



El aporte de la ingeniería de ecosistemas y la construcción de nicho a las explicaciones paleontológicas

Susana Gisela Lamas*

Raúl Montero*

Vicente Dressino*

Introducción

A finales del siglo XX y principios del XXI, debido en gran parte al avance tecnológico, se desarrollaron novedosas teorías en la biología. Uno de los descubrimientos que mayor impacto causó fue el Proyecto Genoma cuyos resultados mostraron conclusiones contrarias a las predicciones de la teoría evolutiva dominante, la llamada Teoría Sintética de la Evolución (TSE). Porque este proyecto reveló, entre otras cosas, que la evolución consistió más en la conservación de los genes que en su variabilidad; que el postulado básico de la genética de un gen-una función ya no se podía sostener en base a la evidencia experimental, etc. Por tanto, se reconoció la necesidad de nuevos postulados para poder explicar la inmensa variabilidad biológica y su heredabilidad. De esta manera comienzan a surgir, en biología evolutiva, nuevas propuestas basadas en supuestos novedosos o en teorías previas, aunque reformuladas; desarrollándose, así, disciplinas o teorías tan diversas como la epigenética, evo-devo (por sus siglas en inglés de *evolution and development*), eco-evo-devo (por sus siglas en inglés de *ecology, evolution and development*), la construcción de nicho, etc. que modificaron profundamente las explicaciones evolutivas. De este modo, los principios explicativos de la anterior teoría evolutiva (TSE), fueron transformados hasta tal punto que un grupo de biólogos y filósofos propusieron una nueva teoría para dar cuenta del fenómeno evolutivo a la que denominaron *síntesis evolutiva extendida* (SEE).

Al analizar ambas teorías podemos observar varias diferencias, pero, a los fines de este trabajo, nos interesa focalizar en que la síntesis moderna

* Laboratorio de Investigación en Ontogenia y Adaptación (LINOA). Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
sglamas@fncym.unlp.edu.ar

considera a la selección natural como el principal agente de cambio evolutivo y a los organismos o poblaciones como entes pasivos. En la síntesis extendida, en cambio, el organismo es un protagonista activo de su propia evolución, pudiendo modificar su propio proceso evolutivo o el de otras especies. La teoría de construcción de nicho constituye un ejemplo de este nuevo enfoque.

Además, uno de los aportes más relevantes que ha tenido la SEE, ha sido la propuesta de diversos sistemas de herencia, a saber, el genético, el epigenético, el sociocultural o etológico y el ecológico. Esta perspectiva complejiza mucho más el modo de conceptualizar la evolución y cada uno de estos sistemas de herencia supondrá disciplinas, teorías, metodologías y técnicas diferentes. En este trabajo nos focalizaremos sólo en la importancia que implica la herencia ecológica para las explicaciones paleontológicas. De los sistemas de herencia antes expuestos, éste parecería ser el más cuestionado y cuestionable. Sin embargo, al examinar cuidadosamente sus supuestos, consideramos que puede ser de gran utilidad en ciertas disciplinas biológicas, entre ellas la paleontología; disciplina en la cual prácticamente no se ha hecho mención a la teoría de construcción de nicho. De allí nuestro interés en determinar los posibles aportes que la construcción de nicho puede tener al considerar dimensiones novedosas en los estudios de casos de la paleontología.

La teoría de la construcción de nicho y la ingeniería de ecosistemas

La noción de construcción de nicho se encuentra estrechamente relacionada con los conceptos de *herencia ecológica* y de *ingeniería de ecosistemas*. Definiremos a la *construcción del nicho* como el proceso mediante el cual los organismos, a través de su metabolismo, sus actividades y sus elecciones, modifican sus propios nichos. Una consecuencia de ello es que también pueden afectar los nichos de otras especies (Odling-Smee, Erwin, Palkovacs, Feldman, & Laland, 2013). La construcción de nicho puede resultar en cambios que influyan en una o más presiones del entorno externo y puede ocurrir a través de la perturbación física del medio ambiente o mediante la reubicación a un nuevo entorno. Por lo tanto, puede tener efectos tanto positivos como negativos sobre sí mismo o sobre otros organismos. Es importante aclarar que la construcción de nicho comienza con modificaciones fisiológicas respetando el mantenimiento de la homeostasis (el equilibrio interno) del organismo que modifica. En este sentido,

cabe destacar que no resulta posible construirse un nicho adecuado para el organismo y para su posible descendencia, si ese nicho implicara una modificación o alteración significativa de su fisiología. También es preciso señalar que esta última teoría no descarta el accionar de la selección natural, sino que la considera como un agente secundario en el proceso evolutivo.

Por otro lado, siguiendo a Jones, Lawton y Shachak (1994), entenderemos *ingeniería de ecosistemas* como la creación, destrucción o modificación de hábitats y/o modulación de la disponibilidad de recursos para otras especies por parte de organismos. De este modo cuando hablamos de ingeniería de ecosistemas nos referimos sólo a cambios físicos en los materiales bióticos o abióticos (por ejemplo, la construcción de un hormiguero, de un nido, etc.) que influyen en otras especies. Así, la ingeniería de ecosistemas puede equipararse con el componente de construcción de nicho que altera el medio ambiente repercutiendo sobre otras especies; porque para que exista construcción de nicho debe haber modificación de los aspectos físicos del entorno. Sin embargo, podría pensarse en una modificación realizada al medio que no influyera ni positiva ni negativamente en organismos de otra especie. Un ejemplo de este último caso podría ser el comportamiento de desove de las tortugas marinas (*Chelonioidea*, *Sauropsida*, *Testudines*) que modifican el ambiente para desovar realizando un pozo de cierta profundidad en la playa cerca del mar. La actividad de realización del hueco para la deposición de los huevos podría no repercutir significativamente en organismos de otras especies.

De esta manera, podemos concluir que la diferencia entre construcción de nicho e ingeniería de ecosistemas es de tipo metodológica. Porque la construcción de nicho supone una perspectiva vinculada a la modificación del medio biótico y abiótico y su relación y la influencia que tiene sobre la propia especie. En tanto que la ingeniería de ecosistemas, como su nombre lo indica, tiene una mirada ecológica; preguntándose sobre el efecto que las modificaciones anteriores tienen sobre las otras especies. Podríamos afirmar que, en general refieren al mismo fenómeno, aunque con enfoques distintos.

Finalmente, el tercer concepto es el de *herencia ecológica*. Este tipo de herencia se da, a través de un entorno externo, cuando hay presiones del medio que fueron previamente modificadas por otros organismos (Odling-Smee et al., 2013). Es decir, la herencia ecológica podría pensarse como los legados ambientales realizados por los organismos que pueden

afectar a otros organismos de su misma especie o de otras especies que no se relacionan con quienes estén realizando la modificación pero que comparten el mismo ecosistema. También habrá herencia ecológica cuando exista un acto por parte de organismos que conduzca a un cambio en la composición de especies de la comunidad ecológica local. Es decir, tanto la construcción de nicho como la ingeniería de ecosistemas constituyen procesos de herencia ecológica.

Podemos apreciar cómo estos tres conceptos, a pesar de estar estrechamente interconectados, pueden diferenciarse. Y, llevar a cabo esta distinción semántica, nos permitirá reconocer los distintos elementos presentes en nuestros casos de estudio.

La ingeniería de ecosistemas, la construcción de nicho y la paleontología

En esta sección analizaremos dos estudios de caso provenientes de la paleontología. Pero antes de comenzar resulta necesario aclarar que en esta disciplina es muy difícil determinar si ciertos comportamientos terminaron generando o no mayores presiones en el entorno en los organismos o poblaciones. Lo único que podemos inferir son las modificaciones llevadas a cabo en su entorno y la consideración de los cambios materiales con carácter heredable generados por los organismos; es decir, la ingeniería de ecosistemas. No obstante, estimamos que esta perspectiva supone un aporte para las explicaciones paleontológicas. Podríamos ofrecer diversos procesos actuales de ingeniería de ecosistemas, por ejemplo, los diques hechos por los castores (*Castor canadensis*) en el sur de Argentina que cambiaron drásticamente las condiciones para muchas especies.

Otro ejemplo lo constituyen los nidos de aves en desuso que son reutilizados por otras aves que no construyen sus propios nidos y que son un importante recurso disponible que muchas especies aprovechan. Para citar sólo un caso documentado en la Provincia de Córdoba, Argentina, en una misma área, fueron reutilizados los nidos de horneros, cotorras, pájaros carpinteros, etc. Los nidos del hornero (*Furnarius rufus*), por ejemplo, fueron reutilizados por doce especies diferentes, a saber, el Gorrión (*Passer domesticus*), el picabuey (*Machetornis rixosa*), el coludito copetón (*Leptasthenura platensis*), entre otras (Salvador, 2012).

El último caso que señalaremos de ingeniería de ecosistemas es el de las maras patagónicas (*Dolichotis patagonum*) que hacen cuevas que son re-

utilizadas por diversos vertebrados, entre los que podemos enumerar la lechucita de las vizcacheras (*Athene cunicularia*), la liebre europea (*Lepus europaeus*), el peludo (*Chaetophractus villosus*), el zorrino (*Conepatus chinga*), la martineta (*Eudromia elegans*), el zorro gris (*Lycalopex gymnocercus*) y la yarára ñata (*Bothrops ammodytoides*) (Roldán & Udrizar Sauthier, 2016).

Con la ayuda del actualismo, supuesto teórico fundamental de las explicaciones paleontológicas, podemos inferir que procesos de ingeniería de ecosistemas similares se han dado en ciertos casos del registro fósil cuyos indicios quedaron representados en las paleo cuevas. Para ello, nos basaremos en datos secundarios provenientes de dos paleo cuevas de la región pampeana en Argentina que datan del Pleistoceno (periodo que abarca desde 2,5 millones de años a 10.000 años antes del presente).

El primer caso hace referencia a la paleo cueva descrita por Cenizo, Soibelzon, & Magnussen Saffer (2015). Este ensamble fósil consta de una estructura –cueva– excavada en el sustrato por un armadillo de gran tamaño *Ringeltaenia simpsoni*. Esta obra ambiental fue reutilizada a posteriori por otros mamíferos de pequeño y mediano tamaño como, por ejemplo, los marsupiales *Thylophorops chapadmalensis* o el prociónido *Cyonasua lutaria* para resguardarse, alimentarse, defecar o depredar. Esto último puede inferirse a partir de la presencia de coprolitos (fecas fosilizadas) y restos óseos con marcas de la acción abrasiva de los jugos gástricos, producto de los procesos digestivos típicos de carnívoros. Los restos fósiles de pequeños vertebrados además de otros mamíferos de igual o menor tamaño como roedores caviomorfos, encontrados dan evidencia de la actividad metabólica de estos animales dentro de la cueva. Estos datos nos permiten plantear que las cuevas previamente excavadas fueron reocupadas cierto tiempo después por otro grupo específico diferente a la especie que originariamente la construyó. Por lo tanto, esto es un caso paleontológico de herencia ecológica enmarcado en una construcción de nicho conjunta entre varias especies.

El segundo ejemplo corresponde a una paleo cueva hallada en Mar del Plata (Soibelzon, Pomi, Tonni, Rodríguez, & Dondas, 2009). Esta cueva probablemente fue realizada por la acción excavadora de un perezoso terrestre asignada al género *Scelidotherium* o a otro género conocido como *Glossotherium*. La forma de la cueva y su tamaño dan señales de que fueron realizadas por este animal si la comparamos con otros registros de la misma índole (Vizcaíno, Zárate, Bargo & Dondas, 2001). En el interior de la cueva fueron hallados restos de tres individuos de oso extinto de la especie

Arctotherium angustidens. Dos de ellos juveniles y un adulto, sin ninguna marca de depredación y parte de los huesos; esto hace suponer que quedaron en la misma posición que en el momento de su fallecimiento. Esto nos permite plantear la hipótesis de que los animales murieron dentro de la cueva debido a algún suceso de corrimientos de tierras que tapó su entrada; ya que en el momento de su hallazgo la paleo cueva se encontraba intacta. Con ello concluimos la acción por parte de los úrsidos de ocupar las cuevas construidas por otros coetáneos, como los perezosos terrestres, ambos taxones representantes de la megafauna extinta pampeana.

Conclusión

Para analizar el proceso de herencia ecológica se propusieron las nociones de *construcción del nicho* y de *ingeniería de ecosistemas*, concluyendo que esta última es más satisfactoria para las investigaciones paleontológicas. Cabe destacar que en la bibliografía especializada se utiliza la noción de *tafoconosis* –conjunto de restos y señales de organismos que están enterrados en un área delimitada– y de *ensamble ecológico* –como un conjunto de especies que comparten un lugar. Pero es casi nula la perspectiva teórica de herencia ecológica que supone la ingeniería de ecosistemas.

Otra consideración, estrechamente relacionada con la anterior, es la revalorización de la información de las paleo cuevas. Así, restos fósiles a los que se les otorgó una importancia secundaria en la bibliografía consultada, pueden ser reinterpretados al reconocer que ofrecen información acerca del uso y la reutilización de las obras ambientales, mostrando una interrelación previamente no considerada entre especies. Esto se puede inferir claramente en el caso de la segunda paleo cueva analizada.

Finalmente, concluimos que la ingeniería de ecosistemas y la construcción de nicho suponen dos enfoques metodológicos diferentes al fenómeno de modificación del entorno. Por tanto, consideramos que el análisis de la ingeniería de ecosistemas representa un aporte tanto teórico como metodológico para las explicaciones paleontológicas.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Dr. Esteban Soibelzon por sus aportes y comentarios que fueron de gran utilidad para este trabajo. Esta investigación fue llevada a cabo gracias al Subsidio Automático del Proyecto de Incentivos a la Investigación 11/N907 de la Universidad Nacional de La Plata.

Referencias

- Cenizo, M., Soibelzon, E., & M. Magnussen Saffer. (2015). Mammalian predator-prey relationships and of burrows in the Pliocene of the Pampean Region (Argentina): new ichnological and taphonomic evidence. *Historical Biology*, 28, 1026-1040.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69, 373-386.
- Odling-Smee, F.J., Erwin, D.H., Palkovacs, E.P., Feldman, M.W., & Laland K.N. (2013). Niche construction theory: A practical guide for ecologists.. *The Quarterly Review of Biology*, 88, 3-28.
- Roldán, V.A., & Udrizar Sauthier, D. (2016). Madrigueras de *Dolichotis patagonum* como recurso para otros vertebrados en Península Valdés. *Mastozoología Neotropical*, 23, 515-520.
- Salvador, S. (2012). Reutilización de nidos por aves en el área central de Córdoba, Argentina. *Nótulas Faunísticas*, 91, 1-9.
- Soibelzon, L. H., Pomi, L. H., Tonni, E. P., Rodríguez, S., & Dondas, A. (2009). First report of a South American short-faced bears' den (*Arctotherium angustidens*): Palaeobiological and palaeoecological implications. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 33(3), 211-222.
- Vizcaíno, S., M. Zárate, S. Bargo, & Donda, A. (2001). Pleistocene burrows in the Mar del Plata area (Argentina) and their probable builders. *Acta Paleontologica Polonica*, 46, 289-301.