



## De piedritas fotosintéticas y arañas buceadoras

### La teoría de la construcción del nicho y la herencia ecológica

Julia Moreno Mijares

Las críticas a la teoría sintética de la evolución y al llamado paradigma adaptacionista han ido ganando fuerza. El concepto de construcción del nicho fue introducido por Richard Lewontin en una serie de seminarios y pláticas en la Universidad de Harvard durante la década de los ochenta. No obstante, no fue hasta 2005 cuando el libro *Niche Construction, the neglected process in evolution* (La construcción del nicho: el proceso descuidado en la evolución) sistematizaría en una sola estructura teórica coherente y dinámica, las abundantes observaciones alrededor de un proceso muchas veces subestimado pero que ahora reconocemos y que viene a cambiar la forma en que comprendemos el proceso evolutivo y a plantear nuevas preguntas y nuevas soluciones.

## ¿Qué se entiende por construcción del nicho?

Sabemos que es imposible que un organismo viva aislado de otros, todos los seres vivos dependemos y afectamos a otros de una u otra manera. Como se describe en el artículo [“El nicho ecológico: útil concepto aún en debate”](#) de Natalia Martínez que podrás encontrar también en Cienciorama, este concepto tradicionalmente hace referencia al hipervolumen; es decir, al conjunto de variables que permiten a una especie vivir en un espacio y tiempo determinados y que incluye un montón de relaciones con factores tanto bióticos como abióticos que definen a una población. La teoría de la construcción del nicho está relacionada con el concepto de nicho pero como lo que hace es dar cuenta de estas relaciones a lo largo del tiempo, va más allá de las relaciones puramente metabólicas y adquiere una perspectiva evolutiva. El concepto de construcción de nicho es entonces un proceso o un conjunto de procesos mediante los cuales el organismo modifica su ambiente selectivo y el de otros organismos.

En una población de individuos de la misma especie encontramos una variedad de genotipos; en ciertas condiciones algunos resultarán ventajosos para el organismo que los posee y en la generación siguiente los genotipos cuyas características son más favorables, se reproducirán más que aquellos con características menos favorables. Así en cada generación aumenta la frecuencia alélica; es decir la frecuencia con la que se expresan genes ligados a una característica que resulta favorable para un organismo en determinado ambiente. El ambiente selectivo es el conjunto de fuerzas externas que favorecen la selección de determinadas características en una población.

La construcción de nicho resulta entonces complementaria al proceso de selección natural, pues da un papel activo a la población de organismos. La construcción del nicho también produce cambios en la genética de las especies,

eventos de especiación y de radiación adaptativa, dando lugar a nuevas trayectorias evolutivas.

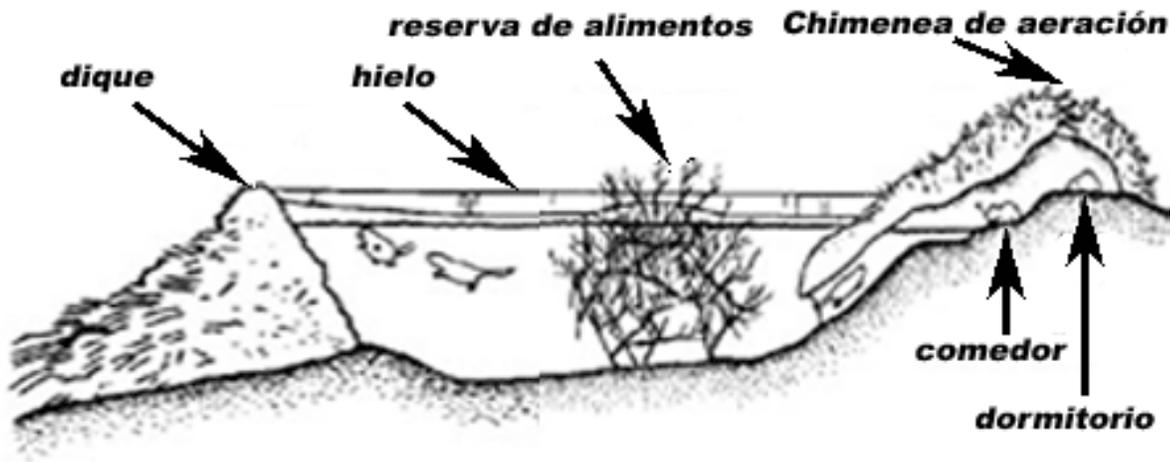


Figura 1: La madriguera del castor. Los castores son una especie de roedores coloniales semiacuáticos que construyen presas en los ríos con troncos que cortan con sus poderosos dientes, ramas y lodo. Esta actividad de los castores que tiene efectos en la estructura del suelo, en el abastecimiento, la turbidez y la distribución del agua de los ríos, afecta a especies vegetales que se encuentran alrededor y genera nichos para otras especies vegetales y animales; construyen la madriguera entre todos los miembros de la colonia y la mejoran de generación en generación.

[http://www.castor.es/vida\\_castor.html](http://www.castor.es/vida_castor.html)

### La construcción del nicho para la teoría de la evolución

A diferencia de otros modelos que tratan los efectos de los organismos sobre el ambiente, la construcción del nicho permite hablar no sólo de herencia genética sino de una segunda forma general de la herencia, la herencia ecológica. Este concepto enriquece la teoría, pues da lugar a nuevos modelos y explicaciones para la gran diversidad que observamos en los seres vivos, al integrar los análisis ecológicos con los evolutivos. La herencia ecológica nos habla de una interacción entre los genes sujetos a presiones de selección y el ambiente externo. En lugar de las explicaciones

asimétricas del paradigma adaptacionista donde el ambiente se concibe como el factor cambiante al que el organismo se adapta y donde la selección natural es la única fuerza y la única causa involucrada en la evolución de las especies, la construcción del nicho busca explicaciones donde la complementariedad entre la especie y el ambiente forma parte del legado de los organismos; es decir, la relación organismo ambiente también es heredada y puede ser rastreada en el genoma. Una especie mantiene así dos legados: el de sus genes y el de sus ambientes modificados.

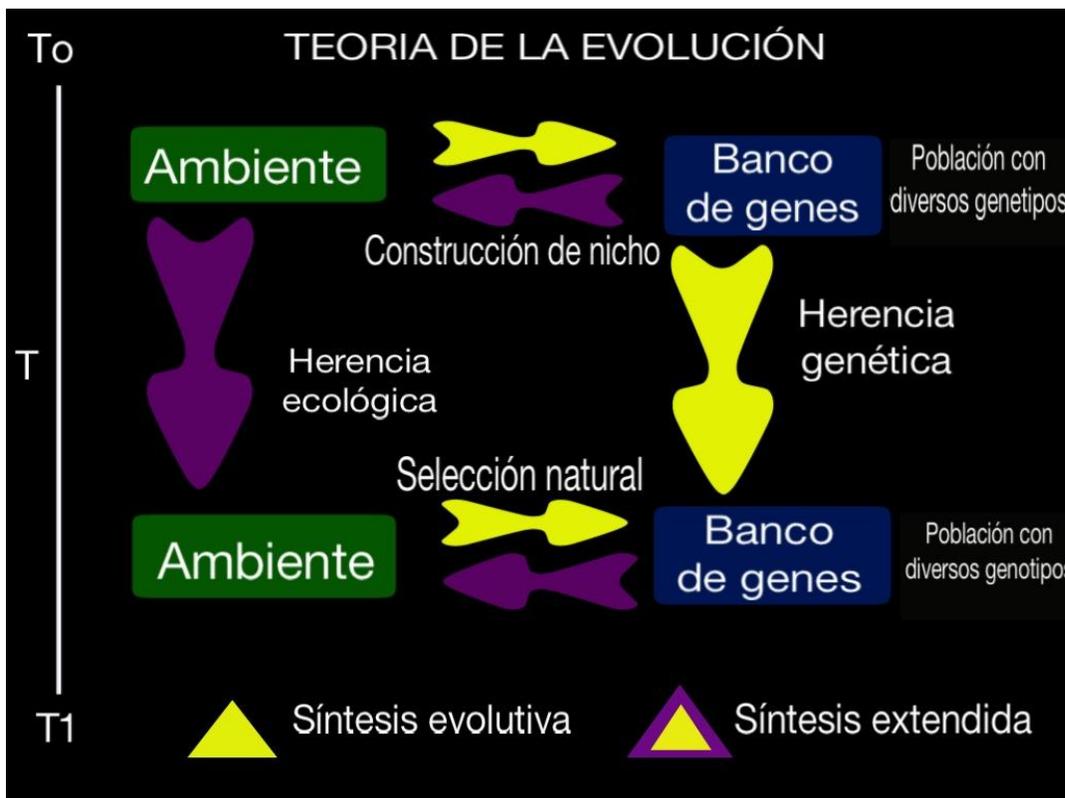


Figura 2. La teoría de la evolución estándar y la teoría de la evolución extendida. La introducción del concepto de construcción de nicho en el marco teórico de la teoría de la evolución representa un cambio en nuestra comprensión del proceso evolutivo debido a que reconoce que la evolución no es un proceso unidireccional guiado por la selección natural (flecha amarilla). Para poder entender y modelar bien los procesos evolutivos es necesario reconocer un proceso inverso donde el papel

activo lo tiene el organismo: la construcción del nicho (flecha morada). La evolución se convierte en un proceso dialéctico donde entran en juego dos fuerzas fundamentales, la selección natural y la construcción del nicho.

### **La vida en el suelo: constructores de nicho o ingenieros ecosistémicos**

Podemos observar la construcción del nicho en cualquier organismo; existen algunos cuya actividad es a veces poco reconocida pero que modifica enormemente su ambiente. Estos organismos son por lo general pequeños pero abundantes y tienen grandes efectos en los ecosistemas que habitan; son conocidos como ingenieros ecosistémicos pues sus formas de vida determinan en gran parte los flujos de energía y masa y los patrones tróficos en el ecosistema.

Un ejemplo de ingenieros ecosistémicos son las algas verde azules microfitas, cianobacterias y hongos que habitan en la superficie del suelo; estos organismos casi no se ven pero tienen un efecto enorme en las características del suelo y sobre todo en el ecosistema. Forman colonias y secretan polisacáridos que les sirven para protegerse del calor y de la desecación; con estos polisacáridos se forma una corteza o biopelícula que mantiene unidas las partículas del suelo y ayuda a la formación de más suelo, controla la humedad, disminuye la erosión y permite la germinación de semillas. Además, cuando llueve, los parches que forman estos microorganismos permiten el escurrimiento del agua hacia otras partes donde luego se acumula modificando procesos de colonización y establecimiento de muchas especies. Procesos de este tipo resultan más evidentes en ambientes desérticos donde los suelos no están tan desarrollados y la humedad restringe enormemente la distribución de los organismos; en estos ambientes el papel de las microfitas, cianobacterias y hongos determina por completo el paisaje del desierto.



Figura3. Suelo del desierto. Podemos ver como la biopelícula que forman los microorganismos controla los patrones de escurrimiento y facilita la formación de pequeños oasis al permitir que se establezcan nuevas especies; esto modifica la composición y paisaje del desierto.

<http://www.panoramio.com/m/photo/3547524>

y <http://www.soilcrust.org/gallery/image2.jpg>

Otros ejemplo de constructores de nicho que fungen como ingenieros ecosistémicos son las hormigas, ellas cultivan hongos en hojas que cortan fuera de los hormigueros y las juntan al interior del suelo creando “jardines” con sus cultivos. Esta actividad resulta tan eficiente que les permite tener un abasto enorme de alimento y crecer como colonias de millones de individuos. Estas colonias gigantes construyen hormigueros compuestos de numerosas cámaras que llegan a tener ¡hasta 22 metros cúbicos de volumen y la cantidad de tierra removida puede pesar más de 40 toneladas!



Figura 4 Hormiguero. El efecto que la actividad de las hormigas tiene sobre el ambiente alrededor de los hormigueros es enorme. Por ejemplo, las hormigas están entre las mayores plagas de los cultivos humanos y tienen efectos importantes sobre la alimentación y la economía de los productores y consumidores de los cultivos. Además, la descomposición del material vegetal que reúnen las hormigas aumenta el pH del suelo y modifica la composición mineral y orgánica del mismo. El hecho de que remuevan la tierra permite la regeneración de bosques y selvas en esas áreas por la facilidad de las plántulas de penetrar los suelos removidos. También, al cortar las plantas a su alrededor provocan efectos sobre la densidad poblacional de especies vegetales y no se diga de las poblaciones de bacterias y hongos en los suelos que ocupan, pues secretan un veneno que mata todas las especies de bacterias y hongos excepto las que ellas necesitan cultivar.

Otro organismo que tiene importantes efectos sobre la dinámica de los ecosistemas son los líquenes, una simbiosis entre hongos y algas. Existen muchísimas formas

distintas de líquenes, algunas crecen en hojas y tallos, otras sobre madera o rocas y algunas son endolíticas; es decir, penetran en las rocas y viven dentro de ellas. La parte fotosintética de los líquenes llamada fotobionte está formada por especies de algas, aporta energía y nutrientes a la parte fúngica o micobionte que forma un talo que protege al alga y facilita la absorción de otros nutrientes. El simbiote elimina sustancias que degradan la roca y la expone a una constante desecación y rehidratación acelerando el proceso de erosión y por lo tanto de formación de suelo.



Figura 5. Formación de suelo en ecosistema desierto-caracol-liquen.

Modificada de: <http://www.isees.org.il/DMPageEng.aspx?menuid=14&Itemid=2>

Podemos observar este tipo de procesos desde los paisajes antárticos hasta los desérticos, pasando por costas, bosques, pastizales y matorrales. Este proceso es lento y puede tardar varias décadas, pero también puede desencadenar otros procesos; por ejemplo el curioso caso de un caracol herbívoro *Euchondrus spp.* que para poderse alimentar del liquen que vive adentro de la roca digiere la roca entera y excreta el material deshecho de la roca. La tasa de intemperización biológica provocada por el caracol puede alcanzar hasta 1000 kilogramos por hectárea al año, convirtiéndose en un agente importantísimo para la formación de suelos. Así vemos cómo la actividad de unos diminutos organismos y las relaciones que establecen, puede desencadenar numerosos procesos que persisten a través del tiempo y juegan un papel activo y determinante en la evolución de las especies.

El concepto de construcción de nicho nos permite crear modelos para entender los procesos evolutivos más allá de la dinámica de cambio genético en las poblaciones, y permite incluir en el análisis procesos que involucren las relaciones de los organismos con los componentes abióticos del ecosistema, además de los efectos de unas poblaciones sobre otras a nivel evolutivo. Este enfoque contempla la importancia que tienen estas dinámicas a través del tiempo en la formación de diferentes paisajes adaptativos.

### **La construcción del nicho y la biodiversidad**

Hay alrededor de 34,000 especies de arañas que construyen telarañas para cazar a sus presas, realizar rituales de cortejo o poner sus huevos. Han surgido numerosas adaptaciones como consecuencia de esta capacidad de producir seda y construir telarañas; por ejemplo algunas especies han desarrollado la habilidad de comunicarse a través de sus redes, otras han aprendido a crear señuelos en sus telarañas para evitar ser depredadas por pájaros u otros animales. Así la habilidad de construir redes ha producido cambios importantes en los paisajes adaptativos de

las arañas, a pesar de ser una estructura transitoria que es destruida continuamente por otras especies o por el clima. La actividad de construir redes persiste debido a que generación tras generación la araña desarrolla el comportamiento de construir telarañas y la telaraña está presente en forma de paisaje adaptativo modificado que da lugar a un fenómeno de retroalimentación. Lo importante aquí es reconocer que en el proceso de construcción de nicho se heredan los cambios en las presiones de selección a los que están sujetas las poblaciones a través del tiempo. El proceso desencadena el surgimiento de nuevos procesos evolutivos que giran alrededor de esta actividad de hacer telarañas y que provocan una gran diversidad de formas y comportamientos, algunos sumamente interesantes como los de la araña buceadora. Esta especie del genero *Argyroneta* es la única que vive toda su vida debajo del agua. Como todas las arañas respira a través de unas estructuras llamadas pulmones de libro (distintas a los pulmones de los vertebrados terrestres) que son unas cavidades por donde entra el oxígeno atmosférico y es intercambiado por dióxido de carbono. Pero entonces no es que pueda respirar en el agua, sino que utiliza su seda para formar una burbuja de aire entre las plantas acuáticas que le permite respirar bajo el agua. Realiza todas sus actividades dentro de la burbuja, ahí se alimenta, se aparea y pone sus huevos; sólo sale a cazar las presas que tocan el exterior de la campana de seda o los hilos que la anclan a las plantas.

Video de la araña buceadora: <http://youtu.be/GidrcvjoeKE>

La teoría de la construcción del nicho y el concepto de herencia ecológica permiten reconocer la actividad de los organismos y sus efectos sobre el ecosistema como un proceso evolutivo aparte, y permite considerar y modelar procesos a través del tiempo que no podrían ser siquiera contemplados sin esta perspectiva. Revela nuevos eventos evolutivos, nuevos procesos de regulación y retroalimentación dentro de una

misma especie, entre especies y en la evolución de los ecosistemas en general. Los procesos ecológicos y evolutivos son entendidos como fenómenos que operan simultáneamente en distintas escalas temporales, y que permiten entender la evolución de los ecosistemas como entidades dinámicas.

## Bibliografía

1. K. Laland y K. Sterenly, “7 Reasons Not to Neglect Niche Construction”, *Evolution*, 60(9), 2006, pp. 1751–1762
2. F. Odling-Smee, K. Laland, M. Feldman, *Niche Construction: The Neglected Process In Evolution*, Princeton University Press, EU, 2005.
3. <http://lalandlab.st-andrews.ac.uk/niche/PhilBio.html>
4. <http://www.isees.org.il/DMPageEng.aspx?menuid=14&ItemId=2>
5. <http://www.soilcrust.org>