



EVOLUCIÓN Y ADAPTACIÓN

150 años después del Origen de las Especies



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
Vicerectorat d'Investigació i
Política Científica



I think







EVOLUCIÓN Y ADAPTACIÓN

150 AÑOS DESPUÉS DEL ORIGEN DE LAS ESPECIES

Editores

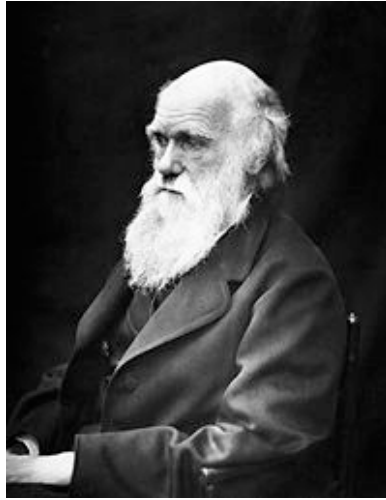
Hernán Dopazo y Arcadi Navarro



EVOLUCIÓN Y ADAPTACIÓN

150 años después del Origen de las Especies

Homenaje a Charles Darwin



2009

Año Darwin

200 años de su nacimiento

Shrewsbury, Inglaterra. 12 de febrero de 1809

150 años de la publicación de:

El origen de las especies mediante la selección natural
o
la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida

24 de noviembre de 1859. John Murray, Londres

Hernán Dopazo y Arcadi Navarro
Editores

Sociedad Española de Biología Evolutiva
www.sesbe.org



CONTENIDOS

Prólogo de los Editores

xv

Tema 1. Evolución Molecular, Genética y Genómica 1

- 1.1. Selección de Modelos de Evolución Molecular.
David Posada
- 1.2. Temporal Aspects of Gene Evolution.
Mar Albà
- 1.3. Evolution of Splicing.
Manuel Irimia and Eduardo Eyra
- 1.4. La Colonización y la Hibridación como Factores de Evolución por Transposición.
M^a Pilar García Guerreiro y Antonio Fontdevila
- 1.5. Evolución Molecular y Adaptación en las Familias Multigénicas del Sistema Quimiorreceptor de los Insectos.
Julio Rozas, Alejandro Sánchez-Gracia y Filipe G. Vieira
- 1.6. Genómica Comparativa y Selección Natural. Aplicaciones en el Genoma Humano.
François Serra, Leonardo Arbiza y Hernán Dopazo
- 1.7. Cromosomas B: Un Modelo de Coevolución Genómica.
Francisco Perfectti, Josefa Cabrero, María Dolores López-León, Juan Pedro M. Camacho
- 1.8. Variación Geográfica y Adaptación Local al Estrés Osmótico en el Sapo Corredor.
Ivan Gomez-Mestre y Miguel Tejedo
- 1.9. Relevancia de la Herencia No Vertical en *Legionella pneumophila*.
Mireia Coscollá, Iñaki Comas y Fernando González Candelas

Tema 2. Aislamiento Reproductivo y Especiación 93

- 2.1. Arquitectura Genética de la Esterilidad Híbrida en *Drosophila*.
Tomás Morán y Antonio Fontdevila
- 2.2. Especiación en los Carábidos Ibéricos (*Insecta, Coleoptera*).
José Serrano, José Sánchez, Carmelo Andújar, Carlos Ruiz y José Galián

- 2.3. Especiación Ecológica en Simpatría en un Caracol Marino del Intermareal.
Emilio Rolán Alvarez
- 2.4. The Role of Natural Selection in Chromosomal Speciation.
Rui Faria y Arcadi Navarro
- 2.5. Estudios sobre el Comportamiento Reproductivo y la Alimentación Adulta en *Plecópteros (Insecta)*.
José Manuel Tierno de Figueroa, Julio Miguel Luzón-Ortega y Manuel Jesús López-Rodríguez

Tema 3. Diversidad, Filogenia y Filogenómica

143

- 3.1. The Evolution of Viviparity in Salamanders (*Amphibia, Caudata*): Organization, Variation, and the Hierarchical Nature of the Evolutionary Process.
David Buckley, Marina Alcobendas y Mario García-París
- 3.2. Especies Crípticas y Murciélagos. ¿Cuántas Especies hay en la Península Ibérica?
Javier Juste, Juan Luís García-Mudarra y Carlos Ibáñez
- 3.3. Historia Evolutiva de la Abeja Ibérica.
Pilar De la Rúa, Irene Muñoz, Ana Piñero, Raquel Hernández-García, Fernando Cánovas, José Galián y José Serrano
- 3.4. El Origen de los Animales Bilaterales. Filogenias, Genómica, y Fósiles.
Jaume Baguñà, Marta Riutort y Pere Martinez
- 3.5. Animales y sus Ancestros Unicelulares. Una Visión Filogenómica.
Iñaki Ruiz-Trillo

Tema 4. Desarrollo, Morfología y Evolución

189

- 4.1. Origen y Evolución de la Metamorfosis de los Insectos.
Xavier Belles
- 4.2. Evolución y Desarrollo: Mutantes y Genes Heterocrónicos en *Drosophila*.
Julián Mensch, Nicolás Lavagnino, Valeria Carreira, Esteban Hasson y Juan José Fanara
- 4.3. Evolución de la Genitalia en *Drosophila*.
Ignacio M. Soto y Esteban Hasson
- 4.4. Morfología Teórica y Evolución Morfológica.
Miquel De Renzi
- 4.5. Tamaño y Complejidad: Generalizaciones Evolutivas del Cambio Morfológico.
Borja Esteve Altava y Diego Rasskin Gutman

Tema 5. Ecología Evolutiva y Comportamiento

239

- 5.1. Comunicación Animal: Un Estudio Evolutivo.
Enrique Font y Pau Carazo
- 5.2. La Evolución de Señalización Honesta de Calidad por Hembras a través de sus Huevos.
Juan Moreno
- 5.3. Evolución de Señales Químicas en los Procesos de Selección Sexual en Reptiles.
José Martín y Pilar López
- 5.4. Evolución de la Coloración en las Aves: Darwin Reivindicado.
Alberto Velando y Roxana Torres
- 5.5. Selección Sexual Post-Cópula y la Evolución de la Poliandria.
Francisco García-González
- 5.6. Darwin y las Lombrices de Tierra: Selección Sexual en Animales Hermafroditas.
Jorge Domínguez y Alberto Velando
- 5.7. Estrategias Reproductivas en Parásitos de la Malaria.
Santiago Merino y Josué Martínez de la Puente
- 5.8. Compromisos Adaptativos en la Selección de Hábitat de Aves Esteparias.
Manuel B. Morales y Juan Traba
- 5.9. ¿Sabes Contar las Lombrices? Una Visión Darwiniana sobre la Evolución de la Inteligencia Matemática.
Pau Carazo y Enrique Font
- 5.10. Evolución de la Cooperación para Beneficio Mutuo entre Individuos que Comparten Rasgos Arbitrarios.
Miguel A. Toro y Laureano Castro

Tema 6. Interacción entre Especies

337

- 6.1. Estrategias Adaptativas a Antivirales en Virus de RNA.
José M. Cuevas, F. Xavier López-Labrador, Vicente Sentandreu, María A. Bracho, Fernando González-Candelas
- 6.2. Evolución Molecular del Bacilo de la Tuberculosis.
Iñaki Comas y Sebastien Gagneux
- 6.3. Simbiosis en Clave Darwiniana.
Andrés Moya, Juli Peretó y Amparo Latorre
- 6.4. Domesticación en Animales: Genómica y Evolución.
Miguel Pérez-Enciso

- 6.5. Competición, Mutualismo y Arquitectura de Redes Ecológicas:
Su Papel en la Biodiversidad.
Alberto Pascual-García

Tema 7. Paleobiología 387

- 7.1. Poblamiento de América: Más de un Siglo de Debate.
Ana L. Tropea y Alicia I. Massarini
- 7.2. Evolución de la Fauna de Mamíferos de América del Sur:
Evidencias, Interrogantes e Interpretaciones.
Edgardo Ortiz-Jaureguizar
- 7.3. Historia Evolutiva de los Dinosaurios Titanosaurios Europeos.
Verónica Díez Díez, Xabier Pereda Suberbiola y José Luis Sanz
- 7.4. Adaptación en Cocodrilos Mesozoicos: Un Ensayo de
Interacción entre las Jerarquías Ecológica y Genealógica.
Angela D. Buscalioni y Beatriz Chamero
- 7.5. Historia Evolutiva de las Tortugas del Mesozoico de la
Península Ibérica.
Adán Pérez García

Tema 8. Evolución Experimental y Aplicaciones 437

- 8.1. Evolución Experimental en Virus
José M. Cuevas, Rafael Sanjuán y Andrés Moya
- 8.2. Evolución en Acción: Estudios de Evolución Experimental en el
Contexto de la Selección Sexual.
Francisco García-González
- 8.3. Adaptation of Cyanobacteria and Microalgae to Extreme Natural
Environments
*Victoria López-Rodas, Eduardo Costas and Antonio Flores-
Moya*

Tema 9. Evolución Cultural, Filosofía y Docencia 465

- 9.1. Partes y Funciones en el Desarrollo y la Evolución. Hacia un
Darwinismo Sistémico.
Arantza Etxeberria y Laura Nuño de la Rosa
- 9.2. Transmisión Cultural y Evolución: Un Enfoque Darwinista de la
Cultura.
Laureano Castro y Miguel Ángel Toro



9.3. La Biología a la luz de la Adaptación en los Libros de Texto de Educación Secundaria Obligatoria.

Milagros de la Gándara Gómez y María José Gil Quílez

9.4. Consideraciones Acerca de la Cambiante Influencia de la Teoría de la Evolución en las Humanidades y un Diagnóstico de la Situación Actual.

Jon Umerez

Índice de Autores y Capítulos

507

Contenidos

Prólogo de los Editores

El 12 de febrero de 1809 nacía en Shrewsbury (Inglaterra) el hombre que cambiaría para siempre nuestra visión del mundo vivo: Charles Robert Darwin. Cincuenta años después, se publicaría "El Origen de las Especies" (*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*), la obra que contiene el fruto más destacado de su labor científica. Este año, por tanto, la celebración es doble: 200 años del genio y 150 de su famoso libro. Triple, en realidad, si tenemos en cuenta que Jean Baptiste Lamarck, uno de los más ilustres predecesores de Darwin, publicó su "Filosofía Zoológica" en 1809, el mismo año del nacimiento de Darwin.

Es probable que el aniversario de la obra de Lamarck sea desconocido para muchos lectores. En contraste, durante todo este año ha sido prácticamente imposible mantenerse ajeno al 200 cumpleaños de Charles Darwin. Y es que la influencia y reputación de Darwin no son sólo incontestables a nivel científico, sino que son tan grandes que trascienden el mundo académico. Darwin es uno de los dos únicos científicos a quienes el público general suele reconocer. El otro es Albert Einstein. Las barbas de uno y las melenas desordenadas y el bigote del otro constituyen, en el imaginario popular, la imagen por excelencia del sabio, del científico brillante, revolucionario y algo excéntrico. Podemos hacernos con una idea de la enorme popularidad de Darwin si tenemos en cuenta que la mayor parte de revistas científicas de alguna importancia, empezando por *Nature* y siguiendo por *National Geographic*, *Muy Interesante* o *Investigación y Ciencia* le han dedicado un número especial. Si bien esto podría parecer esperable en un científico reconocido, no lo es tanto que los periódicos de mayor tirada de todo el planeta se hicieran eco de su cumpleaños el pasado 12 de febrero; ni que Google adornara su logo con pinzones ese mismo día.

Las causas de la enorme y duradera popularidad de Darwin deben buscarse en la naturaleza de su más importante contribución: el concepto de selección natural. Antes de Darwin era prácticamente imposible concebir un mundo sin creador, puesto que la enorme complejidad de los seres vivos, superior a la de cualquier artefacto creado por el hombre, parecía apuntar infaliblemente hacia la existencia de un diseñador poderosísimo. Para muchos pensadores, ese diseñador era el Dios omnisciente y personal de La Biblia. Darwin rompió con esta visión del mundo proponiendo el único mecanismo que puede causar "apariencia de diseño": la evolución por selección natural. Sólo en apariencia es el mundo vivo resultado de los designios de un ingeniero divino. En realidad es el resultado de millones de años de procesos biológicos guiados por la reproducción diferencial de los individuos. Si los organismos mejor adaptados a su entorno tienen mayores probabilidades de dejar descendencia y si esta descendencia hereda las ventajas de sus progenitores, el resultado debe ser un mundo como el que observamos. Un mundo lleno de adaptaciones imperfectas, de procesos dinámicos de competencia y cooperación entre organismos que, en cada generación, ven afectada su capacidad reproductiva en función de su entorno, incluyendo en éste a sus propios parientes y predadores.

Si en 1543 Nicolás Copérnico nos despedía del centro estático de una creación antropocéntrica hacia los confines de un universo infinito, Darwin nos mostraría, 316 años después, que la diversidad de la vida es el resultado de un proceso natural. Un proceso cuya mecánica originada en lo más profundo del tiempo geológico no tiene dirección preferencial ni propósito alguno más allá de favorecer cualquier característica que ayude a los organismos en su lucha por la existencia y la reproducción. El resto de complejidades del mundo biológico, lo que nos asombra y maravilla no son más que los productos secundarios de este mecanismo, la mayoría comprometidos con el propósito principal de permanecer para dar descendencia. Hablamos de los colores de las aves y de las flores, los afilados dientes del *Tyrannosaurus rex*, o los filtradores de una ballena azul, nuestra inteligencia y lenguaje, el esfuerzo o la indiferencia de los progenitores por el cuidado de sus crías, el comportamiento social de humanos e insectos, la organización del sistema genético, la ubicación de los genes en los cromosomas, las particularidades de la maquinaria molecular, la cooperación celular en organismos multicelulares, y un infinito etcétera de adaptaciones.

El enorme poder explicativo de las ideas de Darwin hizo que éstas suscitaran un gran interés y que surgiera de inmediato una enorme controversia sobre su veracidad. Desde el mismo día de su publicación hasta el día de hoy. Demasiados grupos de interés, principalmente religiosos, se sentirían amenazados. Sus afirmaciones sobre el mundo eran directamente incompatibles con lo predicado. Hoy, 150 años después, la polémica sobre la evolución está zanjada en el ámbito científico y, su desarrollo no se detiene. Sabemos que la evolución es un hecho y la selección natural es el mecanismo que explica la mayor parte de casos de aparente y exquisito diseño que observamos en los seres vivos. Durante estos 150 años la comunidad científica no ha hecho otra cosa que complementar, modificar o agregar conceptos básicos o más sofisticados al pensamiento Darwiniano, conceptos que hoy reconocemos como los fundamentos de la biología moderna.

Las celebraciones del Año Darwin tienen un nada deseable cariz defensivo. Aunque la comunidad científica no tiene dudas sobre la validez de las ideas de Darwin, éste sigue siendo enemigo de un sinnúmero de movimientos fundamentalistas. Estos grupos suelen ser organizaciones religiosas que propugnan una lectura literal de sus libros sagrados, especialmente La Biblia en los Estados Unidos, pero también El Corán en otros países, como Turquía. Como hace 150 años y como es lógico, estos movimientos se sienten amenazados por el Darwinismo y organizan campañas anti-evolucionistas que, haciendo gala de una admirable capacidad logística y mediante argumentos pseudocientíficos más o menos elaborados, pretenden transmitir la idea de que Darwin se equivocó. A partir de la "demostración" de los errores de una visión darwinista del mundo, sugieren una visión un tanto paranoica de la comunidad científica, que estaría constituida por decenas de miles de personas que, sabedoras de las mentiras que defienden, intentan engañar al mundo para destruir la moral y la religión. Quizás esta misma comunidad científica estaría encantada de que el Año Darwin pasara tan desapercibido como podrían

pasar un Año Pasteur, un Año Newton o un Año Einstein. Paradójicamente, podría ser un éxito no tener que celebrar por todo lo alto el 300 aniversario de Charles Robert Darwin. No obstante como alegaba Karl Popper, la verdad no es manifiesta y siempre son necesarios esfuerzos por ponerla en evidencia. Esta es una de las razones de este libro.

Entre esta comunidad que se siente en la necesidad de celebrar a Darwin, se encuentran los autores de los 51 capítulos de este libro contenedor de 9 temas donde los conceptos de evolución y adaptación son centrales. Se trata de reconocidos investigadores en Biología Evolutiva cercanos a la SESBE. Todos ellos con la mayor habilidad que está en su buen hacer han reunido en este volumen conmemorativo un resumen de la investigación realizada durante años en sus laboratorios. Cada uno de los capítulos de este volumen tienen el propósito común de divulgar los resultados de una tarea que mayoritariamente está publicada en revistas especializadas. Sin duda unos tendrán más éxito en la tarea de dar a conocer su trabajo al gran público. Dejamos que el lector evalúe este esfuerzo. No obstante, nuestro más sincero agradecimiento a todos ellos y a los revisores anónimos que de forma constructiva han evaluado cada uno de los capítulos. Finalmente agradecemos a la junta directiva de la SESBE haber confiado en nosotros el desarrollo de esta tarea, al Ministerio de Ciencia e Innovación de España, a la Consejería de Educación de la Generalitat Valenciana, al Vicerrectorado de Investigación y Política Científica de la Universidad de Valencia, a la Unión Internacional de Ciencias Biológicas (IUBS), a la Red Española de Diversidad Biológica, Evolución y Sistemática, a la organización del Segundo Congreso de la SESBE y a Juli Peretó por hacer posible la impresión de este libro en homenaje a Charles Darwin.

Hernán Dopazo y Arcadi Navarro

Barcelona, 24 de Noviembre de 2009