivo. En privado Darwin hablaba de Kelvin como de ese “odioso espectro” (Badash 1989), y no era para menos; mientras no se resolviese el problema de la cronología terrestre y solar, la teoría de la evolución en su integridad quedaba en entredicho.

Kelvin, por su parte, no podía menos que abordar la cuestión desde el punto de vista engendrado por su propio campo profesional, como era la termodinámica física. Las conclusiones de Darwin debieron parecerle absurdas, ya que la cifra de 300 millones de años se refería únicamente al proceso de erosión. Si añadimos además el tiempo necesario para depositar los sedimentos que luego se han de erosionar, y contando con el asentamiento del valle de Weald sobre la cima de su columna geológica, los números se disparan hasta el rango de miles de millones de años. La respuesta de Kelvin se concentró en las incertidumbres entonces inherentes a los procedimientos de medición de las velocidades típicas de los fenómenos geológicos. Probablemente inundaciones, terremotos y otros cataclismos, digamos, habían alterado la velocidad de sedimentación y de erosión en los estratos estudiados (Thomson 1862):

“¿Qué hemos de pensar entonces de tales estimaciones geológicas como los 300.000 años para la “denudación del valle de Weald”? ¿Acaso es más probable que las condiciones físicas de la materia sola difieran 1000 veces más de las condiciones de la materia en nuestros laboratorios que lo que la dinámica nos obliga a suponer; o que un mar tormentoso con posibles mareas en el Canal de extrema violencia, avanzase sobre un acantilado de tiza 1000 veces más rápidamente que la estimación del Sr. Darwin de una pulgada por siglo?”



Charles Darwin

La brevedad de cronología proporcionada por Kelvin impedía justificar los procesos geológicos observados y, desde luego, imposibilitaba que la evolución diese cuenta de la diversidad de la vida. Pese a ello, la mayoría de los naturalistas se sentían demasiado intimidados por la reputación científica de Kelvin para criticar abiertamente a su postura, especialmente por cuanto carecían de argumentos sólidos que oponerle (Lewis 2000). La física decimonónica, provista de un imponente blindaje matemático, no podía encontrar adversarios de su misma envergadura en la biología o la geología de su época. Los razonamientos de Kelvin poseían ese aroma de infalibilidad con que la matemática arroja todo argumento así formalizado. Una inexpugnable combinación de medidas repetibles, principios físicos, leyes naturales y elegantes procedimientos cuantitativos se alzaba frente a los naturalistas que pretendiesen disputar con él. Y así cerraba su artículo con unas palabras no exentas de cierto aroma entre ominoso y apocalíptico (Thomson 1862):

“Parece lo más probable, por tanto, que el sol no haya iluminado la tierra durante 100.000.000 de años, y casi cierto que no lo ha hecho durante 500.000.000 de años. Hacia el futuro, podemos decir, con igual certeza, que los habitantes de la tierra no pueden continuar disfrutando de la luz y el calor esenciales para sus vidas durante muchos millones de años más a menos que fuentes ahora desconocidas para nosotros estén preparadas en la gran despena de la creación”.

El contraataque de los naturalistas

La contienda resultaba francamente desequilibrada, puesto que la insistencia de Kelvin sobre la incertidumbre de los datos geológicos, junto con todo las circunstancias ya comentadas, le proporcionaron una abrumadora fuerza persuasiva. El vigoroso temperamento del físico británico y su vehemencia expresiva, unida a la rotundidad de sus afirmaciones, provocaron una curiosa reacción entre quienes debía debatir con él en defensa de la geología uniformista y la biología evolutiva. En términos prácticos sucedió que la mayoría de los naturalistas buscaron conciliar sus puntos de vista con los del físico británico, en lugar de contraponerlos con él. Así ocurrió con Archibald Geikie, James Croll, Samuel Haughton, P.G. Tait, T. Mellard Reade, Clarence King, John Joly e incluso el mismo Charles Lyell (Hallam 1989).

La reacción de los críticos tardó en materializarse, pero cuando lo hizo alentó a su vez un creciente dogmatismo en las afirmaciones de Kelvin. Thomas Henry Huxley –el “bulldog de Darwin”– demostró de nuevo una gran habilidad dialéctica al concentrar sus ataques sobre la fiabilidad de las hipótesis básicas empleadas por Kelvin. Insertar datos equivocados en unas ecuaciones correctas acarrearán resultados igualmente erróneos, con independencia de cuan elegantes sean los métodos matemáticos utilizados. Por ejemplo, Osmond Fisher, uno de los primeros especialistas en geofísica, cuestionó la suposición de un núcleo sólido en el interior de nuestro planeta. Si en realidad el núcleo no fuese rígido sino plástico, las corrientes de convección producidas en tales condiciones desbaratarían por su base todo el modelo de Kelvin.

Geikie y Croll dejaron de contemporizar y declararon que debía haber algún error en los razonamientos de Kelvin, si bien admitieron desconocer dónde (Hallam 1989). Estos dos investigadores reprobaron abiertamente la arrogancia de su oponente, que se refugiaba en su categoría de físico matemático para situarse por encima de cualquier crítica, una acusación a la que se unieron Huxley y Fisher. John Perry, un reconocido matemático que había sido asistente del propio Kelvin, manifestó su convicción de que el manto terrestre poseía en parte las características de un fluido. Con ello la transferencia de calor se daría menos por conducción –la hipótesis básica de Kelvin– que por convección.

Las réplicas mencionadas no hicieron mella alguna en la excesiva confianza que mostraba Kelvin acerca de sus propios puntos de vista. Nuevas medidas de los puntos de fusión de las rocas sólidas reforzaron sus convicciones previas, hasta hacerle abandonar los últimos vestigios de prudencia que aún asomaban en sus pronunciamientos públicos. A su juicio, la edad de la Tierra debía ser, con un escaso margen de error, de unos

20 millones de años. Geikie, que había tratado de acomodar el transcurso de los procesos geológicos en un periodo de 100 millones de años (la cota superior de la edad terrestre inicialmente sugerida por Kelvin), ahora respondió airadamente ante la absoluta imposibilidad de encajar los datos de la geología en semejante marco temporal. En consecuencia, un número creciente de geólogos proclamaron la independencia de su disciplina de las autocráticas prescripciones dictadas por físicos matemáticos como Kelvin o Tait.

Un distinguido geólogo especialista en glaciares, T.C. Chamberlain, se unió a la controversia negándose a identificar el estado inicial de la Tierra con una esfera incandescente. ¿Por qué no pensar –aducía Chamberlain– que nuestro planeta se formó por una lenta acumulación de material meteorítico? Es más, tampoco había razón para obligarnos a admitir el modelo de disipación térmica usado por Kelvin. Tal vez la estructura interna de los átomos –entonces muy mal conocida– contuviese grandes cantidades de energía potencial no contabilizadas todavía. De un modo u otro, había motivos suficientes para dudar de las premisas fundamentales esgrimidas por Kelvin, por lo cual frases como “verdad cierta” o “ninguna otra alternativa posible” se hallaban completamente fuera de lugar (Dalrymple 2004).

La conjetura de Chamberlain sobre la energía posiblemente almacenada en la estructura interna de los átomos, resultó profética en relación con el fenómeno de la radiactividad. Una vez se reveló la relativa abundancia de isótopos radiactivos en ciertas clases de rocas, junto con la tremenda cantidad de energía liberada durante su desintegración, las bases del modelo térmico de Kelvin para la Tierra se resquebrajaron sin remedio (Dalrymple 2004; Lewis 2000). La presunción de una Tierra sólida que sólo transfiere calor por conducción, también se demostró radicalmente falsa. El manto se halla en un estado semifluido, y la convección es el proceso fundamental de transferencia térmica en el interior de nuestro mundo.

Kelvin era un hombre difícil de convencer, y no debe sorprendernos que inicialmente rechazara la posibilidad de que las desintegraciones radiactivas emitiesen una cantidad tan significativa de energía como para modificar sus opiniones (Burchfield 1975). Su actitud a este respecto siempre fue confusa y ambivalente; si bien es cierto que durante el congreso anual de la *British Association* de 1904 reconoció la importancia térmica de la radiactividad, dos años después quedó claro en el curso de un debate que realmente nunca había acabado de asumir la decisiva influencia de los procesos radiactivos en el cálculo de la edad de la Tierra (Lewis 2000). Por una parte, confesó en privado que el descubrimiento de la radiactividad había vuelto impracticables muchos de sus argumentos, y por

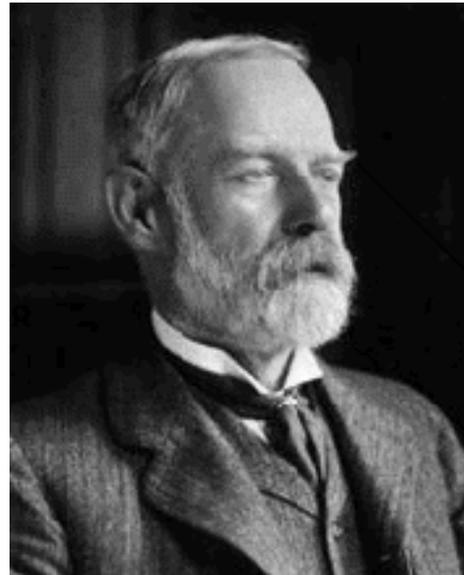
otra evitó siempre publicar una retractación de sus opiniones tan arrogantemente sostenidas antaño (Hallam 1989).

Hoy sabemos que el modelo de Kelvin en su integridad se fundaba sobre suposiciones profundamente equivocadas: el calor terrestre proviene exclusivamente de la época de su formación, la Tierra es completamente sólida, uniformemente caliente en su interior y compuesta toda ella del mismo material interno. Para infortunio del físico británico, ninguna de estas hipótesis coincide con la realidad. Cierto es que por sí sola la radiactividad no justifica completamente el calor interno de la Tierra, pero sí basta para rebatir el modelo de Kelvin y sus conclusiones sobre la antigüedad de nuestro planeta. De hecho, con independencia de los fenómenos radiactivos, la distribución volumétrica de las temperaturas en la Tierra, su generación y su disipación, son asuntos considerablemente complejos cuya explicación no cabe atribuir a un único factor (Dalrymple 2004).

El Darwin de la siguiente generación

George Howard Darwin (1845-1912) decidió emprender un camino profesional semejante pero no idéntico al de su padre. En lugar de dedicarse a las ciencias biológicas se decantó por las físicas. Era obvio que los conflictos de su ilustre progenitor con uno de los más prominentes físicos de la época, no habían hecho mella en su ánimo. Bien al contrario, George llegó a convertirse en un destacado físico y astrónomo especialmente interesado en la formación de nuestro satélite, así como en la fricción producida por los efectos de marea entre la Tierra y la Luna. Incluso sugirió un modelo para estimar la edad de nuestro planeta mediante las variaciones seculares en el radio de la órbita lunar. Fracaso en el empeño, pero no deja de ser aleccionador que una generación después el arsenal teórico empleado contra el padre fuese utilizado por el hijo en el intento de apuntalar la nueva cronología geofísica, mucho más dilatada que la de Kelvin.

Inspirándose en los pronunciados efectos de marea ejercidos entre la Tierra y la Luna, George Darwin propuso en 1878 que la materia de nuestro satélite había sido eyectada en los primeros tiempos de la formación de la Tierra, cuando ésta era poco más que una esfera semifluida girando a gran velocidad sobre sí misma (Darwin 1878; Wise 1966). La aceleración centrífuga en el ecuador terrestre, unida a las tensiones de marea provocadas por la gravedad solar, habrían superado entonces la atracción gravitatoria de la Tierra, incapaz de retener en aquellas condiciones una parte de su propia masa. Con el tiempo nuestro satélite se desplazó hasta su órbita actual y adquirió un mismo periodo de rotación y revolución como resultado de las interacciones de marea con la Tierra. Esta idea pronto se conoció como la “teoría de fisión” para el origen lunar, y



George Howard Darwin

de ella se deducía que la separación se había producido al menos hacía unos 56 millones de años.

En 1892 el reverendo Osmond Fisher se atrevió a señalar el lecho oceánico del Pacífico como la región desde la cual se desprendió la masa que poco después formaría la Luna. El hecho de que el material protolunar proviniese del manto terrestre explicaba –según Fisher– la más baja densidad de la Luna comparada con la Tierra. Pese a su indudable atractivo la hipótesis del reverendo británico no se confirmó, puesto que, entre otros detalles, dejaba sin explicar la causa de la inclinación de la órbita lunar con respecto al ecuador terrestre. Cálculos posteriores (Jeffreys 1930) confirmaron que la fricción interna de nuestro planeta hubiese impedido que se formase el abultamiento ecuatorial necesario como paso previo al desprendimiento sugerido por Darwin y Fisher.

Sin embargo, en el último cuarto del siglo XIX estas conclusiones se hallaban todavía lejos de haberse establecido, lo que permitía a George Darwin contemplar su hipótesis como algo más que una ocurrencia verosímil. La base de sus especulaciones se encontraba en el comportamiento de los sólidos rígidos bajo mareas gravitatorias, unos efectos ocasionados por el hecho de que los objetos reales no son puntuales (tienen un tamaño distinto de cero). Así pues, existe una diferencia entre la intensidad de la atracción gravitatoria entre sus dos caras, mayor en la más cercana al otro objeto que ejerce la atracción, y menor en la opuesta, lo que se traduce en una deformación mecánica del objeto. Precisamente el nombre “marea” proviene de la mayor visibilidad de este fenómeno cuando acaece sobre grandes masas líquidas, como los océanos. No obstante, también la corteza sólida de los planetas sufre los efectos de marea; buena prueba de ello es la diferencia de cuatro metros



proved by volleys of falling stars, which emanate from known radiant points in the heavens. But these are the drops and sawdust of the solar system, and merely serve to give us a memento of the myriads which existed in early days, before the sun and the planets and their satellites were born.

In this paper I have attempted to touch on only a few points in a large subject. The attempt to reconstruct the history of stars and planets involves a less grand in themselves; but the events to be recorded in that history relate to a past so remote that our conclusions cannot but be speculative. Thus the value of the investigation of which I have given an account will appear very different to different minds. To some men of science it will stand condemned as altogether too speculative; others will think that it is better to risk error in the chance of winning truth. To me, at least, it seems that the line of thought flows in a true channel; that it may help to give a meaning to the observations of the astronomer and of the spectroscopist; and that many interesting problems may perhaps be solved with sufficient completeness to throw further light on the evolution of nebulae and of planetary systems.

G. H. Darwin.

Vol. XI.—113.

que exhibe el diámetro terrestre en el ecuador, con respecto a una forma perfectamente esférica, debidos a la influencia gravitatoria de la Luna.

Con estos argumentos precediéndole, George Darwin calculó la edad de la Tierra a partir de estimaciones sobre el tiempo que había tardado la Luna en alcanzar el radio de su órbita actual mientras se alejaba paulatinamente de nuestro planeta. También supuso que las tensiones internas creadas por las mareas gravitatorias ocasionaban una pérdida de energía en la Tierra en forma de calor. A su vez esta pérdida de energía térmica repercutía en una disminución del ritmo de rotación de nuestro planeta sobre su propio eje, una variación que podría utilizarse a modo de “reloj” astronómico con el fin de estimar una cota inferior para la edad de la Tierra. Obviamente, con este método tan solo cabía estimar un periodo de tiempo que abarcase desde el presente hasta el nacimiento de la Luna; nada podía decirse de momentos anteriores.

No tardaron en alzarse objeciones contra este hipotético método de datación astrofísica que finalmente —como ya se ha mencionado— dieron al traste con la confianza en él depositada. Ni la pérdida de calor planetario es un proceso tan simple y regular como George Darwin parecía suponer, ni la Luna se formó en tiempos arcaicos mediante la ruptura y desgajamiento de una parte de nuestro planeta. Ninguna de las premisas del razonamiento de George Darwin se mantiene hoy día, y su tentativa no se considera ya más que un

interesante ejercicio intelectual cuando muchos de los datos relevantes para el problema resultaban aún desconocidos.

Queda en pie, sin embargo, el hecho de que los efectos de marea sí producen variaciones en el tamaño de la órbita lunar, a causa de la fricción ocasionada sobre la Tierra y la pérdida de momento angular sufrida por ésta. La modificación gradual de la órbita de la Luna, ha provocado a su vez una alteración rastreada en numerosos ritmos biológicos dependientes de procesos geofísicos y astronómicos de carácter cíclico. Y no faltan ejemplos de ello.

Hay abundante evidencia paleontológica procedente de los denominados *rhythmites*, o sedimentos laminares de marea, que son las líneas de crecimiento que podemos encontrar regularmente espaciadas en los fósiles, como los anillos de crecimiento en los árboles. La disposición de estas líneas demuestra que su crecimiento depende críticamente de los ciclos geológicos y biológicos, los cuales, a su vez, se ven influenciados por los ciclos astronómicos. Con todo ello, paleontólogos y geólogos (Ma 1958; Wells 1963, Kahn y Pompea 1978) han podido deducir los cambios acaecidos en las duraciones de los días y los meses a lo largo de períodos muy prolongados de tiempo, estudiando el modelo de crecimiento de estas estructuras laminadas en los restos fosilizados previamente descubiertos (sobre todo, corales y Nautilus).

Esta evidencia paleontológica ha sido objeto de estudio minucioso durante décadas, incluso en el siglo XIX (Darwin 1878, 1879, 1880). Los resultados, altamente fiables obtenidos por este cuidadoso escrutinio científico, permiten inferir (Williams 1990) que hace 650 millones de años la velocidad de recesión lunar (el ritmo al cual nuestro satélite se aleja de la Tierra conforme va describiendo sus órbitas) era 1.95 ± 0.29 cm/año, y que hace entre 2500 y 650 millones de años, dicha velocidad era 1.27 cm/año. Un análisis más cuidadoso de esos mismos datos (Williams 1997), mostró una proporción de retroceso de entre 2.16 y 3.80 cm/año durante los últimos 650 millones de años. La fiabilidad de estos datos se halla respaldada por una gran cantidad pruebas favorables (Lambeck 1980; Archer 1996).

Los creacionistas al acecho

Como era de espera, los defensores de un creacionismo que atribuye a la Tierra una edad concordante con el relato del Génesis, no podían dejar pasar la oportunidad que se les presentaba. Resultaba demasiado tentador el uso de los mismos argumentos empleados por Kelvin en su disputa contra el uniformismo, o incluso también —por qué no— las hipótesis del hijo de Darwin contra las de su propio padre. El carácter aberrante del revoltijo así engendrado, no alarmaba a quienes estaban dispuestos a recurrir a cualquier

instrumento en su encarnizada lucha contra la evolución.

El hecho es que Kelvin sí admitía que nuestro planeta tenía una edad de muchos millones de años, si bien no tantos como Darwin requería. Sus conclusiones, que se extendían en un intervalo de entre 20 y 400 millones de años, en nada respaldan la idea bíblica de una Tierra con sólo 6.000 años de antigüedad. Probablemente por eso los creacionistas –disfrazados a comienzos del siglo XXI con el ropaje del “Diseño Inteligente”– nunca mencionan los razonamientos de Kelvin en su integridad, ya que en ese caso ellos mismo se verían desautorizados con absoluta claridad. Su estrategia, al igual que en casi cualquier otra ocasión, consiste en subrayar los ataques del físico británico contra la cronología defendida por biólogos y geólogos. Pretenden así que las personas sin grandes conocimientos históricos o científicos reciban una versión parcial y sesgada del debate, propiciando con ello que extraigan conclusiones profundamente equivocadas. En el colmo de la falacia, el creacionismo airea con furor las críticas de Kelvin contra la antigüedad de la Tierra, y acto seguido las presenta como aval para una cronología bíblica de 6.000 años que ese mismo físico británico rechazaba sin ambages.

El mismo tratamiento dispensaron los creacionistas a la obra de George Darwin, convirtiéndola en uno de los puntales de su afirmación sobre la juventud de la Tierra. El efecto de marea gravitatoria, que ciertamente frena la rotación de la Tierra, se esgrime ahora para afirmar que la Luna debió haber estado tan cerca de nuestro planeta hace unos pocos millones de años que la atracción debió haberla hecho colisionar con la Tierra. Por lo tanto –prosiguen los creacionistas– el mundo no puede tener más allá de 20.000 o 30.000 años de antigüedad.

Semejante argumentación puede sonar muy persuasiva si olvidamos que la eficacia del frenado rotacional, depende críticamente de la configuración de los océanos, puesto que las grandes masas líquidas son las que en mayor grado experimentan este efecto gravitatorio. Y la distribución de las aguas, sin duda alguna, es hoy muy distinta de la que fue hace millones de años. Teniendo en cuenta que la disipación del momento angular en nuestro planeta debió ser menor en tiempos pretéritos que en la actualidad, una estimación razonable sugiere que en el origen del sistema Tierra-Luna, nuestro satélite se hallaba a una distancia algo superior a 38 radios terrestres (Finch 1982; Hansen 1982; Brush 1983). Es decir, casi con absoluta seguridad, la Luna jamás estuvo a menos de 250.000 km de la Tierra (Chaisson y McMillan 1993)

No parece que ni estas ni otras explicaciones más proliferas vayan a desanimar a los partidarios de una lectura literal de los textos bíblicos. Estos autores, más numerosos en estados Unidos que en

Europa, no sólo pretenden contender con la biología evolucionista, sino también con la geofísica y la mecánica celeste, o con cualquier otra ciencia que amenace su intransigente visión de la historia natural en clave religiosa. Una disposición muy distinta de la que animaba a físicos, biólogos y geólogos cuando a finales del siglo XIX debatieron el origen y la edad de nuestro planeta. Por muy equivocado que estuviese uno de los dos bandos en la disputa, ninguno de los dos renunció jamás al uso de la razón. Y esa es la principal lección que todos deberíamos tener siempre presente.

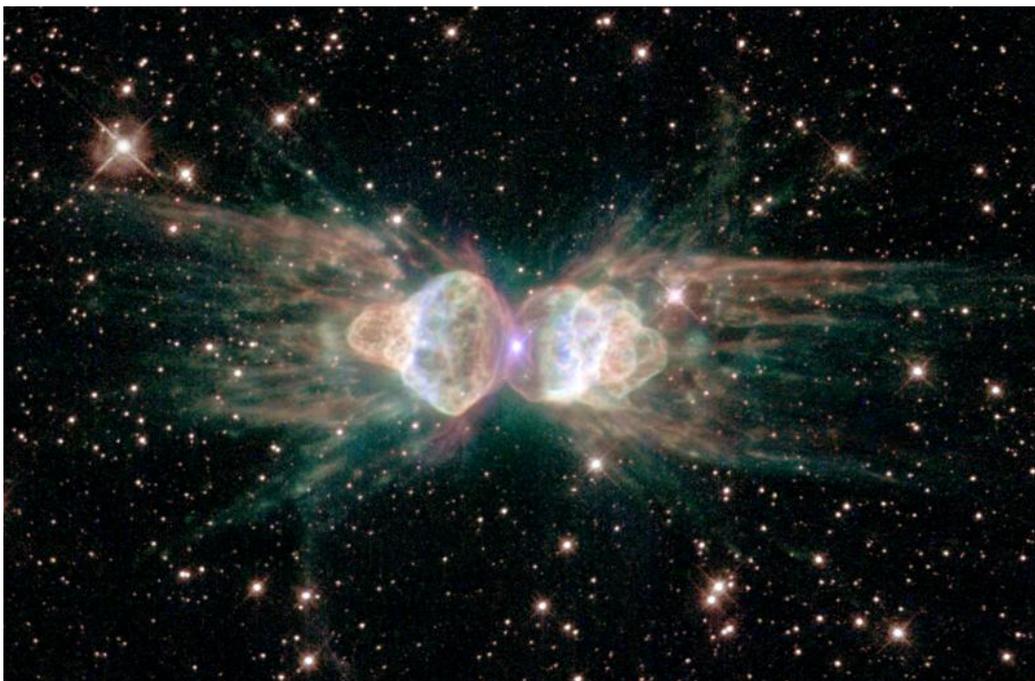
REFERENCIAS

- Archer, A.W. 1996. Reliability of lunar orbital periods extracted from ancient cyclic tidal rhythmites. *Earth Planet. Sci. Lett.* 141: 1-10.
- Badash, L. 1989. The age of the Earth debate. *Sci. Am.* 261: 78-92.
- Brush, S.G. 1982. Finding the age of the earth: By physics or by faith?. *J. Geol. Education* 30: 34-58.
- Burchfield, J.D. 1975. *Lord Kelvin and the age of the Earth*. Science History Publ.
- Chaisson, E. y McMillan, S. 1993. *Astronomy Today*. Prentice Hall.
- Dalrymple, G.B. 2004. *Ancient Earth, ancient skies: The age of the Earth and its cosmic surroundings*. Stanford Univ. Press.
- Darwin, G.H. 1877. On the influence of geological changes on the Earth's axis of rotation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 167: 271-276.
- Darwin, G.H. 1878. On the precession of a viscous spheroid. *Nature* 18: 580-582.
- Darwin, G.H. 1879. On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the earth. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 170: 447-530.
- Darwin, G.H. 1880. On the secular change of the orbit of a satellite revolving about a tidally distorted planet. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 171: 713-891.
- Finch, D.G. 1982. The evolution of the earth-moon system. *Moon and Planets* 26: 109-114.
- Fisher, O. Rev. 1881. *Physics of the Earth's Crust*. Macmillan.
- Fisher, O. Rev. 1882. On the physical cause of the ocean basins. *Nature* 7: 243-244.
- Fisher, O. Rev. 1892. Hypothesis of a liquid condition of the Earth's interior considered in connexion with Professor Darwin's theory of the genesis of the Moon. *Cambridge Philos. Soc. Proc.* 7: 335-342.
- Hallam, A. 1989. *Great geological controversies*. Oxford Univ. Press.
- Hansen, K.S. 1982. Secular effects of oceanic tidal dissipation on the moon's orbit and the

- earth's rotation. *Rev. Geophys. Space Physics* 20: 457-480.
- Jeffreys, H. 1930. Resonance theory of the origin of the Moon, II. *Royal Astronomical Society Monthly Notices* 91: 169-173.
- Kahn, P.G., Pompea, S.M. 1978. Nautiloid growth rhythms and dynamical evolution of the earth-moon system. *Nature* 275: 606-611.
- Lambeck, K. 1980. *The Earth's Variable Rotation - Geophysical causes and consequences*. Cambridge Univ. Press.
- Lewis, Ch. 2000. *The Dating Game: One man's Search for the Age of the Earth*. Cambridge Univ. Press.
- Lindley, D. 2004. *Degrees Kelvin*. Joseph Henry Press.
- Ma, T.Y.H. 1958. The relation of growth rate of reef corals to surface temperature of sea water as a basis for study of causes of diastrophisms instigating evolution of life. *Research on the Past Climate and Continental Drift* 14: 1-60.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1862. On the age of the Sun's heat. *Macmillan's Magazine* 5: 288-293.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1864. On the secular cooling of the Earth. *Trans. R. Soc. Edinburgh* 13: 167-169.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1866. The «Doctrine of Uniformity» in Geology briefly refuted. *Proc. R. Soc. Edinburgh* 5: 512-13.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1868. On geological time. *Trans. Geol. Soc. Glasgow* 3: 1-28.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1869. On geological dynamics. *Trans. Geol. Soc. Glasgow* 3: 215-240.
- Thomson (Lord Kelvin), W. 1879. The internal condition of the Earth -as to temperature, fluidity, and rigidity. *Trans. Geol. Soc. Glasgow* 6: 38-49.
- Wells, J.W. 1963. Coral growth and geochronometry. *Nature* 197: 948-950.
- Williams, G.E. 1990. Tidal rhythmites - key to the history of the Earth's rotation and the Moon's Orbit. *J Phys. Earth* 38: 475-491.
- Williams, G.E., 1997. Precambrian Length of day and the validity of tidal rhythmite paleotidal values. *Geophys. Res. Lett.* 24: 421-424.
- Wise, D.U. 1966. Origin of the Moon by fission, *En: Marsden, B.G. y Cameron, A.G.W. (eds.), The Earth-Moon System*. Plenum Press.

Información del Autor

R. A. Alemañ Berenguer es Licenciado en Química (especialidad Bioquímica) por la Universidad de Valencia y en Física (especialidad Fundamental) por la UNED, doctorando en la división de óptica del Dpto. de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Su actividad como investigador colaborador en dicha universidad se desarrolla en el grupo de biomateriales, y en concreto en el estudio del almacenamiento óptico de información mediante métodos holográficos en materiales de origen biológico (proteínas fotosensibles). Es también autor de diversos libros y artículos divulgativos sobre física y biología evolucionista, recensor de la revista *Latin American Journal of Physics Education*, y asesor del programa radiofónico de divulgación científica *Adelantos* en Onda Regional de Murcia.



En el Bicentenario de la publicación de la *Filosofía Zoológica* de Lamarck: La relación entre los seres vivos y su ambiente en Lamarck: dos interpretaciones

Alberto A. Makinistian

Dpto. de Bioantropología y Evolución, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Entre Ríos 758. 2.000 Rosario. Argentina.
E-mail: amakinistian@citynet.net.ar

RESUMEN

Al cumplirse el bicentenario de la publicación de la *Filosofía Zoológica* el artículo pretende analizar ideas centrales de su autor, Lamarck, quien, lejos de recurrir a postulados catastrofistas de la época, afirma que los seres vivos cambian a través del tiempo y que la causa de los cambios debe ser buscada en la particular relación que mantienen con su ambiente. En este punto es donde se plantean dos interpretaciones: la sostenida por la comunidad científica en general y el autor del presente artículo, según la cual los organismos responden siempre favorablemente a los cambios producidos en el ambiente, y la que propone el Dr. Gustavo Caponi, para quien considerar que la respuesta del organismo al medio es siempre favorable constituye un error producto de la propensión general de leer a Lamarck con los ojos de Darwin. *eVOLUCIÓN* 4(2): 23-30 (2009).

Palabras Clave: Seres vivos, circunstancias, necesidades, esfuerzos.

ABSTRACT

At the bicentenary of the publication of Lamarck's *Zoological Philosophy*, the aim of this article is to analyze its author's keys ideas. Lamarck, far from resorting to the catastrophic postulates of his age, states that living beings change in the course of time and that the cause of the modifications must be found in the particular relationship these living beings hold in relation to their environment. At this point, two interpretations are posed: one held by the scientific community in general and by the author of this article considering that organisms always respond favorably to the changes produced in the environment. The other interpretation, proposed by Dr. Gustavo Caponi, claims that it is a misconception to consider the response of the organism to the environment to be always favorable. Such misconception arises from the general tendency of reading Lamarck's work from the perspective of Darwin. *eVOLUCIÓN* 4(2): 23-30 (2009).

Key words: Living beings, environment, needs, efforts.

2009 es un año de aniversarios importantes para quienes trabajamos y nos interesamos en la temática de la evolución biológica. Es que el pasado 12 de febrero se cumplió el bicentenario del nacimiento de Charles Darwin (1809-1882) y el próximo 24 de noviembre se conmemorarán ciento cincuenta años de la publicación de su obra cumbre *El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural*. Ambos acontecimientos justifican plenamente que, en el plano internacional, 2009 se haya convertido en "el Año Darwin" y sin duda resulta sorprendente, gratamente sorprendente, la gran cantidad de congresos, jornadas, simposios y otros eventos académicos ya organizados o que se están organizando en relación a la trascendencia del autor y su obra. Por otra parte, publicaciones científicas, revistas y diarios se han hecho eco de tan significativa conmemoración.

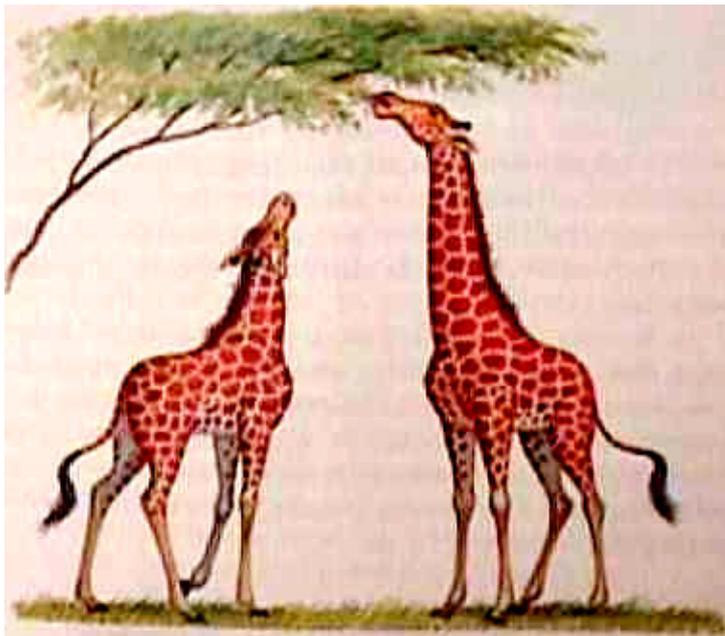
Por nuestra parte, estamos rindiendo homenaje a la ilustre figura en otros escritos (por ej. una

serie de seis artículos en el Boletín del Instituto Jane Goodall España). Pero no es ese el motivo del presente trabajo, sino otro aniversario al que se le ha prestado escasa atención. Nos referimos al bicentenario de la publicación de la *Filosofía Zoológica*, escrita por el francés Juan Bautista Pedro Antonio de Monet, más conocido como (Caballero de) Lamarck (1744-1829) que constituye, en el plano de la historia de las ideas, la primera obra claramente evolucionista.

Resulta evidente que la historia no ha sido justa con Lamarck. Prueba del olvido en que ha estado sumida su obra es el hecho de que en doscientos años la *Filosofía Zoológica* ha tenido, que sepa-



J. B. Lamarck



mos, sólo tres ediciones en castellano. Más aún, las tres ediciones son traducciones del primer tomo, de los dos que conforman la edición original en francés.

La primera versión es la de editorial F. Sempere y Cía., de Valencia, España, con prólogo de Ernst Haeckel. Si bien en esta edición no figura el año de publicación, se estima que el mismo sería 1911, fecha que ha quedado registrada en el catálogo de la Biblioteca Nacional de Madrid. Resulta llamativo, por lo tanto, que la primera edición castellana haya aparecido nada menos que ciento dos años después de publicada en 1809 la primera edición francesa.

La segunda versión en castellano data de 1971 y fue publicada por editorial Mateu, de Barcelona, España, conforme a la edición francesa de Schleicher Frères (París, 1907). Es sin duda un error que en la presentación de esta obra Joan Senent asegure que la versión de Editorial Matéu es la primera en castellano (pág.7-8 y notas). La tercera y última edición en castellano, hasta el momento, data de 1986 y es la que tuvo a su cargo la editorial Alta Fulla, de Barcelona, que consiste en una reimpresión de la versión ya mencionada de 1911.

Como ya sabemos, a lo largo de su obra Lamarck deja en claro que se opone de un modo rotundo a la creencia en la inmutabilidad de las especies animales y vegetales, sosteniendo, en contra del fijismo, que si las especies hubieran sido establecidas en la Creación y se mantuviesen estáticas desde ese momento, no habrían podido sobrevivir a los cambios ambientales. Por lo tanto, Lamarck considera la fijeza de las especies sólo como una apariencia debida a la brevedad de la vida humana.

En la *Filosofía Zoológica* y bajo el subtítulo “*De las llamadas especies perdidas*” (págs. 86-

88) Lamarck analiza el hecho de que “razas enteras se han aniquilado o perdido” en el pasado. Qué pudo haber ocurrido con ellas, se pregunta ¿Habrá sido destruidas por catástrofes universales como lo planteaba Cuvier? No es eso lo que Lamarck postula. Si bien admite catástrofes parciales o locales, producidas por terremotos, inundaciones, huracanes y otros fenómenos que pueden ser observados directamente, opina que la vida sobre la Tierra nunca se ha interrumpido. Sin mencionar a Cuvier, Lamarck plantea:

“[...] ¿por qué suponer sin pruebas una catástrofe universal, cuando la marcha de la naturaleza puede ser suficiente, mejor conocida, para dar razón de todos los hechos que observamos en todas sus partes?”

Si consideramos, por una parte, que, en todo lo que opera, *la naturaleza no hace nada bruscamente y que actúa siempre con lentitud y por grados sucesivos*, y, por otra parte, que las causas particulares o locales de los desórdenes, de los trastornos, de los desplazamientos, etc., pueden dar razón de todo lo que se ha observado en la superficie de nuestro globo [...] reconoceremos que no es necesario en absoluto suponer que una catástrofe universal ha venido a derribarlo todo y a destruir una gran parte de las propias operaciones de la naturaleza.” (1971: 89-90. La cursiva es nuestra).

Queda claro, en el texto que acabamos de transcribir, que Lamarck también se opone con firmeza a cualquier posibilidad de catástrofe universal y vemos cómo, para él, la explicación hay que buscarla en la forma en que opera la naturaleza. Eso lo lleva a pronunciarse en favor de una postura gradualista (“la naturaleza no hace nada bruscamente” o “la naturaleza lo ha hecho todo poco a poco y sucesivamente”) y también en favor de un Tiempo “que no tiene límites” (la naturaleza “actúa siempre con lentitud”).

Si un cataclismo universal no fue responsable de la desaparición de especies, ¿cuáles son las causas? A Lamarck se le ocurren tres alternativas posibles para responder a ese interrogante. La primera de ellas contempla el caso de que muchas especies que creemos absolutamente desaparecidas quizá no lo estén. Es que existen tantas zonas del mundo aún inexploradas, tanto terrestres como en las profundidades de los mares, dice Lamarck, que perfectamente podrían encontrarse allí ejemplares de las especies que se supone desaparecidas.

Una segunda posibilidad es que el hombre efectivamente haya causado la destrucción de grandes animales que viven en tierra por no tener ningún interés en conservarlos o reducirlos a la domesticidad.

La última alternativa considerada por Lamarck es de una importancia mayúscula ya que encierra, plenamente, su claro pensamiento evolucionista. Dejemos que él mismo nos la explique:

“[...] entre los restos fósiles que se encuentran de tantos animales que han existido, un gran número de ellos pertenecen a animales de los cuales no se conocen análogos vivientes y perfectamente semejantes; y, entre éstos, la mayor parte pertenecen a moluscos con concha, de manera que sólo nos quedan las conchas de estos animales.

Así, si encontramos gran cantidad de conchas fósiles con diferencias que no nos permiten, según las opiniones admitidas, mirarlas como análogas de las especies vecinas que conocemos, ¿se sigue necesariamente que estas conchas pertenecen a especies realmente perdidas? ¿Por qué, por otra parte, se habrían perdido, si el hombre no ha podido obrar su destrucción? ¿No sería posible, al contrario, que los individuos fósiles de que se trata *pertenecieran a especies todavía existentes, pero que hubieran cambiado dando lugar a las especies vivas en la actualidad que nos parecen sus vecinas?* (1971: 87-88. La cursiva es nuestra).

Lamarck construye su teoría evolucionista sobre la base de un postulado particularmente significativo: una vez originados los primeros esbozos vegetales y animales en lugares y circunstancias favorables, la vida misma, en ejercicio de una facultad que le es propia, que es inherente a ella misma, tiende de manera ininterrumpida a complicar cada vez más la organización. Por eso Lamarck considera que el *orden natural*, es decir el orden seguido por la misma naturaleza en la producción de los seres vivos, es de formas simples a formas cada vez más complejas. Es la organización y la influencia de nuevas circunstancias ambientales y de nuevos hábitos, lo que ha ido produciendo, poco a poco, a través de los tiempos, todos los organismos.



En este proceso actúan dos factores: el interno, que tendería a formar una seriación o gradación regular de los distintos grupos animales, y los factores externos, que tenderían continuamente a alterar la regularidad de dicha gradación. Esta interacción del factor interno con los externos la expresa Lamarck en repetidas ocasiones:

“[...] la organización de los animales, en su composición creciente, desde los más imperfectos hasta los más perfectos, sólo ofrece una *gradación irregular* [...]”

En efecto, será evidente que el estado en que vemos a todos los animales es, por una parte, el producto de la complejidad creciente de la organización, que tiende a formar una gradación regular, y, por la otra, que es el de las influencias de una multitud de circunstancias muy diferentes que tienden continuamente a destruir la regularidad en la gradación de la composición creciente de la organización.” (1971: 178-179)

¿Cómo responden vegetales y animales a los cambios operados en el medio? Lamarck establece aquí una diferencia significativa entre la reacción que experimentan los vegetales frente a los cambios ambientales y la que tiene lugar entre los animales y el medio. Así, Lamarck considera que los factores externos influyen *directamente* sobre los vegetales, ya que éstos no tienen “hábitos propiamente dichos”. En otras palabras, entendemos que los cambios en las condiciones ambientales provocan cambios inmediatos, mecánicos, automáticos, en los vegetales. Veamos la explicación que nos da el mismo Lamarck:

“En los vegetales, en los que no hay acciones y, por consiguiente, no hay *hábitos* propiamente dichos, los grandes cambios de circunstancias conducen a diferencias no menos grandes en el desarrollo de sus partes; de manera que estas diferencias hacen nacer y desarrollar algunas de entre ellas, mientras que atenúan y hacen desaparecer a algunas otras. Pero aquí todo se opera por los cambios que provienen de la nutrición del vegetal, de sus absorciones y sus transpiraciones, de la cantidad de calórico, de luz, de aire y de humedad que recibe habitualmente [...]” (1971: 180)

Pero no es así como obran las circunstancias sobre los animales que poseen un sistema nervioso desarrollado, porque:

“sean cuales sean las circunstancias, no operan *directamente* sobre la forma y sobre la organización de los animales ninguna modificación.”

“Pero grandes cambios en las circunstancias producen grandes cambios en las *necesidades* de los animales y cambios iguales en las acciones. Así, si las nuevas necesidades se vuelven constantes o muy duraderas, los animales adquieren nuevos *hábitos*, que son tan duraderos

como las necesidades que los han hecho nacer” (1971: 179. Hemos escrito los términos “directamente” y “necesidades” en letra cursiva, con la intención de que el lector se fije en ellos puntualmente. En cuanto al término “hábitos”, figura en cursiva en el original).

Como vemos, el cambio en las condiciones ambientales no implica, *directamente*, cambios en la forma y organización de los animales. Lo que cambia, básicamente y en primerísimo lugar, son sus necesidades. El animal experimenta, ante el cambio ambiental, nuevas necesidades, necesidades que hasta ese momento no tenía. ¿Cómo responde el animal a esas nuevas necesidades? Según Lamarck con nuevas acciones, esto es, comportándose de manera distinta. Si estas acciones se convierten en habituales, se producirá un reordenamiento funcional del organismo que pasará a emplear de diferente manera sus órganos (por ej. empleando en mayor medida órganos que utilizaba poco, usando menos los que antes usaba más, creando algunos nuevos o bien produciéndose la desaparición de los que ya no se utilizarán en absoluto). Resulta evidente, por lo tanto, que para Lamarck existe una estrecha correspondencia entre las nuevas necesidades, surgidas de un ambiente que ha cambiado y las modificaciones corporales producidas. El resultado es una relación armónica continua entre el organismo y su medio circundante.

En nuestra opinión, Lamarck estaba convencido de que fueren cuales fueren los cambios acontecidos en las circunstancias, las especies, lejos de extinguirse, siempre, absolutamente siempre, terminaban sobreponiéndose a las adversidades del medio. Por ello asegura que las condiciones ambientales no pueden alterar el plan de composición de los animales “más que en las particularidades de detalle y jamás en la totalidad de su organización” (*Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres*. introduction, vol. I, pág. 134, 1815, citado por E.Guyénot, 1956: 370)

Aunque Canguilhem la descarte (ver cita más abajo), nosotros observamos aquí, en la relación organismo-medio, la existencia de una visión finalista por parte de Lamarck, pues sea cual fuere el cambio que tiene lugar en las circunstancias (medio ambiente), ya se sabe de antemano qué pasará: el organismo terminará sobreponiéndose, respondiendo con efectividad a las nuevas condiciones. Para nosotros, “*todos* los cambios físicos que se producen en el organismo representarán mejoras en el sentido de que posibilitarán, siempre, su adaptación a las nuevas condiciones ambientales.”(Makinistian 2004: 77-78).

Lo desarrollado por Lamarck bajo el subtítulo “*De las llamadas especies perdidas*” revela, con absoluta claridad, que no acepta en absoluto la posibilidad de extinción de especies como consecuencia de la falta de respuestas adecuadas

a los cambios ambientales y este punto es de fundamental importancia para nosotros.

En la coyuntura histórica en la que se sitúa Lamarck surge el mecanicismo como ideología ascendente y progresivamente dominante. Frente al mecanicismo está el vitalismo, que reconoce la existencia de una iniciativa en los seres vivos. En nuestra opinión, la filosofía vitalista de Lamarck predomina sobre su concepción materialista de la naturaleza.

Al respecto, dice Canguilhem:

“El cambio en las circunstancias es inicial, pero es el ser viviente quien tiene, en el fondo, la iniciativa del esfuerzo para no ser abandonado por su medio. *El lamarckismo no es un mecanicismo, sería inexacto hablar de finalismo, se trata de vitalismo*” (Citado por Joan Senent en *Filosofía Zoológica*, 1971: 17)

Llegados a este punto, resulta de interés señalar que para nuestro colega y amigo el Dr. Gustavo Caponi, de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil, los autores anteriores a Darwin pensaban fundamentalmente en que cada ser vivo tenía una función que cumplir y no un lugar a conquistar y defender y que decir que Lamarck sostiene que la respuesta del organismo al medio es *siempre* favorable constituye un error producto de la propensión general existente de leer a Lamarck con los ojos de Darwin.

Por el contrario, Caponi piensa “que sería mejor leer a Lamarck desde Buffon y no desde Darwin” (comunicación personal). En principio, la idea de Gustavo nos parece buena, en el sentido de que Buffon y Lamarck no se conocieron a través de sus escritos, sino personalmente y éste no es un dato menor. Por lo tanto, de ninguna manera queremos minimizar la influencia que Buffon tuvo sobre Lamarck, pero sí debemos hacer algunas aclaraciones.

Por un lado, debemos decir que la contemporaneidad entre ambos autores se mantuvo por un período no mayor de diez años, entre 1778, fecha en que Buffon, desde el Jardín Botánico del Rey, intercede para que la Imprenta Oficial le publique a Lamarck su *Flora Francesa* (por entonces Lamarck era un joven de 34 años) y 1788, año de fallecimiento de Buffon. También es importante señalar que el Lamarck que conoció a Buffon se dedicaba a la botánica y el Lamarck posterior a esa fecha, a la zoología. Para expresarlo con más precisión, digamos que uno de los objetivos de la Revolución Francesa había sido el de convertir el Jardín Botánico del Rey en una institución pública. Así nació el Museo de Historia Natural de París y se crearon allí doce cátedras. Como existían tres postulantes para dos cargos en el área de la botánica, Lamarck, de menos antecedentes, debió conformarse aceptando la cátedra de “animales inferiores” o “animales sin vértebras” como más tarde los denominaría.

De todas maneras, lo más importante de todo es el hecho de que las ideas centrales de Lamarck difieren de las de Buffon, motivo por el cual, pensamos, lo mejor sería no leer a Lamarck ni desde Darwin ni desde Buffon, sino intentando interpretar su pensamiento de la manera más fiel posible, atendiendo a sus escritos.

“En la historia de la ciencia –dice Caponi- un texto debe ser interpretado en base al contexto teórico en el cual fue producido, sin proyectar en él nuestros intereses y conocimientos actuales” (comunicación personal)

Y la verdad es que, básicamente, nosotros compartimos el pensamiento de Caponi. Sin embargo, nos parece que limitarnos en extremo a lo que un autor taxativamente dijo o no dijo puede resultar perjudicial para lograr una interpretación fidedigna. ¿Acaso no puede haber dado por sobreentendida alguna cuestión en particular? Lamarck no dice, “con puntos y comas”, que no hay extinción de especies por no poder responder adecuadamente a los cambios producidos en las circunstancias; sin embargo, es la conclusión a la que se llega luego de leer atentamente la explicación que proporciona acerca “de las llamadas especies perdidas”.

De acuerdo con la idea original de Camille Limoges, el Profesor Caponi afirma que

“en Lamarck no hay ninguna explicación de la adaptación y no la hay porque el propio hecho de la adaptación se encuentra en su obra fuera de toda consideración” (2006: 9).

Gustavo niega expresamente que la teoría de Lamarck haya sido una teoría de la adaptación. Y no lo fue, según él,

“porque nunca, en ninguna parte, Lamarck presenta o piensa las modificaciones producidas por las circunstancias, o por las reacciones de los organismos frente a esas circunstancias, como siendo útiles o ventajosas para sus portadores o como surgiendo para dar respuesta a algún problema particular planteado por el ambiente.” (comunicación personal)

Reconsiderando algunas observaciones formuladas originalmente por el mismo Limoges, Caponi señala que

“las modificaciones de los perfiles orgánicos producidas por las circunstancias no eran nada semejante a lo que hoy caracterizaríamos como respuestas a las exigencias del medio, las mismas eran simples transformaciones, o incluso *deformaciones*, resultantes de procesos fisiológicos que modelaban lo viviente con total independencia del carácter favorable o desfavorable que pudiesen revestir las modificaciones producidas.” (2006: 9-10)

Y también:

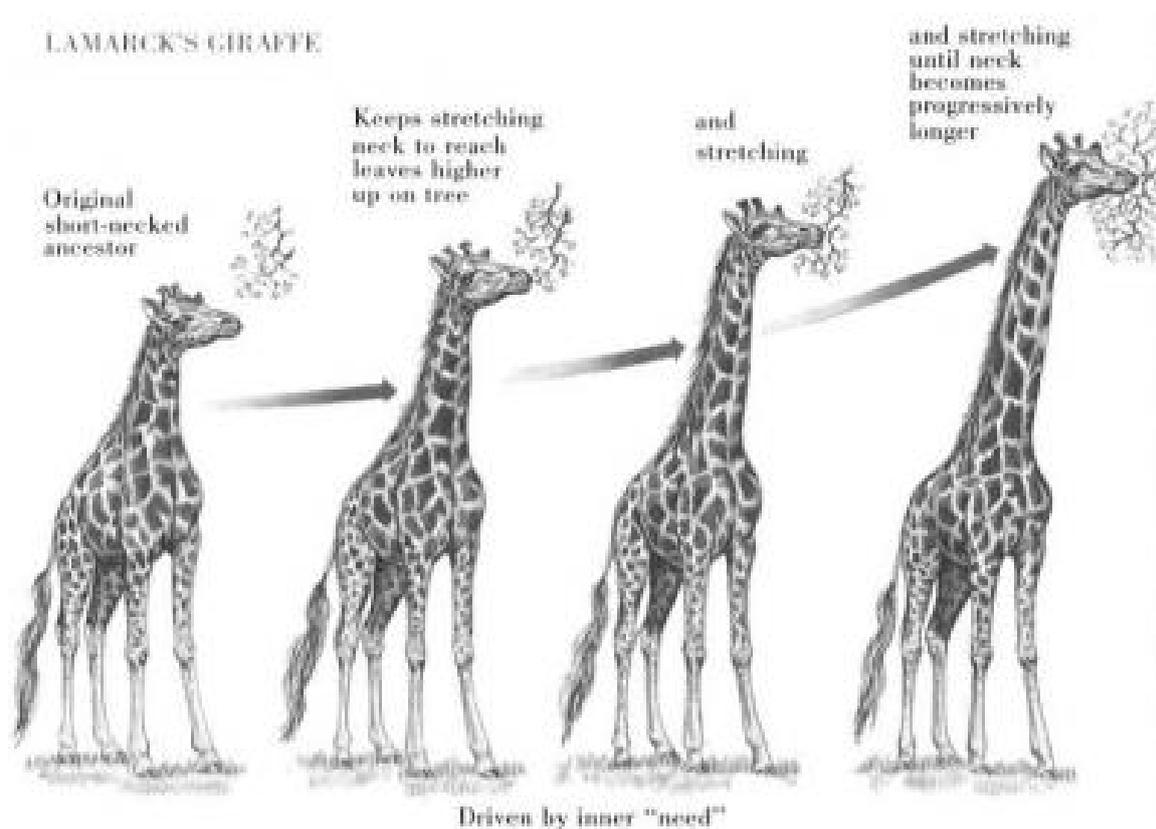
“las modificaciones que los organismos sufrían en virtud de sus condiciones de vida no tenían por qué redundar en alguna ventaja para

sus portadores; y es por eso que la posible utilidad de las mismas no eran nunca consideradas en sus análisis y explicaciones. Lejos de ser pensadas como recursos para enfrentar las circunstancias, esas modificaciones eran, en todo caso, marcas o *deformaciones* producidas por las condiciones en las que se desarrollaban las diferentes formas de vida. Así, como los ojos de un topo no se atrofian *para* dejar de ver; sino *por* dejar de hacerlo, el pescuezo de la jirafa no se estiraba *porque* eso permitiese alcanzar las ramas más altas de los árboles sino *por* el movimiento reiterado y continuo que ese animal realiza en su rutina de alimentación: el movimiento, o su ausencia, simplemente causa una modificación pero nada indica, *a priori*, que esa modificación tenga que ser necesariamente útil”. (2006: 38)

Resulta evidente, por tanto, que la interpretación sostenida actualmente por nuestro colega difiere de la que mantiene la comunidad científica en general y nosotros en particular. Retomemos los dos ejemplos que menciona en el texto anterior. Estamos de acuerdo con él en cuanto a que los ojos de un topo no se atrofian *para* dejar de ver, sino *por* dejar de hacerlo. Efectivamente, Lamarck señala que “el empobrecimiento y la desaparición del órgano” de que se trata, son los resultados “de una falta constante de ejercicio” (1971: 192). En cambio, disentimos de Gustavo en su referencia a la jirafa. Veamos atentamente lo que dice Lamarck:

“Ahora voy a demostrar que el uso continuado de un órgano, con esfuerzos hechos para sacar de él un gran partido en circunstancias que lo exigen, fortifica, extiende y agranda este órgano o crea otros nuevos que pueden ejercer funciones que se han convertido en necesarias.” (1971: 196)





Y luego:

“Si un animal, para satisfacer sus necesidades, hace esfuerzos repetidos para alargar su lengua, ésta adquirirá una longitud considerable [...]” (1971: 197)

En primer lugar, observe el lector que Lamarck comienza refiriéndose al uso continuado de un órgano y dice “*con esfuerzos hechos para sacar de él un gran partido en circunstancias que lo exigen*” (la cursiva es nuestra). Preguntamos: ¿esfuerzos hechos por quién? Y respondemos: obviamente por el organismo, tal como se desprende de la segunda cita. Luego continúa Lamarck: “para sacar de él un gran partido en circunstancias que lo exigen” y decimos: si el uso continuado de un órgano es para sacar de él un gran partido es porque las consecuencias del uso continuado de ese órgano resulta de provecho, es decir resulta ventajoso. Y cuando, por último, Lamarck se refiere a “circunstancias que lo exigen” evidentemente ello tiene relación con las nuevas exigencias planteadas por un ambiente que ha cambiado, que ha dejado de ser el que era.

Veamos ahora lo que concretamente describe Lamarck respecto de la jirafa:

“[...] sabemos que este animal, el más grande de los mamíferos, habita en el interior de Africa, y que *vive en lugares en que la tierra, casi siempre árida y sin hierba, lo obliga a pacer el follaje de los árboles, y a esforzarse continuamente por alcanzarlo*. De esta costumbre resulta, después de largo tiempo, en todos los individuos de su raza, que sus piernas de delante se han

vuelto más largas que las de detrás, y que su cuello se ha alargado de tal forma que la jirafa, sin levantarse sobre sus patas traseras, eleva su cabeza y alcanza seis metros de altura.” (1971: 200) (la cursiva es nuestra).

Lo manifestado más arriba por Caponi, ¿no contradice las expresiones de Lamarck? (“el pescuezo de la jirafa no se estiraba *porque* eso permitiese alcanzar las ramas más altas de los árboles sino *por* el movimiento reiterado y continuo que ese animal realiza en su rutina de alimentación [...]”

¿Acaso el cuello de la jirafa se alarga simplemente “*por* el movimiento reiterado y continuo que ... realiza en su rutina de alimentación”. ¿Así porque sí? La explicación resulta simple, pero para nosotros poco creíble cuando lo que está en juego es resolver una situación puntual vivida por la jirafa: la de tener acceso a las ramas más altas como consecuencia de la escasez de alimentos. Por eso nos parece que las opiniones de Caponi no coinciden claramente con las ideas sustentadas por Lamarck, para quien, según nuestra lectura, la modificación se produce como consecuencia de los esfuerzos llevados a cabo por el animal para responder a las exigencias del ambiente. Y el término *esfuerzos* es reiterado insistentemente por Lamarck.

Veamos por ejemplo uno de sus párrafos:

“Así, los **esfuerzos** en un sentido, mantenidos durante largo tiempo o realizados habitualmente por ciertas partes de un cuerpo viviente, para satisfacer **necesidades** exigidas por la naturaleza o por las circunstancias, extienden estas partes y



les hacen adquirir dimensiones y una forma que no hubieran tenido nunca, si estos **esfuerzos** no se hubieran convertido en la acción habitual de estos animales que los han efectuado.”(1971: 201) (lo escrito en negrita es nuestro).

De acuerdo con lo manifestado por Caponi, Lamarck habla de la secuencia “necesidad-modificación” pero nunca dice, ni siquiera en el caso de la jirafa, que esa modificación permita una mejor respuesta a esa necesidad (es decir, para Lamarck *modificación* no significaría *optimización*).

Pero nosotros disentimos. ¿Qué hubiese ocurrido si la jirafa continuaba con cuello corto? ¿habría sobrevivido? En relación a este interrogante, Caponi, que tuvo la posibilidad de conocer el borrador del presente trabajo, dice que esa es una pregunta nuestra, “darwiniana, no una pregunta de Lamarck”. ¿Es incorrecta nuestra pregunta? Repitamos las palabras de Lamarck refiriéndose a la jirafa: “*vive en lugares en que la tierra, casi siempre árida y sin hierba, lo obliga a paecer el follaje de los árboles, y a esforzarse continuamente por alcanzarlo*”; es decir: la jirafa vive en lugares áridos, por lo que está obligada a comer las hojas de los árboles. Obviamente, comerá las hojas que estén a la altura de su cabeza. ¿Y para qué la jirafa habrá tenido que **esforzarse**? Respuesta: para alcanzar hojas que están unos centímetros más arriba. Pero claro,

para ello, según Lamarck, su cuello tiene que alargarse un poco más, y así sucesivamente. Y entonces, ¿de qué pregunta darwiniana nos habla el Profesor Caponi? Pero podemos cambiar los términos para seguir diciendo lo mismo: ¿qué hubiese pasado si la jirafa no estiraba su cuello? Seguramente Gustavo aplicaría aquí lo que suele decir: “esa no es una pregunta de Lamarck”. Claro que no, decimos nosotros, porque seguramente Lamarck no haría nunca una pregunta tan obvia. Es Lamarck, no nosotros, el que dice que la jirafa alcanzó una envergadura de 6 metros de alto y de esa manera pudo tener acceso a ramas más altas. Y ese hecho, esté de acuerdo o no el Profesor Caponi con el término “darwiniano” que utilizamos, le permitió a la jirafa **sobrevivir**.

Si en un momento dado surgió la “necesidad” de alargar el cuello para alcanzar las hojas más altas (porque si no lo hacía se extinguía), para nosotros resulta evidente que la modificación significó optimizar las posibilidades de la jirafa para acceder a una cantidad de alimentos a la que antes no podía acceder. Pero nos apresuramos a completar: *optimización inmediata y momentánea* porque las circunstancias ambientales podrían volver a cambiar.

Por último, Caponi insiste en que “Lamarck no dice, en ninguna parte, que esa modificación sea siempre beneficiosa o útil. Tal es el caso de los cuernos de los toros.” (comunicación personal). Por lo tanto, se desprende de su afirmación que los cuernos de los toros no representarían una modificación beneficiosa o útil. Al respecto, veamos primero lo expresado por Lamarck y luego intentaremos una interpretación:

“Los animales rumiantes, al no poder emplear sus pies más que para sostenerlos y teniendo poca fuerza en sus maxilares, que sólo se han ejercitado para cortar y triturar la hierba, solamente pueden batirse a golpes de cabeza, dirigiendo uno contra otro el *vértice* de esta parte.

En sus accesos de cólera, que son frecuentes, sobre todo entre los machos; su sentimiento interno, con sus esfuerzos, dirige más fuertemente los fluidos hacia esta parte de su cabeza, y hace una secreción de materia córnea en unos, de materia ósea mezclada con materia córnea en otros, que da lugar a protuberancias sólidas: de ahí el origen de los cuernos y de las astas, de los que la mayoría de estos animales tienen armada la cabeza.” (1971, 200)

¿Por qué, sobre todo los machos, habrían de tener “accesos de cólera” o habrían de esforzarse en concentrar sus fluidos internos en una determinada área de su cuerpo si la consecuencia de ello, llámese cuernos o cornamentas, no va a cumplir con una función que resulte necesaria al organismo? Para nosotros, resulta inevitable formular la siguiente pregunta: ¿Acaso los cuernos o cornamentas en los machos no desempeñan un papel

de fundamental importancia en la *competencia* que se establece habitualmente entre ellos? ¿O los toros que vivían en la época de Lamarck no *competían* entre sí (perdón, estamos empleando un término “darwinista”) por el alimento o por la ocupación de un área o por lo que fuere, y si no, de qué manera interpretamos las expresiones de Lamarck de que “solamente pueden batirse a golpes de cabeza”. Aunque Caponi diga que la idea de competencia está ausente de la obra de Lamarck, nosotros pensamos que el hecho de que no la exprese no implica que debemos descartar, lisa y llanamente, la posibilidad de que Lamarck supiera, suficientemente, para qué servían los cuernos y cornamentas.

En nuestra opinión, y concluyendo, que Lamarck no diga expresamente que esos cambios sean útiles, no significa que no lo sean. De hecho, tampoco dice que sean inútiles o desventajosos. Debe quedar claro que, para Lamarck, el cambio en las circunstancias, es decir en el entorno natural, deriva en un cambio en las necesidades de los animales que allí habitan. Esto significa que el animal pasa a tener nuevas necesidades, es decir necesidades que hasta ese momento no tenía y para nosotros resulta innegable, siguiendo a Lamarck, que el animal en cuestión modificará sus acciones, su comportamiento, lo cual redundará en un cambio en la funcionalidad de sus órganos, de manera de responder adecuadamente a las exigencias del nuevo ambiente. Y si la respuesta fue adecuada es porque sirvió y si sirvió es porque resultó útil para la supervivencia de la especie.

Lamarck no considera que los cambios físicos producidos en los seres vivos sean “fortuitos”, en el sentido de que se produzcan independientemente de sus necesidades. Para él, por el contrario, todos, absolutamente todos los cambios que tienen lugar en los organismos son cambios que efectivamente responden a sus necesidades. Pero si así fuere, entonces no habría posibilidad de extinción de especies por falta de adecuación a un entorno cambiante. Y esta es precisamente la idea fundamental contenida bajo el subtítulo “*De las llamadas especies perdidas*”, que no hay extinción de especies por causas naturales, es decir por un desfasaje o falta de ajuste, o de correspondencia, o de armonía entre los seres vivos y su entorno natural. De allí que el célebre paleontólogo norteamericano Stephen Jay Gould diga que:

“[...] el lamarckismo es, esencialmente, una teoría de la variación *dirigida*” y que “[...] la variación es dirigida directamente hacia la adaptación, y no es necesaria ninguna segunda fuerza, como la selección natural” (1986: 82)

Pero más allá de las interpretaciones aquí expresadas en cuanto a la naturaleza de la relación organismo-medio en Lamarck y a pesar de que el autor ha sido y sigue siendo poco y mal conocido, su relevancia en el plano de las ideas

evolucionistas es indiscutible. Lamentablemente, sólo han trascendido de él algunas ideas muy aisladas e incompletas que en nada ilustran su capacidad para elaborar, por primera vez, una verdadera teoría interpretativa de la evolución biológica cincuenta años antes que Darwin y, por ese solo motivo, merecería ser recordado con mayor intensidad.

REFERENCIAS

- Caponi, G.A. 2006: Retorno a Limoges. La adaptación en Lamarck. *Asclepio* Vol. LVIII–Nº 1 – enero-junio 2006. Madrid.
- Caponi, G.A. 2007. Contra la lectura adaptacionista de Lamarck. Pp. 3-17. *En: Filosofía, Darwinismo y Evolución*. Dpto. de Filosofía de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia.
- Gould, S.J. 1986. *El Pulgar del Panda. Ensayos sobre Evolución*. Madrid. Ed. Hermann Blume.
- Guyénot, E. 1956. *Las Ciencias de la Vida en los Siglos XVII y XVIII. El Concepto de la Evolución*. Unión Tipográfica Ed. Hispano Americana. México.
- Lamarck, J.B. 1971. *Filosofía Zoológica*. Ed. Mateu. Madrid.
- Limoges, C. 1976. *La Selección Natural*. Ed. Siglo XXI, México.
- Makinistian, A.A. 2004: *Desarrollo Histórico de las Ideas y Teorías Evolucionistas*. Prensas Universitarias de Zaragoza. Colección El Aleph Nº 3. Zaragoza.

Información del Autor

Alberto A. Makinistian es Profesor Titular de Paleontología y Evolución en la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, desde 1985. Autor de los libros “*El Proceso de Hominización*” (1ª ed. Rosario 1988 – 2ª ed. Buenos Aires 1992) y “*Desarrollo Histórico de las Ideas y Teorías Evolucionistas*” (Prensas Universitarias de Zaragoza, 1ª ed. 2004 – 2ª ed. 2009). Miembro del Comité Científico de la Conferencia Internacional sobre Evolucionismo y Racionalismo (Zaragoza, 1997) y Colaborador de la “*Encyclopedia of Anthropology*” editada por el Dr. H. James Birx del Canisius College, de Nueva York (2006). Ha dictado numerosas conferencias y cursos y también seminarios de posgrado y de doctorado sobre hominización y teorías evolucionistas, en el país y en España, entre 1997 y 2004, en las universidades de Valencia, Barcelona, Autónoma de Barcelona, Zaragoza y Cantabria (Santander), Museo de Ciencias de San Sebastián y Museo de Altamira, en Santillana del Mar. Es actualmente Presidente de la Comisión Organizadora del Simposio *La Teoría Evolucionista de Charles Darwin y su Impacto en la Historia del Pensamiento* (Rosario, Argentina, octubre 2009).

El papel del hábitat y la presa sobre el color de los Mosquiteros *Phylloscopus* (Aves, *Sylviidae*) en áreas de parada Mediterráneas

Ignacio Garcia Peiró, Francisco Robledano Aymerich y Miguel Ángel Esteve-Selma

Depto. Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.
 E-mail: peiro7@yahoo.es

RESUMEN

En este artículo revisamos algunas hipótesis relacionadas con el papel del hábitat y la presa sobre la variabilidad de color de Mosquiteros pertenecientes al género *Phylloscopus*, (Cl. Aves, *Sylviidae*). Estas son: la hipótesis del papel del hábitat “*role of habitat selection*” (RHS), la hipótesis del espantamiento de presas ‘*prey flushing hypothesis*’ (PF) y la hipótesis de comunicación intraespecífica ‘*intra-specific communication hypothesis*’ (ISC). A la luz de estas hipótesis, examinamos y discutimos la coexistencia en tiempo y espacio de algunas de estas especies durante su migración primaveral en hábitats parcheados aislados de paisajes del Mediterráneo Occidental como los humedales e islas de mar. La radiación adaptativa en comportamiento de búsqueda de alimento y patrones de coloración en Sílvidos puede ser útil para migrantes al confrontarse en cambios estacionales de los elementos del hábitat dentro del paisaje, como es la transición de coloración de la vegetación en primavera. Bajo las hipótesis PF e ISC, las especies que espantan presas realizan rituales sociales relacionados con el comportamiento alimenticio, las cuales podrían usar las marcas del plumaje como señales más eficientemente contra trasfondos oscuros. Las Islas verdaderas o funcionales (humedales) son a menudo consideradas como laboratorios para el estudio de la biología evolutiva y ecología, y surge la necesidad de estudios cuyo objetivo sea testar aspectos específicos relacionados con la morfología, ecología y comportamiento. *eVOLUCIÓN* 4(2): 31-34 (2009).

Palabras Clave: Sílvidos del viejo mundo, selección de hábitat, hipótesis de espantamiento de presas, comunicación intraespecífica, áreas de parada.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad en color y morfología dentro de especies o entre especies distintas es uno de los principales tópicos en ecología evolutiva, desde la publicación en 1859 de las observaciones de Charles Darwin (Darwin 1859). En aves, esta variabilidad es una consecuencia de mecanismos de adaptación a múltiples constricciones (ecológicas, funcionales, etc.) lo cual deriva en variaciones ínfimas en el fenotipo en una misma especie y dentro de un mismo individuo como mecanismo de supervivencia en diferentes medios. Por ejemplo, animales y plantas pueden usar la coloración para, honestamente, señalar a los predadores sus mecanismos de defensa permitiendo salvar costos por evitación de la presa. Estas señales contrastan o armonizan con el medio ambiente, cuyas propiedades pueden permitir que las especies diverjan, influenciando la evolución de las coloraciones crípticas y conspicuas (Hill 2006, Reudink 2008).

Este artículo revisamos algunas hipótesis que relacionan el papel del hábitat y la presa con la variabilidad de color de los Mosquiteros del género *Phylloscopus*, un género de passeriformes del viejo mundo pertenecientes a la familia *Sylviidae*. A la luz de estas hipótesis, examinamos y discutimos la coexistencia, en tiempo y espacio, de algunas especies de este género

durante su migración primaveral en hábitats aislados y parcheados de los paisajes del Mediterráneo occidental como los humedales o Islas de mar.

El papel del hábitat y la presa en la evolución de los patrones de color del género *Phylloscopus*.

El género *Phylloscopus* es un taxón principalmente de climas templados que se distribuye en toda Eurasia e inverna en África (Cramp 1996) perteneciente a la familia *Sylviidae* de las cual hay descritas actualmente 270 especies (De Juana 2007). Se han descrito 56 especies de este género (véanse revisiones de Williamson 1964) que muestran finas diferencias en patrones de colorido y estructura.

Marchetti (1993) examinó ocho especies de este género junto con el Reyzeulo listado *Regulus regulus* en Kashmir (India). Todas estas especies son pequeñas y de colorido verdoso pero difieren en patrones de plumaje, es decir, diferentes especies difieren en el número de marcas de color sobre sus partes superiores (alas, píleo obispillo y cola): sin marcas (e.g. Mosquitero común *Ph. collybita*), una barra simple (e.g. Mosquitero verdoso *Ph. trochiloides*), dos barras simples (e.g. Mosquitero bilistado *Ph. inornatus*), dos barras simples mas una raya pileal (e.g.



Phylloscopus trochillus



Phylloscopus inornatus

Mosquitero occipital *Ph. occipitalis*), dos barras alares y raya pileal junto con mancha en el obispillo (e.g. Mosquitero de Pallas *Ph. proregulus*); y finalmente, aquellos con todos estos patrones junto con rectrices externas blancas (e.g. Mosquitero elegante *Ph. pulcher*).

Marchetti (1993) encuentra que las facetas brillantes de éstos tienen la función de señales visuales contrapuestas al hábitat, en la manera que especies más brillantes viven en hábitats más oscuros. Los individuos se hacen temporalmente más conspicuos por medio del flaseado de los patrones de colores en rituales, y son menos conspicuos cuando no realizan rituales. Incrementando experimentalmente la conspicuidad de los machos dentro de un hábitat dado, se incrementa el tamaño del territorio mientras que al reducir la conspicuidad se resulta en un territorio más pequeño o su pérdida total. Ella concluyó que la variación en el medio ambiente físico deja una divergencia de especies. Ella nombró este conjunto de facetas como el papel de la selección de hábitat ‘*Role of Habitat Selection*’ hypothesis (RHS).

Contrariamente, Jablonski (1996) enfatiza la hipótesis de espantamiento de presas “*Prey Flushing Hypothesis* (PF)” para reexaminar las observaciones de Marchetti (1983). PF argumenta que las marcas brillantes podrían haber evolucionado en hábitats oscuros porque son mejores señales para desatar el flaseado de presas cuando éstas son presentadas sobre un trasfondo oscuro debido a su mayor reflectancia. Esta hipótesis podría, no sólo explicar las marcas en *Phylloscopus*, sino también hacerse extensible a especies de mayor tamaño, también con marcas (Pinzones: *Fringillidae* y Túrpidos: *Turdidae*) y ser así más generalizable. Jablonski encuentra relaciones significativas entre el comportamiento de búsqueda de alimento y la presencia de marcas en 10 especies de *Phylloscopus*.

Posteriormente, Marchetti y Price (1997) usan sus propios datos para evaluar el papel de *Prey Flushing Hypothesis*, dando énfasis a la antigua hipótesis de Burt (1986) basada en la comunicación intraespecífica “*Intraspecific Communication* (ISC)”. Estos muestran que experimentalmente que, las correlaciones de brillantez de plumaje con el movimiento de capturar moscas por si solo son más bajas que las correlaciones de la brillantez con todos los movimientos de capturar moscas. También especies con marcas alares se ritualizan prominentemente cuando cortejan o reaccionan agresivamente con otros, indicando un papel en la comunicación intraespecífica (Burt, 1986).

El complejo *Phylloscopus* en áreas de parada migratoria Mediterráneas

Dejando a un lado la actual situación taxonómica de unión y separación de especies de este género, podemos encontrar un largo número de éstos en áreas de parada (Islas de mar y humedales), desde los más comunes (Mosquitero musical *Ph. trochilus*, Mosquitero común *Ph. collybita*, Mosquitero silbador *Ph. sibilatrix* y Mosquitero papialbo *Ph. bonelli*) hasta algunos raros migrantes Siberianos (De Juana 2008) como el Mosquitero bilistado *Ph. inornatus* y el Mosquitero de Pallas *Ph. proregulus*).

Estos difieren en nicho, comportamiento alimentario, atributos morfológicos y color de las partes superiores. Las principales dimensiones ecológicas y comportamentales a lo largo de las cuales estas especies se segregan cuando se encuentran en migración a través de Europa Occidental, incluyen estructura de la vegetación y técnicas de alimentación (Cramp 1986). El rango de preferencias va de especies favoreciendo vegetación emergente rala (*collybita* y *trochillus*), especies adaptadas a hábitats abiertos y simples

(*sibilatrix*, *inornatus*, *proregulus*), a especies adaptadas a usar follaje denso (*bonelli*). Su comportamiento alimentario se extiende desde revoloteadores (*collybita* y *proregulus*), enlazadores (*bonelli*), esperadores (*inornatus*) hasta capturadores de moscas (*sibilatrix*) y picadores (*trochilus*). El color de las partes superiores varía desde verde (*inornatus*, *proregulus*), verde amarillento (*sibilatrix*, *bonelli*) a gris oscuro (*collybita*) y con una o varias barrra alares (*inornatus*, *proregulus*, *sibilatrix*, *bonelli*) a débiles marcas en supercilares (*collybita*).

En el contexto de la competición interespecífica, los migrantes, en contraposición a los residentes usan recursos que son esporádicos en espacio y tiempo. Su velocidad de búsqueda de alimento tiende a ser más alta y ellos usan las alas más menudo que los residentes. También el nicho de residentes es acortado por la llegada de migrantes. En relación a las propiedades del hábitat disponible, los humedales están sujetos a una sucesión florística, debido a que en invierno son marrones pajizos y verdosos en primavera debido a la muerte y nuevo crecimiento de los tallos de carrizo. Esto aumenta el contraste de la presa contra el transfondo del hábitat. Bajo la hipótesis RHS, la sucesión en color de la vegetación de los humedales podría permitir colores brillantes que fuesen adaptativos para los Mosquiteros invernantes con marcas en las partes superiores, como lo hacen otras especies cuyos coloridos brillantes le permiten ganar territorios primaverales de alta calidad (Reudnick 2008) pero es dudoso que esto pudiese beneficiar a migrantes con fuertes marcas (*Ph. bonelli*; *Ph. sibilatrix*), de acuerdo con las hipótesis PF y ISC. Las especies flaseando la presa o realizando rituales relacionados a su comportamiento alimenticio podrían usar tales señales más eficientemente contra trasfondos oscuros.

En la misma forma, en Islas de mar en primavera, el crecimiento de follaje de plantas

leñosas podría beneficiar el comportamiento de flaseado en migrantes raros, particularmente aquellos que utilizan bosques caducifolios en áreas de nidificación como *Ph. inornatus* y *Ph. proregulus*. Esto podría explicar por que en áreas de parada en migración primaveral la radiación adaptativa de Mosquiteros (con diferentes características) localiza a algunas especies en un contexto favorable hacia cambios estacionales en las características del hábitat. Esto parece particularmente importante en un periodo de elevadas constricciones energéticas, requiriendo un ajuste muy preciso a las condiciones del hábitat.

Capturas accidentales de algunos Mosquiteros raros en humedales de las Islas Baleares (De Juana 2008) y capturas estivales de Mosquiteros comunes *Ph. collybita* en humedales del Sur y Oeste del Mediterráneo en Julio (El Parque Natural del Hondo, Alicante (Peiró 1995) y Albufera de Valencia (Catalá 1999)) donde su ocurrencia es normalmente desde Octubre a Abril, da apoyo adicional a la idea de que los hábitats de parada pueden actuar como lugares atractivos dentro de un paisaje monótono, ligando la evolución de los patrones del plumaje con cambios en las distribución de especies en tiempo y espacio.

Las aves migradoras no solo están limitadas por las condiciones que afectan a las áreas de nidificación o invernada sino que algunas poblaciones podrían estar constreñidas por las condiciones en las áreas de parada, en las cuales la reducción de alimento por eventos climáticos puede jugar un papel importante, incrementando la mortalidad y así influenciando el efecto en las áreas de invernada y nidificación en una forma denso dependiente (competición) o independiente (condición). Podría ser posible que estos efectos jugasen también un papel importante como presión selectiva en la evolución de las características del plumaje.

CONCLUSIONES.

Dentro del contexto de la matriz paisajística en la que los humedales e Islas de mar están inmersos, podemos remarcar que los cambios en las características del hábitat durante los periodos de migración primaveral –tales como la variación en el color de la vegetación y permutación en la abundancia de invertebrados- afectan a la disponibilidad alimentaria. Esto puede modificar su atractividad para las aves y así contribuir hacia la selección de atributos morfológicos emparejando facetas particulares del hábitat. Son necesarios muchos más estudios a cerca de la influencia del hábitat y otros factores abióticos para desenmascarar el papel de las áreas de parada del Mediterráneo en la evolución del complejo *Phylloscopii*. Islas verdaderas o funcionales son a menudo relacionadas como laboratorios de estudio de la biología evolutiva y ecología, surgiendo



Phylloscopus collybita

la necesidad de estudios enfocados en testar hipótesis específicas en migradores sobre morfología, ecología y comportamiento.

REFERENCIAS

- Burtt, E.H. Jr. 1986. An analysis of physical, physiological and optical aspects of avian coloration with emphasis on wood warblers. *Ornithol. Monogr.* 38: 1-126.
- Catalá, F.J., Díes, B., Díes, J.I., García i Gans, F.J y Oltra, C. 1999. *Las Aves de l'Albufera de Valencia*. Conselleria de Medi Ambient-VAERSA. Valencia.
- Cramp, S. (ed.). 1996. *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of The Western Plearctic. Vol VI. Warblers*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Dale, J. 2006. Intraspecific variation in coloration. *En: Hill, G.E. y McGraw, K.J. (Eds.). Bird Coloration: Function and Evolution*. Harvard Univ, Press.
- Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. John Murray, London.
- De Juana, E. 2008. Where do Palla's and yellow-browed warblers (*Phylloscopus proregulus*, *Ph. inornatus*) go after visiting northwest Europe in autumn? An Iberian perspective. *Ardeola* 55: 179-192.
- De Juana, E., del Hoyo, J., Fernández Cruz, M., Ferrer, X., Sáez Royuela, R. y Sargatal, J. 2007. Nombres en castellano de las aves del mundo recomendados por la Sociedad Española de Ornitología. Undécima parte: Orden *Passeriformes*, Familias *Muscicapidae* a *Sylviidae*. *Ardeola* 54: 145-153.
- Hill, G.E. y McGraw, K.J. (Eds.). 2006. *Bird Coloration: Function and Evolution*. Harvard Univ. Press.
- Jablonski, P. 1996. Dark habitats and bright birds: warblers may use wing patches to flush prey. *Oikos* 75: 350-352.
- Marchetti, K. y Price, T. 1997. The adaptive significance of colour patterns in Old World leaf warblers, genus *Phylloscopus*. *Oikos* 79: 410-412.
- Marchetti, K. 1993. Dark habitats and bright birds illustrate the role of the environment in species divergence. *Nature* 362: 149-152.
- Peiró, I.G. 1995. Captura estival de *Phylloscopus collybita* en la provincia de Alicante. *El Sereno* 3-4: 11-12.
- Reudink, M.W., Studds, C.E., Marra, P.P., Kyser, T.K. y Ratcliffe L.M. 2008. Plumage brightness predicts non-breeding season territory quality in a long-distance migratory songbird, the American redstart *Setophaga ruticilla*. *J. Avian Biol.* 40: 34-41.

Williamson, K. 1963. *Identification for Ringers: The Genus Phylloscopus*. Field Guide Number Eight. British Trust for Ornithology.

Información de los Autores

Ignacio García Peiró es Doctor en Biología por la Universidad de Murcia. Actualmente realiza investigaciones sobre ecología evolutiva de passeriformes palustres, tomando como especie modelo el Bigotudo *Panurus biarmicus*. Francisco Robledano Aymerich y Miguel Ángel Esteve Selma son Profesores Asociado y Titular, respectivamente del Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia.



COMENTARIOS DE LIBROS

**Adaptación
del comportamiento:
comprendiendo
al animal humano**

Manuel Soler

**"ADAPTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO:
COMPRENDIENDO AL ANIMAL HUMANO"**

de Manuel Soler. 2009

Ed. Síntesis, SESBE, Madrid

Comentado por Santiago Merino

Dpto. Ecología Evolutiva.

Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid

E-mail: santiagoom@mncn.csic.es

Las raíces del comportamiento humano

Se van a cumplir 150 años desde que Darwin publicó "*El Origen de las Especies*" y cambió el mundo. Una de las conclusiones más claras y, al mismo tiempo, polémicas de su gran obra es que el hombre era también un producto de la selección natural. Años más tarde esto quedó claro en otra de sus grandes obras "*El Origen del Hombre y la Selección en Relación al Sexo*". La principal contribución de esta obra era la

de explicar como la importantísima tarea de la reproducción para los seres vivos había llevado a generar rasgos exagerados de todo tipo que parecían oponerse a su teoría de selección natural. El mecanismo de la selección sexual, en realidad una particularidad de la selección natural, permitió explicar estos rasgos desde la perspectiva evolutiva. Una tercera obra de Darwin merece ser citada en la reflexión sobre cualquier libro de evolución y comportamiento. Me refiero a "*La Expresión de las Emociones en los Animales y en el Hombre*" que Darwin publicó en 1873 utilizando datos recopilados de sus propios hijos y siendo una de las primeras obras en utilizar fotografías para ilustrar ciencia. En conjunto, Darwin inauguraba con estas obras el estudio del comportamiento humano desde una perspectiva evolutiva, es decir, considerando al ser humano como un animal más. Sin embargo, como pasó con la obra de Darwin a principios del siglo XX, esta perspectiva de trabajo no se abrió paso con facilidad. Quizá el gran hito que relanza la ciencia del comportamiento animal fue la concesión del premio Nobel de medicina a tres ilustres etólogos en 1973. Los estudios de Lorenz, Tinbergen y Von Frisch son ya clásicos y supusieron un gran impulso al estudio del comportamiento de los seres vivos, unos estudios que han sufrido un gran desarrollo desde entonces. En la actualidad existen multitud de revistas científicas dedicadas a este tema, así como cientos de publicaciones que tratan en profundidad distintos aspectos del estudio de la conducta. Sin embargo, el número de publicaciones dedicadas en exclusiva al comportamiento humano tardaron algo más en desarrollarse aunque finalmente nos encontramos ante una auténtica explosión de investigaciones sobre el campo del comportamiento del animal humano. En este sentido la psicología evolutiva nos está abriendo las puertas de par en par al conocimiento de nosotros mismos y será un área que, sin ninguna duda, aportará importantes avances en el futuro próximo.

Ante esta avalancha de información, resumir de forma didáctica y asequible para el público no especializado los principales conocimientos y avances que ha producido la ciencia del comportamiento no es tarea fácil. Aún así este magnífico volumen que supone la segunda contribución a la colección editada conjuntamente por la editorial Síntesis y la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE) consigue cubrir ese objetivo sobradamente. La gran experiencia de Manuel Soler, Catedrático de la Universidad de Granada, como docente se deja notar en este interesantísimo libro, llamado a convertirse en un clásico de la divulgación científica. El volumen sorprende no sólo por la enorme cantidad de información que pone a disposición del lector sino por la sencillez con la que explica algunos de los problemas más complejos con los que se han enfrentado las ciencias naturales en su camino de desentrañar

los mecanismos responsables del comportamiento animal. El texto está cuajado de ejemplos que ilustran a la perfección todos los aspectos sobre los que se trata en cada capítulo y las distintas alternativas e hipótesis que explican o influyen en cada uno de ellos aparecen resumidas en tablas explicativas que facilitan una visión conjunta del problema y sus posibles soluciones. Cada capítulo primero explica el comportamiento del que trata en animales no humanos para terminar atacando las particularidades de nuestra especie. En este sentido el libro es ya polémico desde su título ya que, efectivamente, es un importante intento de comprender al animal humano. Manuel Soler nos muestra como cuando se buscan las peculiaridades del comportamiento animal con una perspectiva evolutiva se pueden llegar a grandes conclusiones. En ese sentido, este libro reclama el seguir buscando comportamientos que hasta hace bien poco creíamos inexistentes en los otros animales por considerarlas características propias del ser humano. Casi siempre que hemos buscado esos otros comportamientos en la naturaleza hemos encontrado al menos los primeros bosquejos evolutivos que pudieron llevar a los más complejos comportamientos de la humanidad.



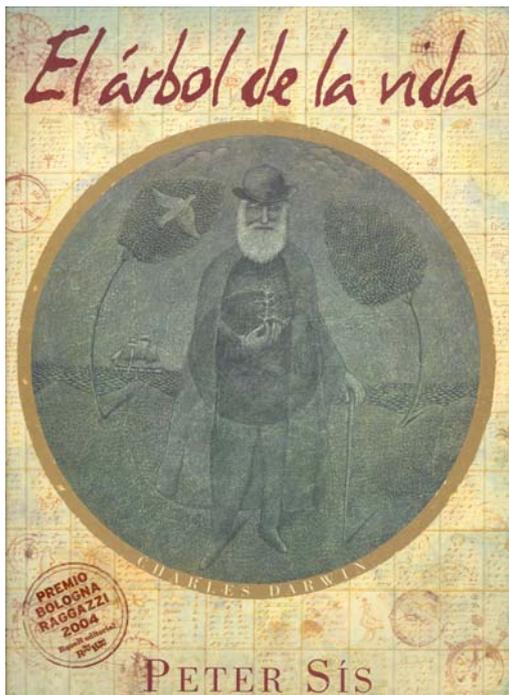
Manuel Soler

El libro se organiza en 11 capítulos, comenzando con un **primer capítulo** justificativo del libro y de su título que no deja resquicio alguno para rechazar el estudio del comportamiento del animal humano. Ya de inicio muestra los puntos más conflictivos del autoanálisis de nuestro comportamiento y promete no eludir la discusión, una promesa que se ve cumplida en el resto del libro. El **capítulo 2** sirve de base para los no iniciados en la teoría evolutiva y muestra de forma asequible las bases para el estudio evolutivo del comportamiento. Este capítulo introductorio se completa con el siguiente que presenta al lector profano la ciencia de la etología, aquella que estudia el comportamiento de los seres vivos (**capítulo 3**). Los siguientes tres capítulos suponen un recorrido por las bases del comportamiento reproductivo, quizá el más importante desde un punto de vista evolutivo ya que, al fin y al cabo, la evolución se basa en la reproducción diferencial de los organismos. Para una reproducción exitosa es necesario encontrar y atraer a una pareja (**capítulo 4**), que se produzca fecundación (**capítulo 5**) y ser capaces de sacar adelante a la descendencia (**capítulo 6**). Para todo ello han evolucionado toda una serie de alternativas encaminadas a maximizar el éxito reproductivo y no siempre ambas partes implicadas en la reproducción sexual están de acuerdo en como alcanzar ese máximo. El conflicto entre sexos y sus múltiples soluciones en forma de sistemas de apareamiento y otras particularidades queda bien claro en estos capítulos. La visión, como reconoce el autor, no es muy romántica pero si elegantemente eficaz. El **capítulo 7** nos muestra los costes y beneficios de la vida en grupo y por tanto cuales son los factores principales que la impulsan y la dificultan. Un capítulo muy interesante para quienes pertenecemos a una especie de animal estrictamente social.

El **capítulo 8** no dejará indiferente a nadie puesto que trata el altruismo, ese comportamiento que favorece a otro individuo causando un coste para el que lo ofrece y que, por tanto, debería tener una enorme selección en contra. Manuel Soler nos muestra como puede haber evolucionado y como se pueden mantener en la naturaleza este tipo de comportamientos, aparentemente altruistas, de mano principalmente de la selección de parentesco y del altruismo recíproco. El **capítulo 9** hace un sucinto repaso por las relaciones entre especies, antagónicas o no, y nos presenta el proceso coevolutivo de manera didáctica. Un gran resumen para una de las áreas que mayor cantidad de contribuciones científicas genera. Los dos últimos capítulos nos acercan mucho al comportamiento humano, principalmente debido a que es donde las características de nuestra especie se han desarrollado más, el lenguaje (**capítulo 10**) y la mente (**capítulo 11**). También a su vez son las áreas donde la investigación etológica todavía tiene un amplio espacio para avanzar en cuanto a los conocimientos en otras especies y donde más difícil va a resultar ese avance dadas las dificultades para penetrar en lo más intrincado de la mente de otros seres vivos y de sus sistemas de comunicación. Ambos capítulos son lógicamente polémicos para el lector apartado de la ciencia del comportamiento animal pues puede encontrar que las características que consideraba propias de su especie

están más extendidas en la naturaleza de lo que pensaba. Soler nos lleva hasta los límites de separación de nuestra especie con nuestros parientes más cercanos y termina planteando los que, hoy por hoy, parecen los comportamientos más exclusivos de los humanos, la moral y la religión. Abordar el estudio de la evolución y mantenimiento de estos comportamientos es el gran reto al que se enfrenta la humanidad para conocerse a si misma. Como sentencia el autor en la solapa del libro, no somos diferentes de los demás animales porque nuestra inteligencia nos haya liberado de nuestros instintos sino porque nos permite rebelarnos contra ellos.

Al final el lector quedará con la sensación de que las enormes diferencias entre los seres humanos y otros animales que le inculcaron desde pequeño se han reducido enormemente en los últimos 150 años. Hoy sabemos mucho más del comportamiento de otros animales y encontramos en ellos los primordios del comportamiento del animal humano. Nuestra especie, a pesar de sus características tan particulares, es parte del entramado de la vida sobre el planeta y un producto de la evolución, incluso en el más pequeño de los detalles de su comportamiento. La lectura, fácil y amena, de este volumen nos dejará boquiabiertos con algunos de los ejemplos más fascinantes del comportamiento animal y, al mismo tiempo, al acercarnos a los demás seres vivos con los que estamos emparentados nos ayudará a comprendernos mejor a nosotros mismos. Una lectura imprescindible.



"EL ÁRBOL DE LA VIDA" de Peter Sís. 2004

RqueR Editorial. Barcelona: 1ª Edición.

Título original: "The Tree of Life, Charles Darwin by Peter Sís". Traducción de Nacho Villaro. Ilustraciones del autor.

Comentado por Román Belmonte Andújar

Dpto. Ciencias IES Leonardo Da Vinci, Albacete.

E-mail: rom_bel_and@yahoo.es

Cada vez es más frecuente encontrar en cualquier librería publicaciones de contenido científico dirigidas al público infantil y juvenil. Aunque todas ellas se encuentran aceptablemente editadas y profusamente ilustradas, podríamos decir que la mayoría de ellas, o son bastante simples, o están carentes de cierta científicidad. Por el contrario, otras -las menos-, presentan un trabajo impecable en cuanto al campo crítico y científico se refiere. Y como muestra de este estudio de campo, ahí va un botón:

Cualquier hombre de ciencia que topase por vez primera con este libro, editado a todo color, en tapas duras, gran formato y escasas treinta y dos páginas, por descontado que exclamaría: "¡Bah! Cuentos para niños...". Lo verdaderamente sorprendente vendría después, cuando lejos de los prejuicios, se atreviese a descubrir lo que guarda en su interior, porque, *El Árbol de la Vida*, además de ser un excelente ejemplo de cómo es posible realizar un libro para niños -y no tan niños- sin menospreciar los aspectos científicos e históricos, es un título casi imprescindible este año de efemérides darwinianas (sobre todo si hemos de hacer un presente a algún que otro evolucionista).

Aunque poco conocido en el entorno científico, *El Árbol de la Vida* nos muestra un recorrido a lo largo de la vida del padre de la selección natural, Charles Darwin. Su nacimiento, los inicios como joven naturalista a cargo de Henslow, el viaje que realiza a bordo del S.M. Beagle durante casi cinco años, sus anotaciones en los cuadernos de viaje... Cada punto, cada coma de su vida, incluso la presentación ante la Linnean Society, junto con Alfred R. Wallace, del esbozo de lo que más tarde sería su obra *Sobre el Origen de las Especies por Medio de la Selección Natural*, queda registrado en las páginas de esta especial biografía de la mano de Peter Sís, artista checo (Brno, 1949) que ha cosechado numerosos premios en lo que a literatura infantil se refiere.

Con toda seguridad, es destacable la técnica utilizada por el autor para las ilustraciones, ya que, además de ser muy apropiada para la narración-descripción, aproxima fielmente al lector a la época en la que se suceden los acontecimientos. Si nos detenemos, en cada esquina, en cada rincón, podemos apreciar multitud de detalles que, a modo de *atrezzo*, agregan a la vida de Darwin un contexto más vivo y completo, véase el esqueleto fósil del género *Myiodon* que sostiene el ramo de novia de Emma Wedgwood o el guiño a la evolución humana en el interior del invernadero del naturalista inglés.

Notable también es el uso de la distinta tipografía para referirse al contexto histórico, la actividad pública de Darwin o los datos recogidos en su diario de viaje, ya que aporta dinamismo y un marco histórico para entender los avatares de la vida del científico.

Es cierto que la carga esquemática de la obra limita la profundización en ciertos temas que, sin lugar a dudas, son especialmente interesantes, como la estancia en las



Peter Sís

Islas Galápagos o el contenido de *Sobre el Origen de las Especies...*, pero también es importante apreciar esa disposición esquemática como si de un hilo conductor se tratase, facilitando una mejor comprensión de todas las circunstancias que rodearon la vida de Darwin, por lo que esta carencia se suple a sí misma constituyendo una valor didáctico de primera magnitud.

Por último, no podía pasar por alto una referencia a las guardas del libro, que establecen el inicio y fin de la historia. Por un lado, en la primera guarda, encontramos referencias a las teorías creacionistas imperantes hasta el siglo XIX -e incluso hoy-, desde motivos religiosos referentes al génesis católico, como referencias a los mitos de otras culturas y religiones politeístas. Por el otro, al terminar de leerlo podemos contemplar otra serie de viñetas donde moran Aristóteles, Linneo o Mendel junto con minuciosas alegorías del melanismo industrial (*Biston betularia*), esquemas de estructuras homólogas y análogas, o el mismísimo DNA, lo que hace más palpable el asesoramiento científico del que se ha rodeado el autor, como por ejemplo las contribuciones críticas de Peter Galison (Univ. Harvard) y Eric Korn.

Atesoro este libro entre los que anidan en mi humilde biblioteca y, en numerosas ocasiones, lo he mostrado y recomendado a todo tipo de docentes, incluso profesores de universidad. Unas veces la aceptación ha sido instantánea y otras he recibido ligeras muecas de desaprobación, pero la prueba más fehaciente de su competencia didáctica, efectividad y éxito, la he encontrado entre mis alumnos, que año tras año sucumben a su lectura.





“¿QUIÉN TEME A LA NATURALEZA HUMANA? Homo suadens y el bienestar en la cultura: biología evolutiva, metafísica y ciencias sociales”

de Laureano Castro Nogueira, Luís Castro Nogueira y Miguel Ángel Castro Nogueira. 2008

Ed. Tecnos, Madrid

Comentado por Miguel Ángel Toro Ibáñez

Dpto. de Producción Animal
ETS Ingenieros Agrónomos
E-mail: miguel.toro@upm.es

La posición antropológica dominante en las ciencias sociales reivindica la autonomía de los procesos culturales sobre los biológicos y, aunque acepta que las aptitudes de los seres humanos para la cultura son el resultado de la evolución de nuestro cerebro, destaca que el aprendizaje social es una capacidad de carácter general, no específica, que permite a los individuos desenvolverse en cualquier cultura si son educados en ella desde niños. La cultura debe ser, por tanto, un campo de trabajo exclusivo de las ciencias sociales. Las corrientes holísticas dentro de la tradición sociológica, lo que algunos denominan el modelo Standard de las ciencias sociales, consideran a los individuos como recipientes pasivos de la tradición cultural y asumen que las acciones individuales, salvo las relacionadas con fines biológicos obvios, responden a motivaciones que se encuentran en la propia cultura. La idea de naturaleza humana que manejan, ya sea implícita o explícitamente, describe a los seres humanos, siguiendo los dictados de Locke, como una tabla rasa colonizada por las distintas tradiciones culturales en las que se hallan inmersos los individuos. Por su parte, las tradiciones sociológicas individualistas ponen el énfasis en que son las acciones individuales las que construyen los hechos sociales y asumen una idea de naturaleza en la que el individuo se asemeja a un preferidor racional que se comporta casi siempre tratando de maximizar su beneficio.

La teoría evolutiva neodarwinista se construyó respetando esta autonomía de la cultura frente a la biología. Esto dejaba fuera una cuestión básica que planteó Darwin: la necesidad de analizar la conducta humana asumiendo, con todas sus consecuencias, el origen evolutivo de nuestra especie. No es de extrañar que en las últimas tres décadas aplicaciones recientes de la teoría evolutiva, especialmente la sociobiología, la ecología del comportamiento, la memética, la psicología evolucionista y las teorías coevolutivas de la herencia dual, hayan puesto el énfasis en el estudio de la cultura humana desde un enfoque evolutivo, en un intento de explicar qué conductas, creencias y valores se extienden en las sociedades humanas.

¿Quién Teme a la Naturaleza Humana?, libro objeto de esta reseña y que he tenido el placer de prologar, representa un brillante y original intento de analizar la cultura humana desde una perspectiva darwinista. Los autores, los hermanos Castro Nogueira, un biólogo, un filósofo y un antropólogo social, han tratado de encontrar un punto de vista unitario desde el que contemplar el campo de sus respectivas disciplinas, asumiendo la necesidad de construir un modelo de naturaleza humana basado en las tesis evolucionistas para, desde ahí, abordar el estudio de los procesos culturales y la propia historia del pensamiento. El libro se estructura en cuatro partes engarzadas entre sí por ese empeño en definir la naturaleza humana como el punto de partida desde el que elaborar cualquier análisis de la cultura. La **primera parte**, de carácter expositivo, pone a disposición del lector una panorámica amplia y atinada de los principales intentos surgidos desde el campo evolucionista por perfilar los rasgos esenciales de nuestra naturaleza. Los autores pasan revista crítica a los intentos de la sociobiología, la psicología evolucionista y la herencia dual por definir un programa naturalista que permita abordar el estudio de la cultura y el pensamiento humano.

La **segunda parte** plantea un modelo de naturaleza humana compatible con el programa naturalista, pero con una notable diferencia con respecto al elaborado por la psicología evolucionista y la teoría de la herencia dual: los autores defienden que la interacción entre biología y cultura se produce a través de un singular sistema de aprendizaje social exclusivo de nuestra especie al que denominan transmisión cultural *assessor*. Sugieren que durante la hominización, algunos de nuestros antepasados homínidos (los homínidos *assessor*) desarrollaron la capacidad conceptual de categorizar la conducta en términos de favorable o desfavorable y que esto fue adaptativo porque permitía transferir dicho conocimiento a sus hijos a través de la aprobación o reprobación social de su conducta. De ese modo, se incrementaba la fidelidad de la transmisión cultural y disminuían el tiempo y los costes del aprendizaje. Proponen también que nuestra naturaleza, la naturaleza que nos ha convertido en *Homo suadens* (del latín suadeo: aconsejar), nos dotó de una especial sensibilidad a las orientaciones parentales y a las de aquellos otros individuos con los que cooperamos. En otras palabras, defienden que la evolución nos hizo auténticos creyentes, en el sentido de que tendemos a aceptar como verdadero aquello que es considerado como tal por nuestro grupo social de referencia (padres, amigos, etc.).

La **tercera parte** analiza cuál debería ser el impacto de este modelo naturalista en las ciencias sociales. Siguiendo sus planteamientos, una buena parte de los conocimientos, habilidades y normas aprendidas socialmente se adquieren como creencias, asociando la verdad o falsedad de las mismas con las emociones de aceptación o rechazo que genera su aplicación en el entorno social de cada individuo. Los seres humanos experimentan sus aprendizajes asociados a esas emociones que se generan socialmente, cuya misión es conseguir que aquello que nos es enseñado resulte cargado con el valor de lo verdadero, de lo correcto, de manera que aprendamos a desearlo y a experimentar placer y bienestar con su ejecución y malestar cuando no estamos a la altura de su exigencia. Frente a la polaridad individualismo-colectivismo, sugieren una ontología de lo social basada en cada individuo inmerso en su pequeño grupo de referencia, de manera que el aprendizaje social funciona como un aprendizaje controlado por el juego de la aprobación y reprobación con el que nos premian o castigan los otros. La transmisión cultural *assessor* explica cómo funciona el aprendizaje social en nuestra especie y da razón de la objetividad, evidencia y seguridad con la que cada individuo percibe sus creencias y sus prácticas.

Sin embargo, los autores llaman la atención sobre una consideración importante: afirmar que el aprendizaje social funciona generando creencias no es ni mucho menos lo mismo que afirmar que todo lo que se aprende debe merecer la misma consideración. Una parte de lo que aprendemos es conocimiento sobre hechos y, por tanto, podemos considerarlo conocimiento fidedigno. Además, podemos establecer principios axiomáticos y reglas de inferencia, como se hace en lógica y matemáticas, o un criterio de falsación como se hace en ciencia, que nos permiten discriminar desde esa racionalidad entre unos postulados u otros. Podemos también establecer un sistema de valores desde el que evaluar moralmente cualquier comportamiento. O fijar unos criterios estéticos que nos permiten clasificar como obras de arte determinadas muestras de la expresividad humana. En realidad, no solo podemos, estamos obligados a hacerlo porque la socialización va intrínsecamente unida al aprendizaje emocional de los principios con los que juzgaremos el mundo. Ahí estriba precisamente la dificultad de ponerse de acuerdo. Nótese que esto es compatible con la existencia de mecanismos cognitivos como los que defiende la psicología evolucionista que constriñen y sesgan de manera innata lo que podemos considerar verdadero, bueno o bello. El aprendizaje social *assessor* trabaja en otro plano diferente tratando de evitar que los individuos partan de cero y tengan que evaluar todo lo que descubren y observan por sí mismos, sin más ayuda que esos dispositivos innatos.

Los autores destacan que, por eso mismo, la transmisión cultural permite transmitir información sobre el valor de cualquier conducta con independencia de cuál sea ésta y de lo objetiva o no que pueda ser su valoración. Este mecanismo introduce la posibilidad de que se transmitan como positivas conductas sin valor adaptativo o incluso maladaptativo si logran en un momento dado, en una población concreta, ser categorizadas como tales. El sistema de transmisión genera una inercia cultural que permite que a lo largo del tiempo puedan surgir y mantenerse en las sociedades humanas tradiciones arbitrarias, carentes de cualquier fundamento objetivo. Nos encontramos así ante un hecho en cierto modo paradójico: un mecanismo psicobiológico, seleccionado por su capacidad para transformar el aprendizaje social en un sistema de herencia acumulativo, introduce un elemento de arbitrariedad en el éxito o el fracaso de la propagación de las variantes culturales que compiten en las sociedades humanas. La historia cultural de una población puede ser decisiva en el éxito de unas variantes y el fracaso de otras. La conclusión a la que llegan los autores es obvia: no es posible entender

la relación de los individuos con la cultura en la que se hallan inmersos ni la propia dinámica cultural de una sociedad sin tener en cuenta esta particular forma de aprendizaje social que utilizamos los humanos.

La **última parte** se construye como una insólita reflexión filosófica sobre la historia del pensamiento occidental, sobre la metafísica. Los autores reflexionan sobre cómo la naturaleza de *Homo suadens* ha influido e influye en la génesis y el mantenimiento de las tradiciones filosóficas. Frente a la consideración tradicional de los grandes paradigmas metafísicos como sistemas categoriales centrados en los contenidos, los autores proponen una interpretación de esos sistemas como *espacios y atmósferas habitables*, lugares en los que los individuos se envuelven tejiendo complicidades y envolturas con las cosas, las personas y las ideas, espacios a los que el ser humano ha podido *retirarse al amparo de microclimas de diseño elaborados a tal fin*. Frente a la fijación por el contenido de los sistemas de creencias, en esta obra se enfatizan los otros dos elementos que acompañan y hacen posible todo fenómeno de esta naturaleza, a saber, las prácticas y las emociones generadas socialmente por los propios contenidos y las prácticas.

Se trata, en resumen, de un libro que contiene propuestas realmente innovadoras, que plantea, desde una posición singular en el campo de la psicología evolucionista y de la evolución genética-cultural, un desafío a la ortodoxia de las ciencias sociales y de la metafísica. Los argumentos que manejan son sin duda sólidos, pero en la medida en que los autores tengan razón en sus tesis, mayor será la resistencia inicial de los demás *Homo suadens* para aceptarlas como válidas.

LOS LIBROS DE DARWIN Y SOBRE DARWIN

Recopilados por Carmen Mateo y Américo Cerqueiro

La Tienda del Museo de Ciencias, S.L

Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid

E-mail: megaterio@mncn.csic..es

Presentamos a continuación una selección de las traducciones al castellano de las obras de Darwin y de los que tratan sobre la figura de Darwin que se encuentran en la actualidad disponibles en el mercado editorial español.

BIBLIOGRAFÍA DE DARWIN EN CASTELLANO

DIARIO DEL VIAJE DE UN NATURALISTA ALREDEDOR DEL MUNDO



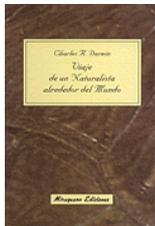
Charles Darwin.

Traducción de Juan Mateos. Única edición completa e intacta en castellano.

ISBN: 9788467027181.

1ª Edición 2008. Espasa clásicos. Ed. Espasa Calpe. P.V.P. 26,00€

VIAJE DE UN NATURALISTA ALREDEDOR DEL MUNDO



Charles Darwin.

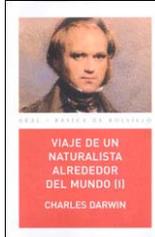
Esta edición reproduce, corregida, la traducción que en 1899 publicara en Madrid "la España Moderna", y que corresponde a la edición inglesa de 1860.

ISBN: 84-7813-168-X.

1998. Colección Viajes y Costumbres. Miraguano Ed.. P.V.P. 24,00€

Darwin tenía veintidós años cuando se embarcó como naturalista en el "Beagle" para realizar un viaje de exploración alrededor del mundo que duró cinco años. Además de una aventura extraordinaria, el largo periplo fue para Darwin el campo de pruebas que le permitió elaborar una concepción nueva sobre el origen y la evolución de las distintas formas de vida de la Tierra. Los grabados que acompañan al texto reproducen los incluidos en la edición original de "Narrative of Voyages of Adventure and Beagle" (Londres, 1839), del capitán Fitz-Roy.

VIAJE DE UN NATURALISTA ALREDEDOR DEL MUNDO



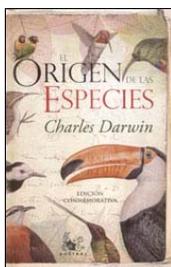
Charles Darwin.

Traducción "La España Moderna" 1899. 2 Vols.

ISBN: 9788446007067/074.

2009. Ed. Akal. P.V.P. 9,80€

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES (EDICIÓN CONMEMORATIVA)



Charles Darwin.

Edición de Jaume Josa i Llorca. Traducción de Antonio de Zulueta.

ISBN: 9788467029154.

4ª Edición. 2008.

Ed. Espasa Calpe .P.V.P. 13,50€

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES por medio de la selección natural.



Charles Darwin.

Prólogo de Francisco J. Ayala. Introducción de Diego Núñez. Traducción de Antonio de Zulueta (de la sexta y definitiva publicada en inglés).

ISBN: 9788420668673.

1ª Edición. 2009. Alianza Editorial. P.V.P. 25,00€

La presente edición, prologada por Francisco J. Ayala, Premio Nacional de las Ciencias en Estados Unidos, de esta obra fundamental de Charles Darwin reproduce la sexta y definitiva publicada en inglés, en la versión española ya clásica de Antonio de Zulueta, y acompañada de un texto introductorio de Diego Núñez que ayuda a situar la obra en su contexto. El autor, universalmente conocido como fundador de la teoría de

la evolución biológica, puso a prueba las creencias de la época sobre la Divina Providencia y la estabilidad de las especies. Publicado por primera vez en el año 1859, este libro dio origen a una revolución que fue más allá de la mera biología y que habría de revelarse decisiva en la formación del pensamiento contemporáneo

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

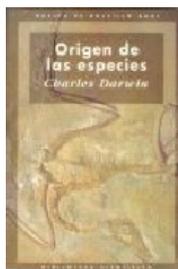
Charles Darwin.

Edición que reproduce la sexta y definitiva publicada en inglés, en la versión española ya clásica de Antonio de Zulueta, acompañada de un prólogo a cargo de Diego Núñez que ayuda a situar la obra en su contexto.

ISBN : 9788420656076.

1ª Edición . 1ª Reimpresión. 2007. Alianza Editorial. P.V.P. 13,50€

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES



Charles Darwin.

Traducción de Enrique Godínez de la sexta y última edición inglesa y primera traducción al castellano. Prólogo de Joaquín Fernández Pérez.

ISBN: 9788476000182.

2ª Reimpresión 2009. Ed. Akal. P.V.P. 14,00€

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES



Charles Darwin.

Traducción de Aníbal Froufe de la 6ª edición inglesa. Prólogo de Faustino Cerdón.

ISBN: 847166416X.

23ª Edición. 2007. Ed. Edaf. P.V.P. 11,50€

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES



Charles Darwin.

Versión abreviada e introducción de Richard E. Leakey de la sexta edición inglesa. Traducción de Joandomènec Ros.

ISBN : 849235514-X.

1ª Edición. 2003. Ed. del Aguazul. P.V.P. 25,00€

LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES



Charles Darwin y Alfred Russel Wallace.

Traducción de Joan Lluís Riera

ISBN: 9788484327738.

2ª Edición. 2009. Clásicos de la ciencia y la tecnología. Ed. Crítica. P.V.P. 29,90€

EL ORIGEN DEL HOMBRE Y LA SELECCIÓN EN RELACIÓN AL SEXO



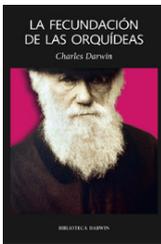
Charles Darwin.

Estudio preliminar de Faustino Cordón. Traducción de Julián Aguirre.

ISBN: 9788471662651.

8ª Edición. 2007. Ed. Edaf. P.V.P. 11,50€

LA FECUNDACIÓN DE LAS ORQUÍDEAS



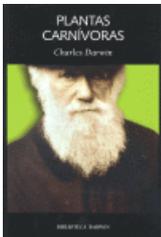
Charles Darwin.

Traducción de Carmen Pastor sobre la 2ª edición revisada de la obra impresa por John Murray.

ISBN: 97884935661.

1ª Edición. 2007. Biblioteca Darwin. Ed. Laetoli. P.V.P. 19,00€

PLANTAS CARNÍVORAS



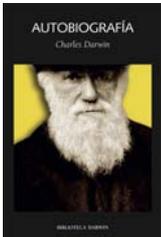
Charles Darwin.

Traducción e introducción de Joan Domènec Ros del texto de la 2ª edición, de John Murray de 1893.

ISBN: 9788492422043

1ª Edición. 2008. Biblioteca Darwin. Ed. Laetoli. P.V.P. 36,00€

AUTOBIOGRAFÍA



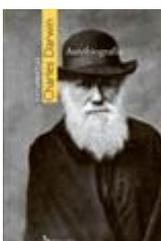
Charles Darwin.

Edición no censurada. Traducción de José Luis Gil Aristu.

ISBN: 9788492422074.

1ª Edición. 2008. Biblioteca Darwin. Ed. Laetoli. P.V.P. 12,88€

AUTOBIOGRAFÍA



Charles Darwin.

Traducción Isabel Murillo. Reedición de "Vida de Charles Darwin", publicada por su hijo Francis Darwin, con el permiso de John Murray. Thinker's Library, 1929. ISBN: 8496326659.

1ª Edición. 2006. (Documentos) Belacqua de ed. y publ. P.V.P. 15,00€

AUTOBIOGRAFÍA



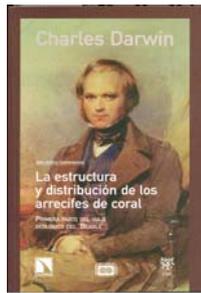
Charles Darwin.

Traducción Isabel Murillo. Reedición de "Vida de Charles Darwin", publicada por su hijo Francis Darwin, con el permiso de John Murray y la aprobación de la familia de Charles Darwin.

ISBN: 9788492421879.

1ª Edición. 2009. Verticales. P.V.P. 6,00€

LA ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ARRECIFES DE CORAL



Charles Darwin.

Traducción e introducción de Armando García González.

ISBN: 8483192624.

2006. Biblioteca Darwiniana. C.S.I.C. Los Libros de la Catarata. P.V.P. 17,00€

En diciembre de 1831 Charles Darwin se embarca como naturalista a bordo del Beagle, que conduce el capitán Fitzroy. tras cuatro años y varios meses en que recorren costas, islas y países americanos, regresan a Inglaterra en agosto de 1836. Este viaje sirve a Darwin para recoger una impresionante cantidad de datos científicos, que más tarde son estudiados por él y otros naturalistas. Lo más relevante del viaje es la elaboración teórica sobre los mecanismos que propone para explicar la evolución de las especies y el origen del hombre. También le es útil para elaborar una teoría sobre la formación de los arrecifes coralinos, mediante el hundimiento y la elevación de los continentes, en oposición a otros naturalistas que la atribuyen al crecimiento de esos animales sobre cráteres de volcanes. Es la primera vez que se traduce esta obra al español.

PLANTAS INSECTÍVORAS



Charles Darwin.

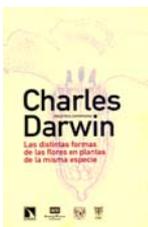
Traducción e introducción de Susana Pinar de la 1ª edición, la impresa por John Murray en 1875.

ISBN: 8400086558.

2008. Biblioteca Darwiniana. C.S.I.C. Los Libros de la Catarata. P.V.P. 42,00€

La figura de Charles Darwin (1809-1882) destaca tanto por su genialidad, como por la laboriosidad y meticulosidad de sus investigaciones. no sólo fue un eminente naturalista, sino también un destacado fisiólogo vegetal y un excelente criador de plantas, que gozó con su cultivo y trabajo de experimentación. En este sentido esta obra fue el fruto de 14 años de arduo trabajo que comenzó como una "pasión de verano" y terminó verificando la existencia de plantas adaptadas a una dieta carnívora. con ilustraciones realizadas por dos de sus hijos, Francis y George, este estudio es una demostración del método científico y revela a un Darwin obsesionado y apasionado por hallar una explicación a la sensibilidad que demuestran estas plantas.

LAS DISTINTAS FORMAS DE LAS FLORES EN PLANTAS DE LA MISMA ESPECIE



Charles Darwin.

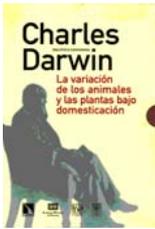
Traducción e introducción de Susana Pinar de la 1ª edición

ISBN: 9788400087968.

2009. Biblioteca Darwiniana. C.S.I.C. Los Libros de la Catarata. P.V.P. 19,00€

En esta obra se recogen los trabajos de experimentación y las hipótesis que Darwin planteó para dar una explicación a la variabilidad de la estructura floral de las plantas y averiguar su razón de ser. en esta ocasión se analiza parte de un amplio fenómeno denominado en la actualidad "hercogamia", es decir, la separación espacial de anteras y estigmas dentro de una misma flor, lo que reduce o impide completamente la autofecundación intrafloral; concretamente, se estudia la hercogamia recíproca o heterostilia, así como el fenómeno de las flores "cleistógamas" o aquellas que se autofecundan a sí mismas al madurar sus estambres y estigmas mientras se encuentran encerrados en la corola floral que presenta forma de capullo.

LA VARIACIÓN DE LOS ANIMALES Y LAS PLANTAS BAJO DOMESTICACIÓN (2 TOMOS)



Charles Darwin.

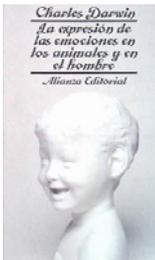
Traducción e introducción de Armando García González.

ISBN: 8400087128.

2008. Biblioteca Darwiniana. C.S.I.C. Los Libros de la Catarata. P.V.P. 75,00€

Una de las obras más relevantes de Charles Darwin, después de sus famosas "El Origen de las Especies" y "El Origen del Hombre", fue sin duda alguna la obra que ahora presentamos traducida al castellano por primera vez. En ella, a diferencia de las dos mencionadas anteriormente en las que trata la variación de las especies de forma general analizando las causas (la selección natural, la selección sexual, la lucha por la existencia), se ocupa fundamentalmente y de forma extensa del papel de la selección en la variación de las especies de seres vivos cuando se hallan en estado doméstico.

LA EXPRESION DE LAS EMOCIONES EN LOS ANIMALES Y EN EL HOMBRE



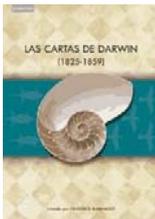
Charles Darwin.

ISBN: 13 9788420600116

Alianza Editorial. Descatalogado.

Principal aportación de Darwin a los estudios interdisciplinarios en que convergen la psicología y la biología, La expresión de las emociones en los animales y en el hombre es una pieza clave dentro de su obra. Si bien el declive de la psicología comparada a comienzos del siglo XX restó momentáneamente influencia a sus aportaciones conceptuales, el auge de la moderna etología ha contribuido al redescubrimiento de este texto capital para la biología de la conducta

CARTAS DE DARWIN (1825-1859)



Charles Darwin.

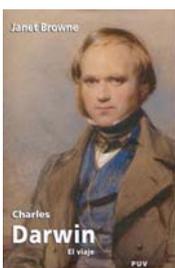
Edición de Frederick Burkhardt. Traducción de Ana María Rubio Díez

ISBN: 8483230747.

1ª Edición. 1999. Cambridge Univ. Press. P.V.P. 22,20€

BIBLIOGRAFÍA SOBRE DARWIN EN CASTELLANO

CHARLES DARWIN. EL VIAJE. UNA BIOGRAFÍA



Janet Browne.

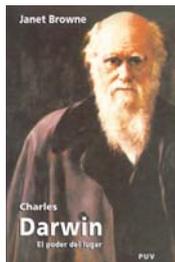
ISBN: 9788437073118.

1ª Edición en castellano. 2008. Publicacions de la Universitat De València. P.V.P. 45,00€

Este primer volumen de la aclamada biografía escrita por Janet Browne nos ofrece una stampa detallada y exhaustiva de Darwin, como hombre y como científico. En él se narra la historia de su juventud como aprendiz de científico hasta la génesis y el desarrollo de sus ideas, pasando por el aventurero viaje, su matrimonio y el nacimiento de sus hijos.

La biografía definitiva de Darwin.

CHARLES DARWIN. EL PODER DEL LUGAR



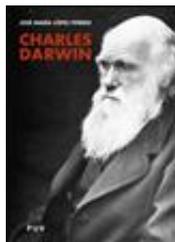
Janet Browne.

ISBN: 9788437073125

1ª Edición en castellano. 2009. Publicacions de la Universitat De València. P.V.P. 45,00€

2º volumen de esta monumental biografía, que nos habla de un Darwin maduro, científico, autor aclamado o atacado... y de todos los aspectos de la revolución darwiniana

CHARLES DARWIN



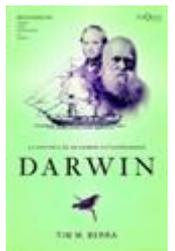
José María López Piñero.

ISBN: 9788437072555.

1ª Edición. 2008. Publicacions de la Universitat De València. P.V.P. 25,00€

Libro de divulgación científica donde se sintetiza la biografía y la obra de Darwin. Para situarla históricamente, está precedido por un breve resumen de la "escala de la naturaleza" y los estudios comparados anteriores. En la última parte del libro, nos acerca, al "gran periodo darwinista", entre 1860 y 1900, y a su crisis, así como al darwinismo en Valencia.

DARWIN. LA HISTORIA DE UN HOMBRE EXTRAORDINARIO



Tim M. Berra.

ISBN: 9788483831281.

1ª Edición. 2009. Colección Metabrevés. Tusquets ed. P.V.P. 12,00€

Biografía profusamente ilustrada (20 fotografías en color y 60 en blanco y negro) que relata de manera concisa un fresco retrato del hombre que fue Darwin, combinándolo con anécdotas, detalles curiosos e ilustraciones cuidadosamente seleccionadas. Tim Berra, también científico, expone con claridad las teorías darwinistas y analiza su impacto en la actualidad y en el pensamiento occidental.

CHARLES DARWIN



Michael Ruse.

Traducción Elena Marengo.

ISBN: 9788496859999.

1ª Edición. 2008. Serie Conocimiento. Katz Ed.. P.V.P. 23,00€

Charles Darwin es, sin dudas, el arquitecto de la moderna biología evolutiva. Pero 'El Origen de las Especies' es mucho más que una teoría biológica: es un conjunto de principios que comportan un tremendo impacto filosófico más allá de los límites de la ciencia natural. Y, dado que las hipótesis de Darwin involucran a la humanidad, se hace necesario examinar minuciosamente sus implicaciones éticas y epistemológicas. Michael Ruse, autoridad mundialmente reconocida en la historia y en la filosofía del darwinismo, ofrece en esta obra el análisis definitivo de la naturaleza filosófica del pensamiento de Darwin, y de su impacto no solamente sobre las ciencias naturales sino también sobre las ciencias humanas. Con un lenguaje claro, desprovisto de tecnicismos, Ruse establece con precisión el estatuto del pensamiento evolucionista como una teoría genuina, las implicaciones filosóficas, epistemológicas y éticas del darwinismo, así como su impacto en las modernas explicaciones naturalistas de la religión, y discute muchos de los sentimientos y supuestos antidarwinistas expuestos por los creyentes del movimiento creacionista..

DARWIN. EL DESCUBRIMIENTO DEL ÁRBOL DE LA VIDA



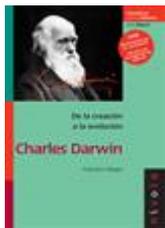
Niles Eldredge.

ISBN: 9788496859517.

1ª Edición. 2009. Katz Ed.. P.V.P. 21,50€

Niles Eldredge en este libro revisa los escritos de Darwin en busca de indicios que revelen en qué momento dejó de ser un creacionista curioso y se convirtió en evolucionista. A un tiempo biografía de Darwin e introducción a la selección natural, esta obra es también una investigación de los cambios intelectuales e intuitivos del hombre que formuló la teoría de la evolución.

CHARLES DARWIN. DE LA CREACIÓN A LA EVOLUCIÓN



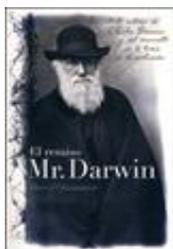
Francisco Pelayo.

ISBN: 9788492493210.

Serie Mayor. Nivola libros y ed. P.V.P. 18,90€

Hoy en día es difícil encontrar en el mundo occidental a alguien con una mínima base cultural que no haya oído hablar de Charles Darwin y de la teoría del origen y la evolución de las especies. En la Biblia se recogía que originalmente todos los tipos de seres vivos habían sido creados por intervención directa de dios y que las especies eran fijas. La conmoción ocasionada en la segunda mitad del siglo XIX por la revolucionaria teoría de la evolución de las especies sobrepasó el ámbito científico y repercutió en todos los órdenes de la sociedad. En el inicio de la historia del evolucionismo científico se encuentra la figura de Darwin, un naturalista metódico que consiguió desarrollar, tras largos y pacientes años de trabajo, una de las teorías núcleo de la biología moderna.

EL REMISO MR. DARWIN



David Quammen.

ISBN: 9788495348364.

2008. Antoni Bosch Ed. P.V.P. 21,50€

A partir de los cuadernos secretos de Darwin sobre la «transmutación» y su correspondencia personal, David Quammen ha esbozado un vivo retrato de uno de los gigantes de la ciencia. La evolución era, a principios del siglo XIX, una idea que estaba en el aire. Otros pensadores ya habían apuntado en esa dirección, pero ninguno había proporcionado una explicación convincente de cuál era su mecanismo. Fue en septiembre de 1838 cuando Charles Darwin dio con la idea de «selección natural». Entre dicho descubrimiento y la publicación de *El origen de las especies* iban a transcurrir veintiún años. El drama humano y las razones científicas de tal demora dan lugar a un relato intrincado y fascinante que desentraña el carácter del cauto naturalista que desencadenó la mayor revolución intelectual. El retrato de Quammen arranca con el regreso de Darwin tras su viaje de cinco años a bordo del *Beagle*, y analiza su empeño en reunir la información, y adquirir la confianza, para publicar el libro que habría de desbancar al hombre de su puesto privilegiado en la creación divina.

LA HISTORIA DEL ORIGEN DE LAS ESPECIES DE CHARLES DARWIN



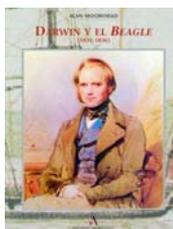
Janet Browne.

ISBN: 9788483067017.

1ª Edición. 2007. Ed. Debate. P.V.P. 14,00€

En este libro, Janet Browne, la estudiosa más importante de Darwin, explica por qué *El origen de las especies* puede ser el libro científico más importante jamás publicado. Para ello, describe la génesis de las teorías de Darwin, explica cómo fueron recibidas inicialmente y se pregunta por qué siguen siendo tan polémicas hoy día.

DARWIN Y EL BEAGLE (1831-1836)



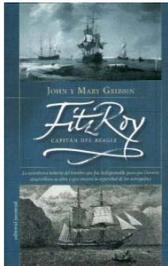
Alan Moorehead.

ISBN: 8492355123.

1ª Edición revisada. 2002. Ed. del Aguazul. P.V.P. 25,00€

En 1831, Darwin (22 años) embarca como naturalista en el *Beagle* para un viaje de exploración alrededor del mundo. La expedición duró cinco años. Además de una extraordinaria aventura, el largo periplo fue para Darwin el inicio de una nueva teoría del origen y evolución de las distintas formas de vida en la Tierra. El período en que se realizó la expedición fue una época dorada de la ilustración zoológica, botánica o topográfica en forma de grabados, litografías y aguatinas, lo que ha permitido la ilustración del libro con documentos coetáneos o casi coetáneos.

FITZROY CAPITÁN DEL BEAGLE



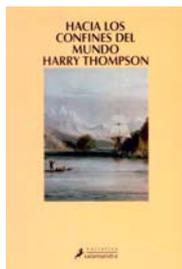
John Y Mary Gribbin.

ISBN: 9788426135360.

1ª Edición. 2006. Ed. Juventud. P.V.P. 24,00€

Asombrosa historia de uno de los mejores navegantes del siglo XIX, cuya obra no sólo contribuyó a que Darwin desarrollara la teoría de la evolución, sino que mejoró la seguridad de todos los navegantes que vendrían después de él.

HACIA LOS CONFINES DEL MUNDO



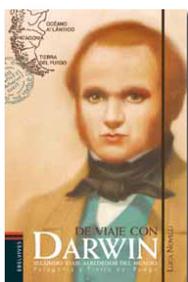
Harry Thompson.

ISBN: 9788498380989.

3ª Edición. 2007. Ed. Salamandra. P.V.P. 25,00€

Crónica novelada sobre la apasionante pugna entre dos intelectos excepcionales, Fitzroy y Darwin, a quienes la ciencia convirtió en adversarios irreconciliables, conduciendo a uno a la gloria y al otro a la destrucción.

DE VIAJE CON DARWIN. SEGUNDO VIAJE ALREDEDOR DEL MUNDO. PATAGONIA Y TIERRA DEL FUEGO



Luca Novelli.

ISBN: 9788426364593.

2ª Edición. 2008. Edelvives. P.V.P. 14,90€

Con motivo del bicentenario del nacimiento de Darwin, Luca Novelli emprendió un viaje a América del Sur haciendo las mismas etapas que el joven Darwin realizó entre 1831 y 1836, y ha reescrito, con un lenguaje actual, El viaje de un naturalista alrededor del mundo. Un proyecto patrocinado por el WWF y el ICOM, que ha llevado al autor a los lugares visitados por Darwin.

DE VIAJE CON DARWIN II: SEGUNDO VIAJE ALREDEDOR DEL MUNDO. CHILE, PERÚ, GALÁPAGOS



Luca Novelli.

ISBN: 9788426368645.

1ª Edición. 2009. Edelvives. P.V.P. 14,90€

Luca Novelli continúa el relato de sus vivencias, a través de las palabras del propio Darwin, durante la segunda etapa de su viaje alrededor del mundo. En esta ocasión, Chile, Perú y Galápagos serán los destinos de este naturalista que podrá observar, junto a sus compañeros de viaje, los cambios que el transcurso de los años, ha provocado en el paisaje, la flora, la fauna e incluso los habitantes de todos estos lugares. Un viaje que nos invita a reflexionar sobre la importancia de la conservación del medio ambiente y la fragilidad de nuestro planeta

EL LEGADO DE DARWIN. QUÉ SIGNIFICA HOY LA EVOLUCIÓN

JOHN DUPRÉ
EL LEGADO DE DARWIN
QUÉ SIGNIFICA HOY LA EVOLUCIÓN



John Dupré.

ISBN: 9788460983910.

1ª Edición. 2006. Katz Ed. P.V.P. 16,90€

Este libro sostiene que la teoría formulada por Darwin tiene consecuencias trascendentales para nuestra visión de nosotros mismos y de nuestro lugar en el universo. Todos aquellos interesados en entender qué puede y qué no puede explicar la teoría de la evolución encontrarán aquí una magnífica introducción al tema.

BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA ILUSTRADA DE LAS OBRAS DE DARWIN EN ESPAÑA (1857-2008)

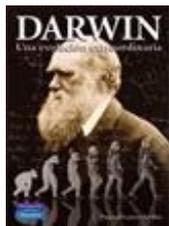


Alberto Gomis Blanco - Jaume Josa Llorca.

2ª Edición ampliada. 2009. CSIC

Se mantiene al máximo, en esta edición del bicentenario, la estructura de la obra original, incorporando las obras de Darwin publicadas en España en los años 2006, 2007 y 2008 y que lógicamente no tuvieron cabida en la primera edición.

DARWIN UNA EVOLUCIÓN EXTRAORDINARIA



Pascual Comín del Río.

ISBN: 9788420554815.

1ª Edición. 2008. Pearson Educacion. P.V.P. 15,00€

En este libro se repasa la vida, el pensamiento y los logros del eminente naturalista británico, desde un punto de vista científico y humanista.

LAS MUSAS DE DARWIN



José Sarukhán.

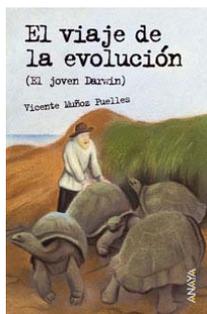
ISBN: 9789681668563.

4ª edición. 2008. Colección La Ciencia Para Todos. Fondo de Cultura Económica.

P.V.P. 9,50€

¿Quiénes fueron los humanistas y los científicos y cuáles las ideas y los hechos que influyeron en el pensamiento científico de Charles Darwin?. En este libro se combina de forma amena la narración biográfica documentada con una descripción sencilla de la información científica sobre la obra de Darwin y de sus contemporáneos y el relato novelado de algunos momentos de la vida de esos personajes. Asimismo se explican las ideas y los conceptos básicos sobre la selección natural y la evolución a la luz de los conocimientos actuales.

EL VIAJE DE LA EVOLUCIÓN (EL JOVEN DARWIN)



Vicente Muñoz Puelles.

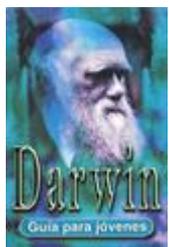
Ilustraciones de Federico Delicado. Contiene el libro y un cuaderno de actividades e información complementaria.

ISBN: 9788466762519.

2ª Edición. 2008. Anaya. P.V.P. 9,80€

Charles Darwin es ya un hombre mundialmente famoso y polémico por su teoría sobre la evolución de las especies cuando, en 1865, decide escribir para sus hijos el relato del viaje que, con 23 años de edad, realizó alrededor del mundo a bordo del Beagle. Un viaje que cambiará su visión de la naturaleza y le hará comprender que todas las especies de plantas y animales están relacionadas y tienen un origen común.

DARWIN. GUÍA PARA JÓVENES



Gill Hands.

Traducido por Carlos Olalla.

ISBN: 8489804451.

2001. Lóguez. P.V.P. 9,32€

En este texto se analizan las circunstancias que rodearon la vida de Darwin, el desarrollo de la teoría de la selección natural, las cuestiones filosóficas que surgieron a partir de las teorías de Darwin y la vigencia de sus ideas en la actualidad.

DARWIN EL VIAJERO



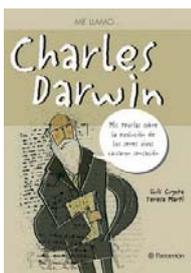
Nicolás Cuvi.

ISBN: 9788496751323.

2008. Colección Sabelotodos. El Rompecabezas. P.V.P. 8,50€

Charles Darwin no fue un niño corriente. Era capaz de coleccionar cualquier cosa que se le pusiera a tiro. Y cuando la gente pensaba que ya no le quedaban más escarabajos ni monedas raras que amontonar por los rincones se embarcó en un extraordinario viaje alrededor del mundo.

ME LLAMO CHARLES DARWIN

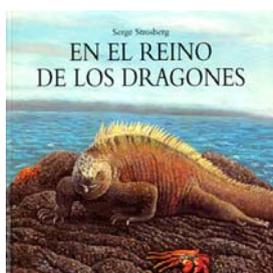


ISBN: 9788434232310.

2007. Parramón Ed. P.V.P. 9,00€

Charles Darwin ha sido una figura clave en las ciencias naturales. Desde pequeño mostró un gran interés por la naturaleza y a los 22 años emprendió un viaje científico que a lo largo de cinco años le llevó por todo el mundo, donde pudo estudiar una infinidad de seres vivos y fenómenos naturales. Su teoría más importante fue la de la evolución de las especies, originada por la selección natural de los especímenes más aptos para la vida en un medio determinado.

EN EL REINO DE LOS DRAGONES



Serge Strosberg.

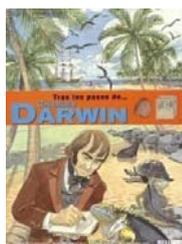
Traducción Paula Vicens. De 7 a 9 años.

ISBN: 8484700216.

Ed. Corimbo. P.V.P. 10,00€

El pequeño Charles Darwin no era un alumno aplicado. Sus padres estaban desesperados. El niño ocupaba todo su tiempo y gastaba todas sus energías estudiando la naturaleza. No tardó en llenar su casa con colecciones de plantas, conchas e insectos. Su afición se convirtió en su profesión: fue naturalista, es decir, un sabio que estudia los animales y las plantas. Este libro se inspira en el Viaje de un naturalista alrededor del mundo (1839), de Darwin.

TRAS LOS PASOS DE CHARLES DARWIN



J.B. Panafieu y V. Desplanche.

ISBN: 9788489396838

Blume. P.V.P. 11,90€

Comparte el entusiasmo del joven naturalista Charles Darwin embarcado en el Beagle y descubre la ingente labor del sabio que sentó las bases de la teoría de la evolución. Un sugerente relato acompañado de numerosas ilustraciones en color. Con amenos documentos ilustrados para descubrir la teoría de la evolución.

EL SECRETO DE DARWIN



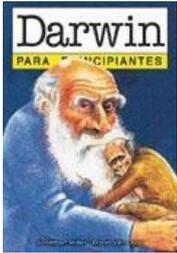
J. Darton.

ISBN: 9788408076711

2008. Planeta. P.V.P. 21,50€

Una novela sobre la verdad oculta tras la mayor conquista científica de la historia. Después de meses de investigación en las islas Galápagos, el joven antropólogo Hugh Kellern decide volver a Londres. Allí descifrá una de las incógnitas que siempre le han obsesionado: el motivo por el que Darwin tardó veintidós años en publicar El origen de las especies. Pronto descubre algo que le será enormemente valioso en su investigación: el diario que Lizzie, la hija menor del famoso naturalista, escribió para intentar comprender la culpa y el miedo que dominaron a su padre ne la cumbre de su carrera A partir de ese momento, Hugh se planteará cada vez más interrogantes sobre el científico -¿cuál fue la extraña enfermedad que lo dejó incapacitado?, ¿por qué tenía miedo a viajar?, ¿quién era su rival?-, que sólo podrá contestar resolviendo un complicado rompecabezas.

DARWIN PARA PRINCIPIANTES



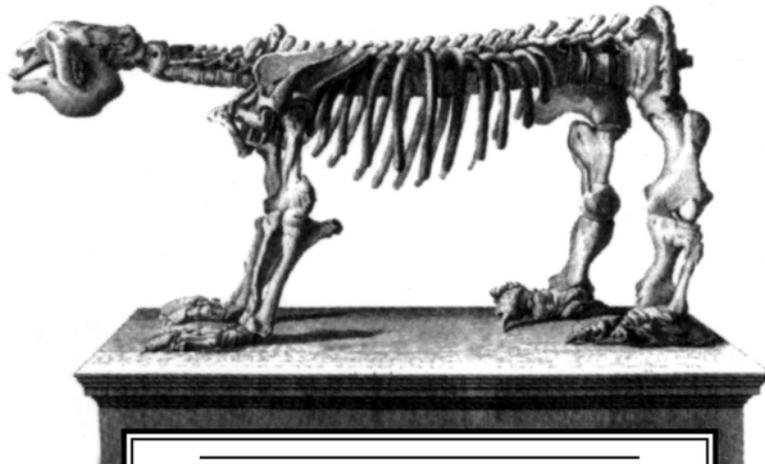
J. Miller y B. Loon.

ISBN: 9789879065037

1995. Errepar. P.V.P. 9.50€

Libro muy útil para comprender los principios de la teoría clásica de la evolución enmarcada en su contexto histórico. Ilustrado casi como un comic, el libro imita las historias de detectives. Una pareja de personajes muy parecidos a Sherlock Holmes y el Dr Watson analizan las pistas y van deduciendo el modus operandi del científico mientras tratan de develar "El Extraño Caso de Charles Darwin y la Evolución". Muy resumidamente pero dando directo en el clavo, se las arreglan para explicar las corrientes de pensamiento predominantes en la época, en quiénes se inspira Darwin para elaborar su teoría sobre la selección natural y cuáles fueron las consecuencias de la publicación de sus ideas. Darwin para principiantes invita a continuar leyendo no sólo sobre el mismo Darwin sino también sobre sus contemporáneos, sobre los descubrimientos posteriores que permitieron atar los cabos sueltos y sobre la Nueva Síntesis: una manera de demostrar la existencia de la evolución a través de la Biología Molecular.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE TODOS ESTOS LIBROS:



LA TIENDA
del
Museo de Ciencias

MUSEO NACIONAL
DE
CIENCIAS NATURALES

JOSE GUTIERREZ ABASCAL 2
28006 MADRID
TELEFONOS
91 4110470 91 5641566

NORMAS DE PUBLICACION

eVOLUCIÓN es la revista electrónica de la **Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE)** que publica artículos y notas sobre cualquier aspecto de la biología evolutiva, así como artículos de divulgación o revisión invitados, artículos de opinión, entrevistas a personalidades relevantes de la Biología Evolutiva, noticias (congresos, cursos, etc.), críticas de libros, apuntes de cómo se ve la evolución fuera del ámbito científico, etc. No se considerarán para su publicación trabajos científicos con datos originales.

La revista publica como *Artículos* textos originales de hasta 20 páginas impresas (aunque podrán considerarse trabajos más extensos) que traten sobre temas actuales relacionados con la evolución. El estilo debe de ser claro y conciso y la presentación atractiva incluyendo tablas, figuras e ilustraciones abundantes. También tienen cabida textos de menor extensión (tres páginas), en los que se informe brevemente de una investigación original, de alguna técnica nueva o de algún descubrimiento interesante en cualquier rama de la Biología Evolutiva. Finalmente, la sección de *La Opinión del Evolucionista* publica textos cuyo principal objetivo es facilitar la discusión y crítica constructiva sobre artículos científicos, libros o temas importantes y de actualidad, así como estimular la presentación de ideas nuevas.

Los originales recibidos serán sometidos a revisión con la participación de al menos dos revisores externos especializados cuya misión será la de sugerir propuestas encaminadas a mejorar el trabajo, tanto en el fondo como en la forma. Los textos deberán ser originales. Sus autores se comprometen a no someterlos a publicación en otro lugar, adquiriendo la SESBE, como editora de los mismos, todos los derechos de publicación sobre ellos.

Los **trabajos** deberán ir escritos en castellano, o excepcionalmente en inglés, a doble espacio, con márgenes de 3 cm. y deberán incluir en este orden: Página de título (que incluya el título, los nombres completos de los autores y la dirección de cada uno de ellos), Resumen con Palabras Clave (incluyendo una versión en inglés), Texto, Agradecimientos y Referencias bibliográficas. Las Tablas, Figuras, Apéndices y Pies de Figuras irán, en su caso, al final en hojas separadas. No se aceptarán notas a pie de página. Todas las páginas deberán ir numeradas (esquina superior derecha).

En el texto las referencias se ordenaran por orden cronológico: Darwin *et al.* (1856), Darwin y Lamarck (1857) o al final de la frase (Darwin *et al.* 1856; Darwin y Lamarck 1857).

La **lista de referencias** bibliográficas se encabezará con el epígrafe "Referencias". Los trabajos se ordenarán alfabéticamente y para cada autor en orden cronológico (el más reciente el último). Los nombres de las revistas irán en cursiva y se abreviarán. Se incluyen a continuación algunos ejemplos.

- Zahavi, A. 1975. Mate selection-a selection for a handicap. *J. Theor. Biol.* 53: 205-214.
García-Dorado, A., López-Fanjul, C. y Caballero, A. 1999. Properties of spontaneous mutation affecting quantitative traits. *Genet. Res.* 74: 341-350.
Leakey, L.S.B., Tobias, P.V. y Napier, J.R. 1964. A new species of the genus *Homo* from Olduvai gorge. *Nature* 209: 1279-1281.
Hamilton, W.D., Axelrod, R. y Tanese, R. 1990. Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87: 3566-3573.
Moreno, J. 1990. Historia de las teorías evolutivas. Pp. 27-43. En: Soler, M. (ed.), *Evolución. La Base de la Biología*. Proyecto Sur, Granada.
Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* John Murray, London.

Las **figuras y tablas** deberán ir acompañadas, en hoja aparte, por los pies correspondientes. Se aconseja incluir también **fotografías** en blanco y negro o color de buena calidad, en cuyo caso se indicarán los autores de las mismas. Las fotografías se enviarán como archivos de imagen independientes, en formato TIFF, JPG o BMP con una resolución mínima de 300 pp.

Al final del texto se incluirá un breve apartado sobre **Información de los autores**.- un párrafo de unas 100 palabras (150 para 2 o más autores) describiendo brevemente los detalles e intereses científicos de los autores. Este texto no sustituye a los agradecimientos, sino que pretende ofrecer información adicional a los lectores sobre la actividad y objetivos de los responsables del trabajo.

Una copia del manuscrito en soporte informático (preferentemente archivos de Word para Windows), deberá remitirse a los editores por correo electrónico:

José Martín Rueda y Pilar López Martínez

e-mail: jose.martin@mncn.csic.es

pilar.lopez@mncn.csic.es

Sociedad Española de Biología Evolutiva



sociedad española de biología evolutiva

Para hacerse miembro de la Sociedad Española de Biología Evolutiva hay que realizar 2 trámites muy sencillos:

- Realizar el pago de la cuota anual de **10 ó 20 euros** (según sea miembro estudiante u ordinario) 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

o a la siguiente dirección:

Hernán Dopazo
Departamento de Bioinformática
Centro de Investigación Príncipe Felipe
c/ ep Avda. Autopista del Saler 16 (Junto al Oceanográfico)
46013 Valencia

EVOLUCIÓN

© 2009



ISSN 1989-046X