

¿Existe la EVOLUCIÓN rápida?

Susana Adriana
Montaño Arias
y Sara Lucía
Camargo Ricalde

El término “evolución” surge del intento por explicar el porqué de los cambios en los organismos.^{3,4} Nosotras nos basamos en una definición relativamente actual e integrativa propuesta por Portilla y Zavala,⁹ quienes la definen como “modificaciones que el genoma experimenta de una generación a la siguiente como consecuencia de procesos como selección natural, mutaciones y deriva génica”. Sin embargo, esta definición no señala si la evolución es un proceso continuo o discontinuo de transformación de las especies a través de cambios producidos en generaciones sucesivas, ni si estos cambios son o no graduales, o resultado de modificaciones de las frecuencias alélicas de las poblaciones.

Una herramienta que ayuda a explicar la “evolución biológica” es el registro fósil. Con base en éste, se ha observado que la evolución es un proceso que, estructuralmente, puede ir de lo sencillo a lo complejo y que ocurre en períodos prolongados de tiempo (por ejemplo, millones o miles de millones de años); sin embargo, este registro es incompleto y fragmentario, por lo que se puede considerar que existen huecos; entonces, si este registro aún no está completo, ¿cómo saber si la evolución es un proceso “lento” o “rápido”? El objetivo de este ensayo es presentar evidencias acerca de la existencia de la evolución rápida a partir de dos ejemplos, uno del género *Lupinus* (Leguminosae) y otro de los peces cíclidos (Cichlidae).

¿QUÉ ES LA EVOLUCIÓN RÁPIDA?

Richard Goldschmidt postula que no todos los organismos existentes pueden ser explicados sobre el fundamento de las mutaciones pequeñas y gradualmente acumulativas,⁵ definiendo lo que se conoce como “evolución rápida”. Según Goldschmidt, la “evolución rápida” se define como “las mutaciones puntuales que provocan grandes efectos fenotípicos y que conducen de inmediato al surgimiento de nuevos taxones”.² Sin embargo, en su momento, esta propuesta fue rechazada por la comunidad científica (por ejemplo, Dobzhansky).

No obstante, el registro fósil, aun siendo incompleto y fragmentario, es “inmanejablemente rico”,¹¹ lo que ha permitido que algunos científicos estén reconsiderando y retomando las ideas de Goldschmidt.⁵ Por ejemplo, Stefen Jay Gould explica que “las series de transiciones estructurales principales en los organismos pueden ocurrir rápidamente, sin una serie uniforme de etapas intermedias”;⁶ no obstante, este autor no aclara el término “rápidamente”.

Un ejemplo de “evolución rápida” se encuentra en el trabajo de Hughes y Eastwood sobre la diversificación del género *Lupinus*, en los Andes.⁷ *Lupinus* está ampliamente distribuido en América, siendo el norte de los Andes (Venezuela, Bolivia, Perú y Argentina), la zona de mayor diversificación de este taxa. Los marcos de referencia para llevar a cabo este trabajo fueron: 1) el conocimiento taxonómico y de la distribución de las especies americanas del género (ca. 185), 2) el contar con un registro fósil confiable [un fósil con una antigüedad de 16.01 millones de años –Ma– (hace 21.16 Ma ocurrió la primera gran radiación de especies de este género) y otro con una antigüedad de 1.47 Ma (hace 1.93 Ma se dio la radiación de especies de *Lupinus* en la región norte de los Andes)], 3) el conocimiento de la geología histórica de los Andes (la elevación de esta cadena montañosa ocurrió hace ca. 3-5 Ma, generando “islas”: fragmentos rodeados de hábitats marcadamente diferentes),¹² y 4) la determinación de ciertas secciones del ADN ribosomal (gen ITS) de la mayoría de las especies estudiadas. De esta forma, se llegó a la conclusión de que el proceso de radiación del género *Lupinus* (ca.

85 especies) en la región norte de los Andes, se llevó a cabo hace 1.93-1.47 Ma, lapso consistente con la fecha de elevación de los Andes e implicando una tasa de diversificación de 2.49-3.72 especies por Ma, impulsada por la falta de competidores (proceso conocido como “oportunidad ecológica”).

Las “oportunidades ecológicas” no sólo han favorecido la “evolución rápida” en plantas, sino también en animales (por ejemplo, peces), como es el caso de los cíclidos.

Los cíclidos (o mojarras) son peces de agua dulce que se distribuyen en América, África y Asia; aunque su mayor diversificación se ha dado en los lagos africanos de Tangaña (Burundi, República Democrática del Congo, Tanzania y Zambia), Malawi (Mozambique, Malawi y Tanzania), Alberto (Uganda y República Democrática del Congo) y Victoria (Uganda, Tanzania y Kenia), siendo este último el que presenta el mayor número de especies (300-500 especies).¹ Estos peces descienden de un ancestro común que existió hace ca. 12,400 años.⁸ Seehausen y colaboradores se basan en un reporte geológico cuyos resultados sugieren que el lago Victoria se secó por completo durante la última glaciación (hace 15,000-17,000 años).¹¹ El que se haya dado una radiación tan espectacular y en tan corto tiempo (“evolución rápida”) de especies de cíclidos en el lago Victoria se debe, principalmente, a la gran cantidad de “oportunidades ecológicas” que éste presentaba al volver a llenarse de agua, ya que se trataba (y se trata) de un lago muy heterogéneo (por ejemplo, turbidez-transparencia del agua-, transmisión de luz, temperatura, gran inestabilidad lacustre). El lago Victoria tiene una superficie total de 70,000 km² y una orilla de 3,300 km; su profundidad varía desde 0 hasta 69 m;¹¹ además, contaba (y cuenta) con una serie de islotes que producían (y producen) condiciones físicas particulares a su alrededor¹ y, en su momento, la ausencia de competidores.¹⁰ Desafortunadamente, los procesos de eutrofización a los que está sujeto el lago actualmente están modificando los factores físicos del agua (por ejemplo, la transparencia del agua),¹⁰ los cuales, a su vez, están modificando los patrones conductuales de los cíclidos (por ejemplo, la reducción de la capacidad de los cíclidos hembras para distinguir los colores en los machos),¹ lo que conlleva a una reducción de la

diversidad en estos peces y, en un caso extremo, podría provocar su extinción.^{1,10}

Es importante señalar, entonces, que la gran diversificación de los lupinus del norte de los Andes y de los cíclidos del lago Victoria se da en términos de adaptación.

CONCLUSIONES

Hemos procurado mostrar dos ejemplos que señalan que la “evolución rápida” es un proceso que sucede en la naturaleza y está basado en las “oportunidades ecológicas” que brinda el ambiente a diversos organismos.

Los factores que han permitido demostrar procesos de “evolución rápida” en la naturaleza son: 1) contar con restos fósiles confiables, 2) definición taxonómica correcta, 3) datos precisos de geología histórica y 4) estudios de biología molecular.

La base biológica para definir una “evolución rápida” radica en que el genoma debe haberse modificado en un período muy corto de tiempo (miles de años o menos de cuatro millones de años).

La existencia o no de la “evolución rápida” es un tema muy controvertido que está fuera de los alcances de este trabajo; no obstante, sí podemos confirmar que la evolución “lenta” o “rápida” está sustentada en el registro fósil y en la forma de estimar cuantitativamente las frecuencias relativas de la evolución fenotípica gradual y puntuada.

Ahora bien, ¿qué podemos esperar para el futuro?, ¿podemos esperar el reconocimiento de la “evolución rápida” como un proceso natural? Esto dependerá de la generación de técnicas que permitan un análisis más preciso y exacto del registro fósil existente o de que se muestren más ejemplos de este tipo que aporten más evidencias contundentes sobre este tipo de evolución.

Creemos que es muy difícil que el registro fósil llegue a ser tan completo y preciso como para afirmar si la evolución es “lenta” o “rápida”, por lo que consideramos que las dos teorías seguirán siendo vigentes en el futuro.

A G R A D E C I M I E N T O S

Este artículo es resultado del curso “Teoría ecológica y evolutiva” de la Maestría en Biología de la UAM-Iztapalapa; asimismo, S. A. Montaño-Arias agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo (CVU 228993/Becario 211528).



© Enrique Soto. De la serie Máquinas, 2008.

R E F E R E N C I A S

- ¹ Arita HT. Sexo peligroso en el lago Victoria. *Ciencias* 50 (1998) 20-22.
- ² Cachón V y Barahona A. La transición de la teoría del equilibrio puntuado hacia una teoría de rango medio. *Asclepio* 2(2002) 83-107.
- ³ Darwin C. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, 1 ed., John Murray, London (1859).
- ⁴ Dobzhanski T, Ayala F, Stebbins G y Valentine J. *Evolución*, Ed. Omega (1980).
- ⁵ Goldschmidt R. *The material basis for evolution*, Yale University Press , New Haven, CT (1940).
- ⁶ Gould SJ. The return of hopeful monsters. *Natural History* 86 (6) (1977) 22-30.
- ⁷ Hughes C y Eastwood R. Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *PNAS*. 103 (27) (2006) 10334-10339.
- ⁸ Johnson TC, Scholz CA, Talbot MR, Kelts K, Ricketts RD, Ngobi G, Beuning K, Sseemanda I y McGill JW. Late Pleistocene desiccation of Lake Victoria and rapid evolution of cichlid fishes. *Science* 273 (1996) 1091-1093.
- ⁹ Portilla E y Závala A. *Oikos. Un diccionario de ecología*. UAM-Iztapalapa, México (1990).
- ¹⁰ Seehausen O, Van Alphen JM, y Whitte F. Cichlid fish diversity threatened by eutrophication that curbs sexual selection. *Science* 277 (1997) 1808-1811.
- ¹¹ Wayne MA. *La revolución de la evolución*. www.apologeticspress.org/espanol/articulos/382 (2005). Consulta: 19 de noviembre de 2007.
- ¹² Wilson E y Bossert W. *A primer of population biology*, Sinauer Associates, Inc Publishers, Stamford, Connecticut (1971).

Susana Adriana Montaño Arias y Sara Lucía Camargo Ricalde, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa, arias_susan@hotmail.com