

## EVOLUCIÓN Y CAOS

Manuel Mendoza

La selección natural, propuesta por Darwin como motor y guía de la evolución de las especies, ha sido a menudo utilizada para justificar la guerra, la dominación, la explotación, etc. Stephen J. Gould, en su libro *Bully for Brontosaurus* [W.W. Norton, Nueva York (1991)] da varias razones por las que ese tipo de justificaciones no son válidas, siendo su argumento principal el que no se pueden extraer lecciones morales del funcionamiento del mundo natural. Robertson, en su artículo titulado: *Is Darwinian Evolution a Mathematically Stable Process?* [*Evolutionary Theory* 10:5, 261-272, 1994] da un argumento quizá más contundente, y es que quienes hacen ese tipo de justificaciones demuestran una total ignorancia de la naturaleza caótica de la evolución de las especies, y especialmente de su tendencia a llevarlas a veces hacia la extinción.

Las variables que afectan a la supervivencia de los individuos de una especie, como el peso, la frecuencia reproductiva, etc. alcanzan un máximo de eficacia para determinado valor, y por tanto se pueden representar como funciones matemáticas (funciones de eficacia). Según las teorías gradualistas, las especies se dirigen hacia dicho máximo de forma inexorable a lo largo de millones de años, guiadas por la selección natural de aquellos individuos cuyos valores más se acercan al máximo de cada una de sus funciones de eficacia. Con el paso de los millones de años, y por tanto a una escala geológica, estos cambios dan lugar a nuevas especies. Sin embargo, dadas las tasas de cambio conseguidas con la selección artificial, la evolución necesitaría muchísimo menos tiempo para generar nuevas especies. Gould, autor de la teoría del equilibrio intermitente junto con Eldredge, sugiere que un lapso de tiempo típico para la creación de una nueva especie podría ser de 5.000 a 10.000 años, valores ínfimos a una escala de tiempo geológica [Gould, *Natural History*, Opus200, (1991)].

Según esto, las especies mantendrían siempre sus poblaciones en las inmediaciones del máximo de eficacia para todas las variables implicadas en el éxito de la especie, y los cambios que darían lugar a nuevas especies no serían el producto de la selección de aquellos individuos que más se aproximan a dicho máximo, sino de los cambios en el tiempo de las funciones de eficacia. Si esto es así, la selección natural sería sólo el motor y no la guía de la evolución. Estas funciones de eficacia varían con el tiempo, movidas por dos clases de fuerzas: procesos físicos, como cambios climáticos, del nivel del mar, etc. y procesos bióticos, producidos por la interacción entre los organismos. La inestabilidad caótica que es inherente a la estructura matemática interna del proceso de evolución Darwiniana es producto del efecto de estas interacciones sobre las funciones de eficacia, y es que, si cambios en las funciones de eficacia provocan cambios en la distribución de los fenotipos, los cambios en la distribución de los fenotipos pueden provocar, a su vez, cambios en las funciones de eficacia. Esto es consecuencia directa del efecto que tienen los organismos sobre su propio ambiente. Darwin, ya se dió cuenta de la importancia del componente biológico en la selección natural, pero él desconocía

las consecuencias de inestabilidad matemática caótica de este hecho, y concretamente de la capacidad de los ciclos de retroalimentación (*feedback loops*) de crear hiperestabilidad o inestabilidad caótica según sean positivos o negativos.

Un ejemplo de la influencia de los fenotipos sobre la función de eficacia, que parece común en la naturaleza, es el de especies cuyos individuos parecen ser más eficaces cuando presentan valores, para una determinada variable, ligeramente superiores al valor medio de la población, como puede ser el tamaño de las astas en algunas especies de cérvidos, o el propio tamaño corporal en distintos grupos animales y vegetales. Por ejemplo, para el tamaño corporal, si partimos de una población original es de esperar que todos los individuos tengan un tamaño cercano al óptimo de la especie, que viene dado por el máximo de la función de eficacia para esa variable. El hecho de que el ser ligeramente mayor que la media confiera mayor eficacia, por ejemplo a la hora de competir por una hembra o por el alimento, hará aparecer en la función de eficacia un segundo pico ligeramente desplazado hacia la derecha. Este segundo pico provocará que en unas cuantas generaciones la población presente una media ligeramente mayor, lo cual a su vez, desplazará nuevamente al segundo pico hacia la derecha, y así hasta llevar a la especie a los límites físicos posibles, indudablemente lejos del máximo de eficacia en el que se encontraba, y por tanto peligrosamente susceptible a la extinción. También se puede dar el caso de que se le abran las puertas a un nuevo nicho ecológico, lo que equivaldría a alcanzar un nuevo máximo teórico de la función de eficacia, distinto al anterior.

Una concepción de los procesos evolutivos dominados por la inestabilidad producida por los efectos caóticos de los procesos de retroalimentación descontrolados (*runaway feedback loops*) abre una nueva línea de explicación a muchos fenómenos observados tanto en el registro fósil como en los ecosistemas actuales. Robertson [*J. Theor. Biol.* 152:469 (1991) y *Evolutionary Theory* 10:261 (1993)] describe varios ejemplos de ello, como el aumento de tamaño a lo largo de la evolución filética (la regla de Cope), la neotenia, el equilibrio intermitente, la ortogénesis, las extinciones periódicas, y otros ejemplos que ilustran la utilidad de estos conceptos para explicar de forma más sencilla fenómenos, que aunque a menudo se pueden explicar con las teorías evolutivas convencionales, necesitan generalmente de argumentos *ad hoc*.

Según Ervin Laszlo, fundador del *General Evolution Research Group*, la evolución de las sociedades humanas, como la evolución de otros sistemas complejos lejos del equilibrio termodinámico, se rige por las mismas leyes que rigen la evolución de los sistemas naturales [*Evolución, La gran síntesis*, Edt. Espasa Calpe, Madrid (1987) y *La gran bifurcación*, Edt. Gedisa, Barcelona (1990)], por lo que, tal y como se lamenta el propio Robertson al final de su artículo *Is Darwinian Evolution a Mathematically Stable Process?*, la competencia entre las sociedades humanas está sujeta al mismo tipo de procesos de retroalimentación descontrolada e inestabilidad caótica que a veces lleva a las especies a la extinción.

Manuel Mendoza es Doctorando en Paleontología.