

# Dos siglos explicando la evolución

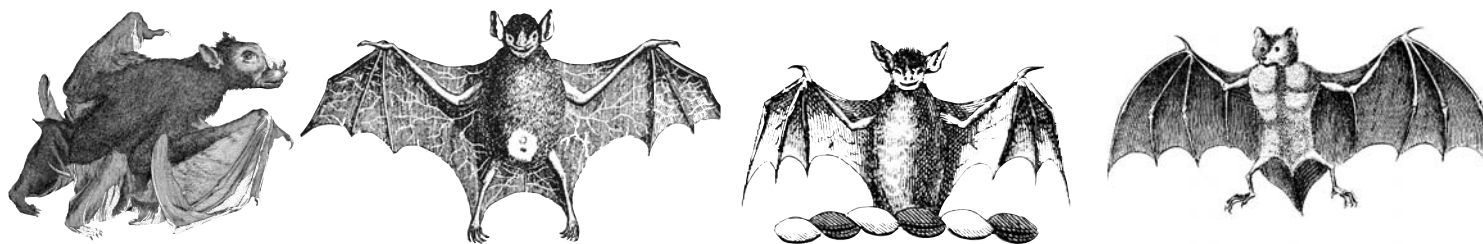
El pensamiento evolutivo como explicación de la transformación de las especies es relativamente joven, no tiene más de 200 años. En 2009 la idea de la evolución ha sido el centro de conmemoraciones académicas en diversas partes del mundo, por un lado para conmemorar 150 años de la publicación de uno de los libros más famosos de Charles Darwin, *El origen de las especies*, publicado en 1859, y por otro, para festejar el bicentenario de dos eventos históricos que casualmente coinciden en el tiempo, aunque no así en el espacio: el nacimiento de Dar-

win, que tuvo lugar el 12 de febrero de 1809 en Inglaterra, y la publicación en Francia de la *Filosofía zoológica* de Jean Baptiste Lamarck en 1809, obra en la cual se expone la primera argumentación extensa sobre la transformación de las especies.

El estudio de la evolución biológica ha transformado no sólo nuestra concepción acerca de la vida en la Tierra, sino que ha impactado todos los ámbitos de la vida humana, ya que, además de brindar una explicación científica de la biodiversidad, la adaptación, el origen común de todos los seres vivos, la

Ricardo Noguera y Rosaura Ruiz





extinción y otros fenómenos biológicos, cambió la visión estática y predeterminada del mundo. El reconocimiento de que todo lo vivo se transforma, que hay una explicación plausible a este cambio, dejando fuera toda posibilidad de explicaciones sobrenaturales, sin dejar de lado el origen de la misma especie humana, ha transformado nuestra mirada del mundo natural y ha generado una gran riqueza conceptual.

#### De los infusorios a la humanidad

Jean B. Lamarck, naturalista francés, publicó en 1809 la primera argumentación coherente acerca de la transformación de las especies. Desde 1802 ya había plasmado, en materiales que preparaba para sus clases, su preocupación por la integración de una ciencia que abarcara el estudio de todas las formas vivas, por definir un conjunto de principios relativos a lo vivo, un cuerpo de preceptos, objetivos y propuestas que publicó en uno de sus libros más importantes, la *Filosofía zoo-*

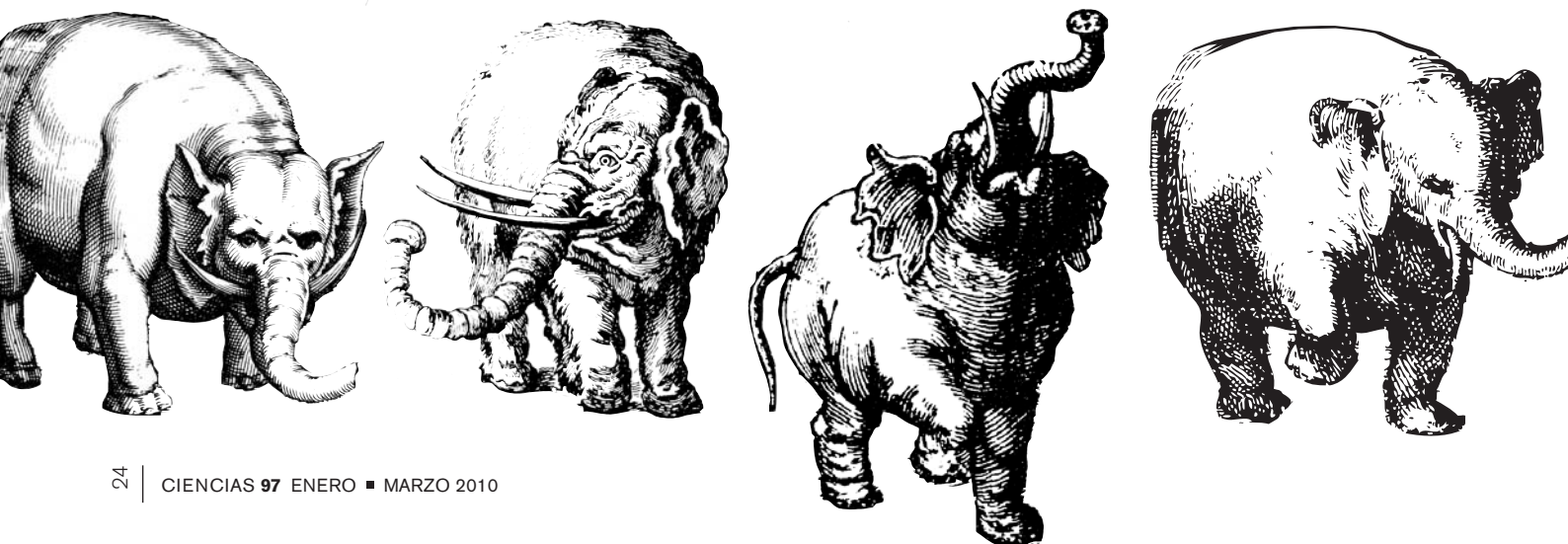
*lógica*, preparada con los materiales que tenía destinados para una obra sobre los seres vivos, cuyo título sería *Biología*, y que debía contar con un conjunto de principios filosóficos que dieran cuenta del hecho más significativo de la vida: su transformación.

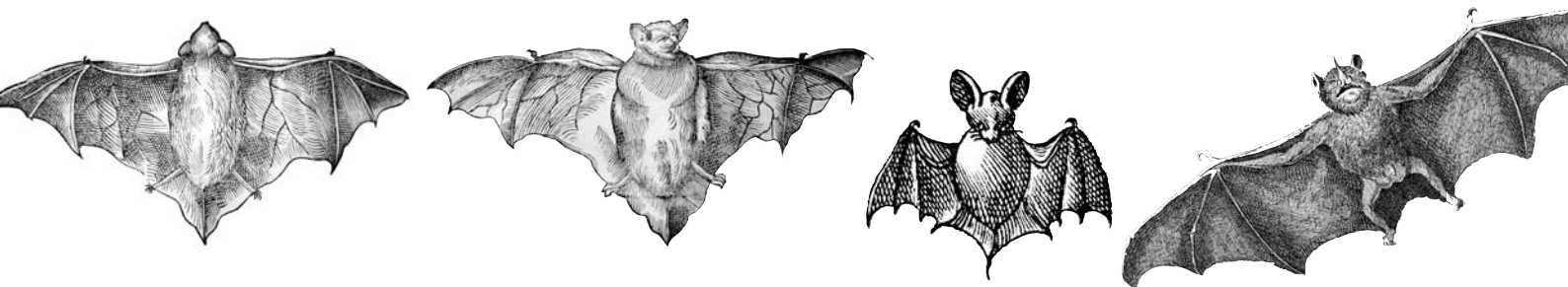
Así, en su *Filosofía zoológica*, de 1809, Lamarck plantea que los fenómenos biológicos pueden explicarse en términos de causas naturales, y que las características de los seres permiten su clasificación. Sin embargo, no quería limitarse exclusivamente a describir los seres ni a explicar los procesos vitales, buscaba dar cuenta del origen y su relación con la anatomía, la fisiología, el comportamiento, las estrategias de reproducción, con el medio, entre otras cosas; quería explicar las causas de la organización de los seres tal y como se observa, y del desarrollo de las facultades que presentan.

En su argumentación sostenía que la vida se origina por generación espontánea, la cual ocurre cada vez que factores como el calor, la humedad, la temperatura, los nutrimentos, los cam-

pos magnéticos y eléctricos coinciden y hacen posible el surgimiento de formas simples, de infusorios, cuyas características, en términos de Lamarck, son "cuerpos amorfos, gelatinosos, transparentes, contráctiles y microscópicos". A partir de dichas formas simples se inicia una serie de transformaciones que tienden hacia la formación de seres cada vez más complejos, ya que la vida tiene una tendencia interna a desarrollarse, a partir de lo más simple hacia lo más complejo, por medio de una serie ordenada de eventos, un proceso que interactúa con las influencias ambientales, provocando cambios en los hábitos, considerados caracteres adquiridos, que son heredados de una generación a otra, produciendo a la larga la transformación de las especies y una tendencia a la complejidad.

En el esquema evolutivo de Lamarck, el linaje más antiguo es aquél del cual descienden los seres humanos, y es considerado como el más avanzado, mientras que los linajes de los organismos más simples son mu-





cho más jóvenes por ser formas menos complejas. El punto inicial de cada linaje es un evento de generación espontánea distinto; así, por ejemplo, los seres humanos y los invertebrados no comparten un ancestro común. En este sentido y en lo que respecta a las causas de la transformación de las especies, la propuesta de Darwin es radicalmente diferente.

Sin embargo, la profunda diferencia epistémica y el indudable éxito de la propuesta darwiniana no implica desconocer o negar los grandes méritos de la primera propuesta que puso en entredicho el mito de la creación. Como puede constatarse al final del primer tomo de la *Filosofía zoológica*, Lamarck no acepta que el creador haya “previsto todas las clases posibles de circunstancias y [...] dado a cada especie una organización constante, así como una forma determinada e invariable en sus partes”. Con tales ideas no sólo pretendía terminar con las creencias generalizadas sobre el mundo natural, intentaba explicar la naturaleza del ser humano, ya que la especie hu-

mana forma parte de la transformación general de la vida, y sus atributos, como la inteligencia y la razón, son propiedades naturales que resultan de la organización del sistema nervioso y pueden ser investigadas en términos de causas naturales.

Personaje de su tiempo, fue partidario de la revolución francesa y estaba convencido de que la transformación no sólo era un asunto que concierne el ámbito biológico sino también el social, ya que la naturaleza le había dado a cada individuo “un amor ardiente por la libertad y la soberanía”.

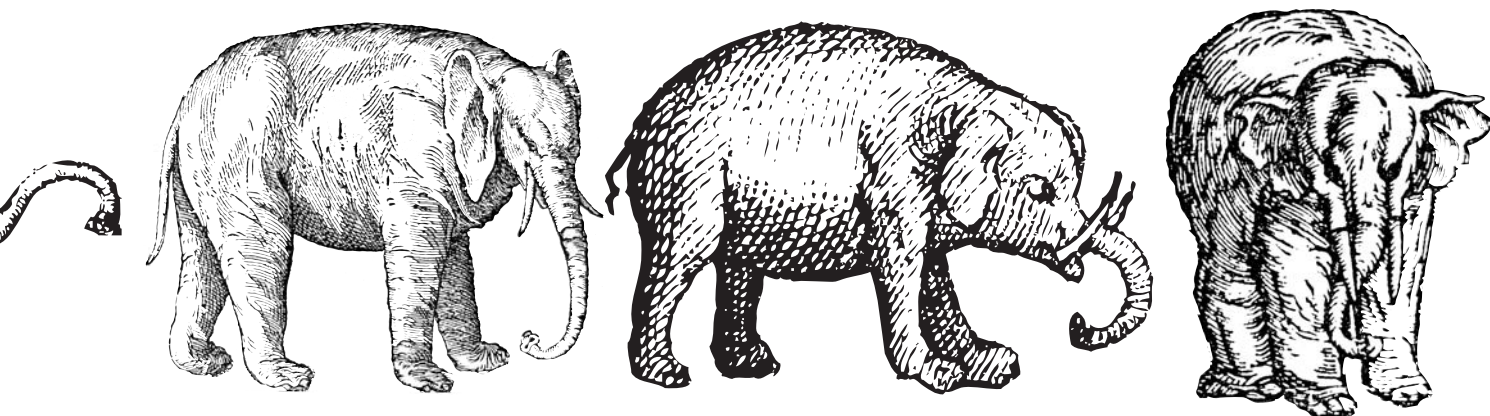
Con la obra de Lamarck, la idea de evolución, que hasta ese momento era empleada para referirse a los procesos del desarrollo embrionario, principalmente por los biólogos alemanes, adquirió su significado actual de transformación de las especies y, con ese sentido, fue utilizada por sus críticos, como Charles Lyell, y por los que simpatizaban con la idea de transformación, como Herbert Spencer, a quien se le atribuye, no sin razones, haber divulgado el término de “evolución” en

Inglaterra con un sentido de “progreso biológico”.

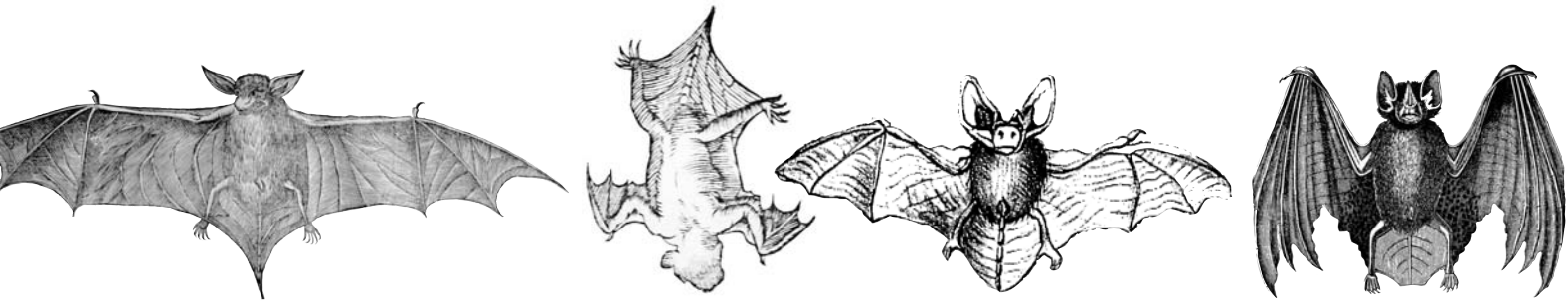
#### **Ancestro común y diversidad biológica**

Cincuenta años después de las propuestas de Lamarck, Charles Darwin publicó su teoría de la evolución por medio de selección natural. En su libro *El origen de las especies*, de 1859, establece las ideas que revolucionarían el estudio de la vida: su origen, transformación, historia y diversidad en el planeta.

En la explicación darwinista, todas las especies, pasadas y presentes, comparten un ancestro común. Darwin rechazó la idea de que hubiera en la vida una tendencia inherente en la evolución, en su lugar propuso la explicación causal de evolución por variación y selección natural, con lo cual explica por qué los linajes cambian de manera sucesiva y por qué divergen unas formas de otras, dando origen a nuevas especies a partir de un juego entre la variación que surge de manera aleatoria (en el sentido de que su origen no tiene ninguna relación con el proceso







adaptativo) y las diferentes presiones ambientales.

La propuesta de Lamarck tuvo poco impacto en su tiempo, Darwin la conoció en Edimburgo por su maestro Robert Grant, pero en la sociedad británica de entonces prevalecía la creencia de que cada especie había sido creada directamente por Dios. Es por esto que su explicación natural sobre el origen de las especies se convirtió un siglo y medio después en el ícono de las ideas de la transformación de las especies.

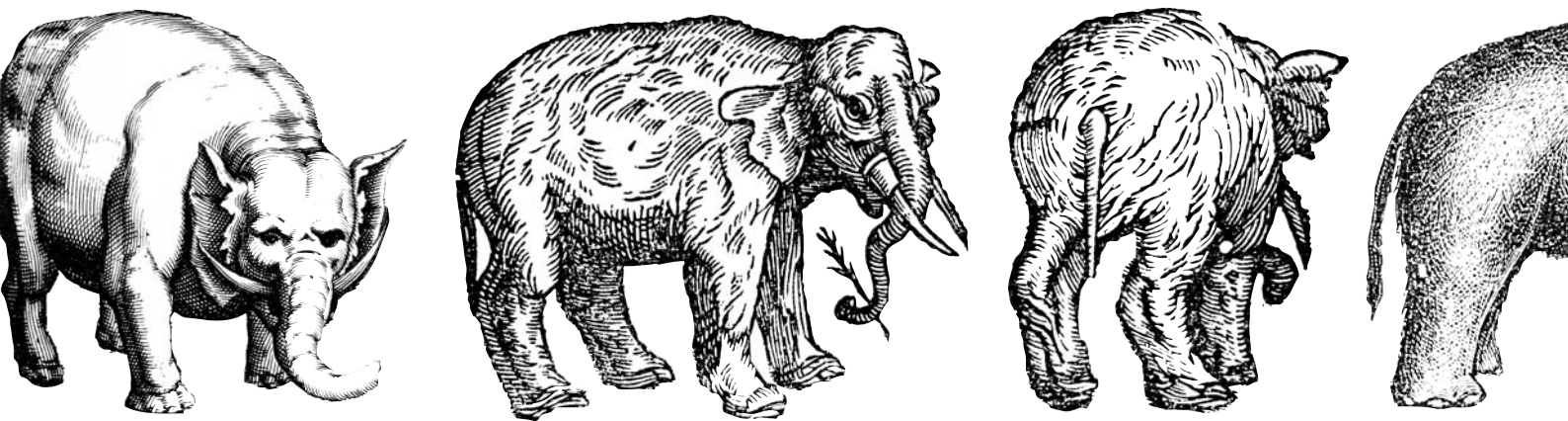
La historia de las revolucionarias ideas de Darwin comenzó básicamente en el viaje que realizó entre 1831 y 1836 alrededor del mundo abordo del Beagle, un navío inglés en el que viajó casi cinco años, lo que le permitió tomar notas y datos, así como hacer reflexiones sobre diversos aspectos del mundo natural. Cuando regresó del viaje preparó sus notas para publicarlas, pero al hacerlo encontró información que lo llevó a transformar sus ideas sobre el origen de las especies. Algunos de los datos más importantes fueron la

existencia de fósiles de organismos extintos muy parecidos a las especies actuales como, por ejemplo, fósiles de armadillos similares en forma pero diferentes en tamaño a los armadillos actuales, o de *Macrauchenia*, un gran mamífero parecido a una llama actual pero de mucho mayor tamaño, y que Richard Owen consideró como un camélido. Darwin se preguntaba si no había acaso alguna relación de parentesco entre aquellas formas extintas y las actuales. Asimismo, encontró importante información con respecto de la distribución geográfica de los organismos, como la referente a los sinsontes del género *Nesomimus*, que en realidad fue lo que motivó a Darwin para la construcción de su teoría (y no los pinzones como se ha popularizado), ya que encontró que las diversas islas tenían una o dos especies diferentes, por lo que se preguntaba si podrían acaso todas estas especies descender de un ancestro común.

Ante la abrumadora cantidad de información, Darwin terminó por convencerse de que las especies del pla-

neta tenían una relación de parentesco y que no se requerían explicaciones sobrenaturales para explicar cómo y por qué se transforman las especies. Él mismo comenta en su autobiografía que en 1837 encontró las respuestas que le permitían comprender dichas causas naturales de lo que en ese momento se llamaba "el misterio de los misterios". La respuesta estaba en la variación hereditaria y la selección natural. El argumento de su explicación, acompañado de una gran cantidad de evidencias, fue publicado en 1859, después de que, en 1858, recibiera una carta de un joven naturalista que estaba investigando las causas de la transformación de las especies, y cuya teoría era muy cercana a la que él había trabajado durante cerca de veinte años. Ese joven naturalista era Alfred Russel Wallace, quien años más tarde se convertiría en el más entusiasta defensor del darwinismo y la evolución.

La explicación de Darwin está elaborada a partir de las siguientes ideas centrales: 1) todas las especies produ-





cen una gran cantidad de descendencia, 2) los recursos naturales para sostener a las poblaciones naturales son limitados, 3) todas las poblaciones tienen individuos con diferencias heredables, y 4) no todos los individuos pueden sobrevivir y dejar descendencia. De aquí concluye que las variaciones provocan diferencias en la capacidad individual de supervivencia y reproducción.

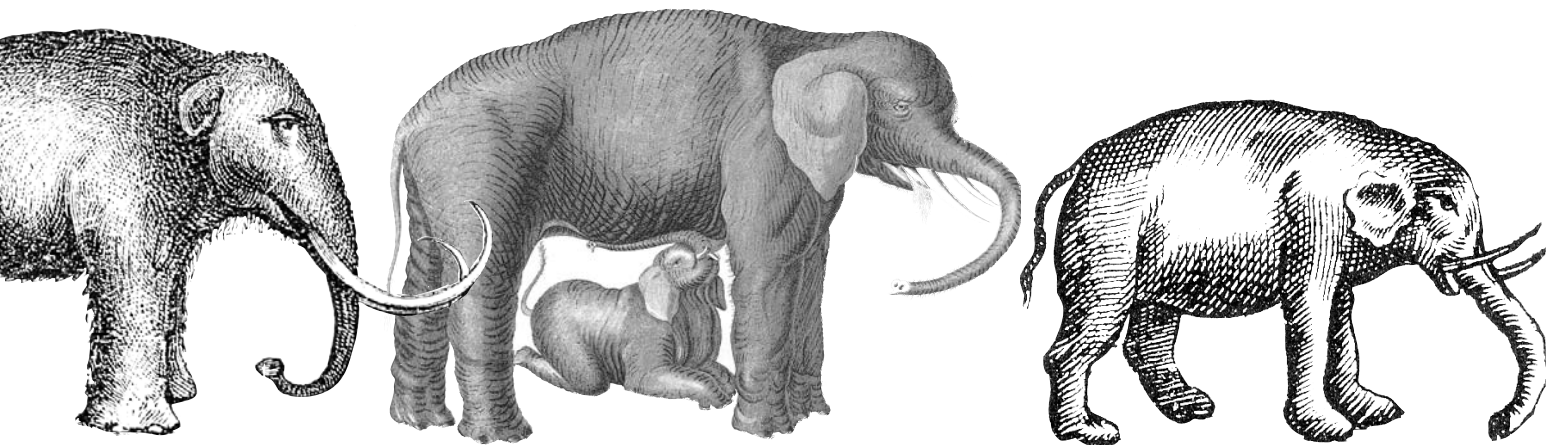
De estos elementos, la variación hereditaria, las diferencias individuales entre un organismo y otro, es primordial para que las poblaciones naturales evolucionen. En su vida cotidiana cada especie necesita un espacio y recursos —alimentos, nutrimentos, agua— para vivir, y al mismo tiempo cada organismo interacciona con los diferentes factores ambientales —clima, condiciones del terreno, depredadores, enfermedades, desastres naturales, entre otros. Si la descendencia de cada especie lograra vivir hasta la edad reproductiva y dejara descendencia, en pocos años poblarían la superficie de la Tierra; sin embargo, vemos

que eso no ocurre, pocos individuos de las diferentes especies son los que logran vivir y reproducirse, y lo hacen porque tienen variaciones hereditarias, ventajas adaptativas que les permiten vivir y reproducirse, heredando a su descendencia tales características adaptativas. A este proceso de conservación de características adaptativas y la eliminación de las desfavorables, Darwin lo llamó selección natural o reproducción diferencial, proceso que ha ocurrido a lo largo de la historia de la vida y ha sido la causa de la transformación gradual de las poblaciones naturales, y que en periodos más largos vemos como transformación de las especies.

Dicho proceso de reproducción diferencial, en el que los individuos con características ventajosas logran dejar descendencia y aumentar su número en la población, es el punto de partida para explicar el origen de nuevas especies por medio de la acumulación lenta de variaciones favorables; es así como dos poblaciones aisladas reproductivamente siguen procesos evolutivos dis-

tintos y en millones de años serán dos especies diferentes. La explicación de variación y selección natural también explica la adaptación de los organismos, los “diseños adaptativos”: alas para el vuelo en las aves, aletas en los peces, cuerpos lisos en las serpientes, picos alargados con los que extraen el néctar los colibríes, etcétera. Cada diseño natural es resultado de ese dinámico proceso evolutivo.

Hoy sabemos que estas variaciones hereditarias se generan por mutaciones al azar, cambios en el ADN, que ocurren sin tener ninguna relación adaptativa con el ambiente, es decir, pueden ser útiles, neutras o perjudiciales, dependiendo de las condiciones ambientales. Como ejemplos de variación tenemos las características morfológicas de los organismos —los pinzones o los sinsontes de las Galápagos tienen diferentes tipos de picos que les permiten alimentarse de varios tipos de semillas—, las diferencias en velocidad para escapar de un depredador o en capacidad para soportar largos periodos de sequías en algunas especies ve-







getales. Esas diferencias individuales en las poblaciones naturales son fundamentales.

Después de la publicación de *El Origen*, la historia de la biología cambió radicalmente, las ideas de Darwin se convirtieron en uno de los paradigmas de las investigaciones; la teoría de la evolución, prácticamente en términos darwinistas, se convirtió en la idea articuladora de las diversas disciplinas biológicas. En 1973, Theodosius Dobzhansky sintetizaba todo ese movimiento en una de las frases más famosas: “nada en biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución”. Pero, como señalamos al inicio, la idea de evolución también es una idea dinámica, que sigue siendo enriquecida por todas y cada una de las investigaciones realizadas en distintos campos de la biología.

#### La evolución en el siglo XXI

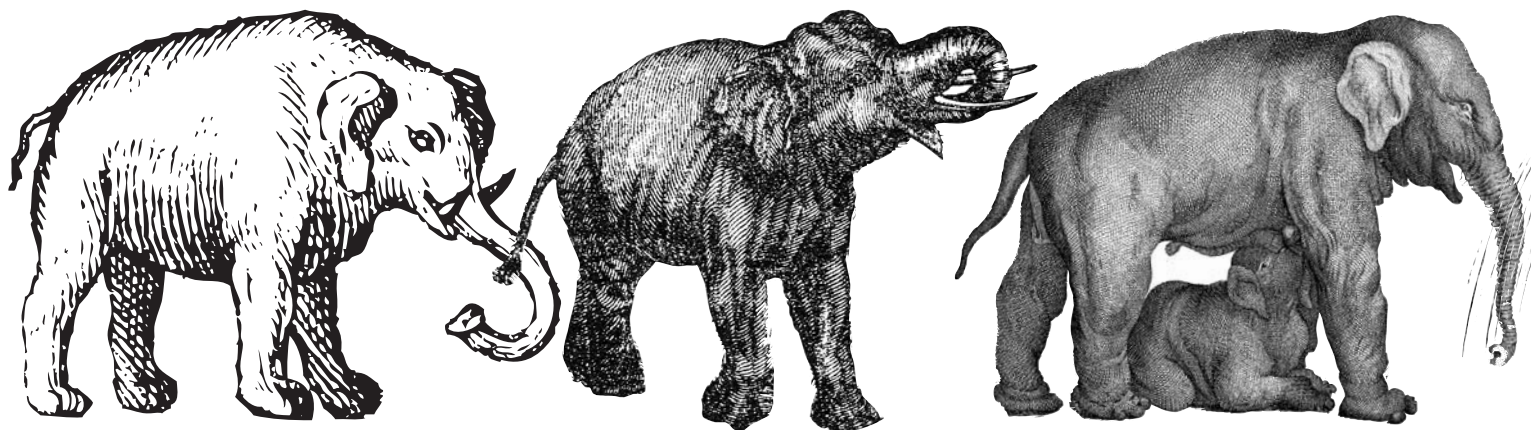
A lo largo de la historia del pensamiento evolutivo se han debatido, aclarado y precisado muchos de los conceptos

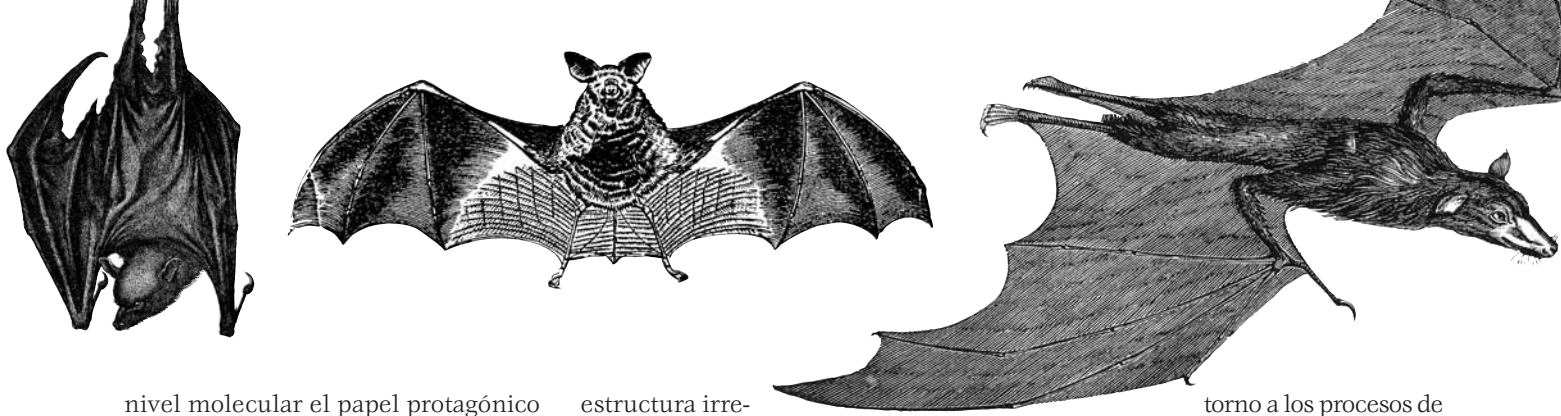
darwinistas y se ha investigado la operabilidad y eficacia del paradigma fundamental en los más diversos campos de la biología. Sin embargo, la naturaleza de la ciencia no es dogmática, y ello significa que las investigaciones siempre rebasan las fronteras del conocimiento. En las últimas décadas se han desarrollado avances impresionantes en los terrenos de la biología molecular, paleobiología, genómica y en investigaciones relacionadas con el desarrollo embrionario; toda una gama de nuevos conocimientos que, sin duda, enriquecerán y modificarán la visión darwinista, sintetizada en la idea pictográfica del árbol de la vida que se ramifica suavemente (gradualidad) a partir de un tronco común mediante el proceso de variación y selección natural.

La idea original de diversificación a partir de un ancestro común formulada por Darwin ha sido fortalecida a lo largo de más de 150 años de investigación biológica; la máxima expresión de la sencillez de esta idea es la propuesta de la biología moderna que ha sugerido como ancestro primordial

a LUCA (por sus siglas del inglés *Last Universal Common Ancestor*), que denominamos como el ancestro común universal a partir del cual, mediante la variación y la selección natural, la vida se ha diversificado a veces gradualmente pero en otras ocasiones a pasos agigantados.

Esa imagen de la evolución y algunas implicaciones que se derivan de ella como la gradualidad y el papel central de la selección natural han sido duramente cuestionadas desde el siglo XX. El árbol de la vida que se ramifica gradualmente fue discutido por Niles Eldredge y Stephen Jay Gould desde la década de 1970, quienes sugirieron cambiar la suavidad de los trazos por una imagen de rasgos asimétricos que reflejan distintas velocidades evolutivas, una propuesta que ha sido conocida como la teoría del equilibrio puntuado; sin embargo, más que ser contraria al darwinismo se considera hoy una teoría complementaria del proceso evolutivo. Algo similar ocurrió con las propuestas de Motoo Kimura, cuya teoría neutral de la evolución desplazó del





nivel molecular el papel protagonista de la selección natural, colocando en su lugar la mutación y la deriva génica como actores centrales de la evolución molecular.

La imagen de la historia de la vida fue remodelada también por las aportaciones de Lynn Margulis, mostrando un cuadro donde en algunos puntos de la historia ocurren relaciones que corrompen los linajes (ramas) de la historia de la vida, alterando la imagen de la gradualidad y dando soporte a otro tipo de procesos evolutivos, como la simbiogénesis, en donde la simbiosis o la adquisición de genomas completos han remodelado la historia de la vida.

En los últimos años, el cuestionamiento del “árbol de la vida” ha sido mayor y el papel de otro tipo de interacciones en la historia evolutiva se ha hecho evidente, pasando así a la propuesta de la “red de la vida”. Se trata de una idea sugerida por W. F. Doolittle y apoyada por autores como John Dupré, quien ha señalado que “sí hay un árbol de la vida, éste es una pequeña

estructura irregular que se ha desarrollado en la red de la vida”, que contraría la idea de un árbol que se ramifica, aceptada como un elemento de validez evolutiva y que sostiene la idea del ancestro común a partir del cual se ha diversificado la vida. La aceptación de “la red de la vida”, en donde la historia de la vida es una red de relaciones evolutivas, se explica por un fenómeno que cada vez ha cobrado mayor importancia: la transferencia horizontal de genes, un fenómeno común en el universo bacteriano y viral, además de ser más común de lo que se suponía podría ser en los niveles de la vida pluricelular, y que no contradice la idea de existencia de patrones de ramificación.

El conocimiento de los genes y los fenómenos genéticos abrió otros campos de discusión sobre el fenómeno evolutivo. Uno de ellos es la relación entre el desarrollo y la evolución, propuesta conocida como biología evolutiva del desarrollo, campo que busca explicar la evolución de los organismos a partir de lo que algunos autores consideran como el rescate de los procesos del desarrollo embrionario para explicar y determinar las relaciones filogenéticas entre los organismos. Otro espacio de discusión que será significativo en los próximos años gira en

torno a los procesos de regulación genética y el papel del ambiente en los fenómenos evolutivos. Eva Jablonka y Marion Lamb han sugerido adoptar una actitud pluralista en las explicaciones de la evolución y la herencia, ya que consideran importante resaltar aquellos factores no genéticos y redimensionar el papel del ambiente en el proceso evolutivo.

La biología del siglo XXI se ha convertido en una ciencia madura, con una multiplicidad de métodos, instrumentos y teorías de investigación que le permiten profundizar sobre el fenómeno evolutivo, incluso con una capacidad predictiva para explorar sobre bases firmes cómo ha sido la historia de la vida en el planeta. Un caso muy significativo en cuanto a los alcances de la biología evolutiva es el descubrimiento de un organismo conocido como *Tiktaalik*, un fósil del periodo Devoniano tardío que vivió aproximadamente hace 375 millones de años, encontrado en 2004 en la Isla de Ellesmere, Canadá. El hallazgo se logró gracias a que, a partir de información geológica, biológica, ecológica, etcétera, se determinó cuál sería el sitio más adecuado para localizar fósiles de la transición de la vida acuática a la vida terrestre en la historia evolutiva de los vertebrados. Además se estableció que tales organismos deberían tener, como los peces, escamas y branquias, y las características de tetrápodos, que les facilitaron conquistar la tierra —pulmones, articulación en las costillas y cuello móvil. El descubrimiento efectuado tras la elaboración de hipótesis







tanto del fósil como del sitio representa la gran capacidad predictiva del evolucionismo.

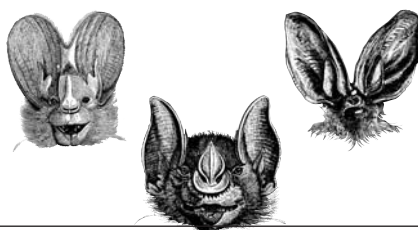
### Reflexión final

La explicación de Lamarck en 1809 inició las discusiones sobre la transformación de las especies. Ese mismo año de la publicación de la *Filosofía zoológica* nació el naturalista que transformaría la visión sobre la dinámica del mundo natural. En 1859, Darwin estableció que todas las especies del planeta, la gran diversidad de vida que vemos sobre la superficie de la Tierra,

son resultado del proceso de variación hereditaria y selección natural, y que todas ellas, con sus diferentes maravillas adaptativas, descienden del mismo ancestro común.

En ambas explicaciones, aunque radicalmente diferentes, se establecía que el ser humano no es un ser creado por alguna instancia superior, sino simplemente, al igual que todas las especies, es parte y producto de la misma naturaleza.

En los próximos años probablemente se reescribirá la historia de la



vida pero desde una pluralidad explicativa, basada en la conjunción de diversos fenómenos y procesos evolutivos que van desde la simbiogénesis, la transferencia horizontal de genes, la deriva génica, las hibridaciones, la plasticidad fenotípica, la epigénesis, los fenómenos del desarrollo embrionario y, desde luego, la variación y la selección natural o reproducción diferencial. Será una conjunción de explicaciones que ampliará nuestra visión de la gran diversidad de los fenómenos de la vida, entre ellos, como ya lo sugería Lamarck hace 200 años, el más significativo seguirá siendo la transformación de las especies. 🐘

Rosaura Ruiz Gutiérrez  
y Ricardo Noguera Solano

Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional Autónoma de México.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carroll, Sean. 2005. *Endless forms most beautiful: The New Science of Evo Devo and the making of the Animal Kingdom*. W. Norton & Company, Nueva York.

Daeschler, E., N. Shubin y F. Jenkins. 2006. "A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan", en *Nature*, vol. 440, pp. 757-763.

Darwin, Charles. 1859. *On the Origin the Species*. John Murray, Londres (se puede consultar también <<http://darwin-online.org.uk/>>).

Dobzhansky, Theodosius. 1973. "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution", en *The American Biology Teacher*, Washington, DC.

Doolittle, W. F. 2000. "Uprooting the Tree of Life", en *Scientific American*, núm. 282, p. 90.

Dupré, J., 2009. "Charles Darwin's tree of life is 'wrong and misleading', claim scientists", en *Telegraph*, núm. 22.

Eldredge, Niles y Stephen Jay Gould. 1972. "Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism", en *Models in Paleobiology*, Thomas J. M. Schopf (ed.), Freeman, Cooper, San Francisco, pp. 82-115.

Gouy, M. y Chaussidon, M. 2008. "Evolutionary biology: Ancient bacteria liked it hot", en *Nature*, vol. 451, pp. 635-636.

Jablonska, E. y M. Lamb. 2005. *Evolution in four dimensions*. The MIT Press.

Kimura, M. 1983. *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge University Press. Cambridge, Mass.

Lamarck, J. B. 1809. *Philosophie Zoologique*. Dentu, París (se puede consultar también <[www.lamarck.cnrs.fr/](http://www.lamarck.cnrs.fr/)>).

\_\_\_\_\_. 1820. *Système analytique des connaissances positives de l'homme*. Chez l'Auteur et Belin, París.

Margulis, L. 1970. *Origin of Eukaryotic Cells*. Yale University Press.

#### IMÁGENES

Pp. 22-23: Waterhouse Hawkins, esqueleto humano y animal, s. XIX. P. 24: grabados s. XIX, s. XVIII y s. XVII. P. 25: Aldrovandi, *Ornitología*, 1599; viñeta s. XVIII y s. XIX; Arfe y Villafañe, 1736; Plinio, *Historia natural* versión de Francisco Hernández, s. XVII. P. 26: Aldrovandi, *Ornitología*, 1599; Pio, *Tratado de zoología*, 1880; grabado s. XIX; grabado, 1604; Plinio, *Historia natural*, versión de Francisco Hernández, s. XVII; viñeta s. XX. P. 27: Aldrovandi, *Ornitología*, 1599; grabados s. XIX; litografía, 1837; viñeta s. XVIII. P. 28: viñeta s. XIX; grabados s. XIX y s. XVIII. P. 29: *Enciclopedia Diderot* s. XVIII; grabados s. XIX y s. XVIII.

#### TWO CENTURIES EXPLAINING EVOLUTION

**Palabras clave:** evolución, Lamarck, Darwin, procesos evolutivos.

**Key words:** evolution, Lamarck, Darwin, evolutionary processes.

**Resumen:** El texto argumenta el por qué la evolución es un proceso dinámico que se construye a partir de la conjunción de diversos fenómenos y procesos evolutivos.

**Abstract:** This articles argues that evolution is a dynamic process that is formed by the convergence of diverse phenomena and evolutionary processes.

Rosaura Ruiz Gutiérrez es bióloga y doctora en ciencias biológicas por la UNAM. Actualmente es Presidenta de la Academia Mexicana de la Ciencia y de manera simultánea, Secretaria de Desarrollo Institucional de la UNAM.

Ricardo Noguera Solano es doctor en ciencias biológicas, actualmente es profesor de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Recibido el 09 de noviembre de 2009, aceptado el 30 de noviembre de 2009.