

David Sebastián Contreras Islas, Enrique Mendieta Márquez y Marco Aurelio Pérez Hernández

Evolución y cultura: la construcción humana del nicho

Los cambios del ambiente, incluidos los de tipo cultural, pueden vincularse con la biología evolutiva de la teoría de la construcción del nicho, propuesta por Levins y Lewontin en 1985. Este artículo retoma dicha teoría y la vincula con las ciencias de la complejidad, para reflexionar sobre la forma en que los seres humanos transformamos el entorno y cuáles son sus consecuencias para la evolución.

¿Alguna vez ha notado que los cambios de las culturas y las sociedades ocurren de una manera parecida a la evolución biológica, aunque a un ritmo mucho más acelerado? ¿Ha reparado en la influencia de dichos cambios sobre la adaptación, migración y extinción de las especies? ¿Qué tal en su influencia sobre la especie humana?

Los científicos han considerado estos fenómenos. Para explicarlos, han propuesto teorías que van desde el fenotipo extendido y los polémicos *memes* de Richard Dawkins –a los que deben su nombre las populares imágenes que se propagan por las redes sociales–, hasta disciplinas como la ecología humana o la ecología urbana. Sin embargo, las transformaciones culturales pueden entenderse también a partir de una propuesta de la biología evolutiva conocida como teoría de la construcción del nicho, presentada por Levins y Lewontin en su libro *The dialectical biologist*, de 1985.

El presente artículo parte de la teoría de la construcción del nicho recientemente retomada desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad, para reflexionar sobre la forma en que los seres humanos, al relacionarnos diariamente con nuestro entorno, nos convertimos en factores determinantes para el proceso evolutivo de todas las especies. Al considerar las relaciones entre el individuo, la sociedad y el entorno desde esta perspectiva, se invita al lector a tomar conciencia sobre la relación que las acciones individuales y las dinámicas sociales más cotidianas tienen con el devenir de la vida en nuestro planeta.





■ **La teoría de la construcción del nicho**

■ Esta rama de la biología evolutiva pone especial énfasis en la capacidad de los organismos para modificar su entorno y así influir sobre el proceso de evolución, tanto de su especie como de las otras. La teoría evolutiva clásica se centra en la selección natural como motor de la evolución y la trata como un proceso unidireccional en el que las condiciones del entorno seleccionan a las poblaciones de organismos. En cambio, la construcción del nicho resalta el papel de los individuos y de las poblaciones como agentes que introducen activamente cambios en el entorno en el que habitan. Dichos cambios pueden influir sobre las condiciones de selección natural para todas las especies.

Esta teoría permite hablar de una interacción bidireccional o circular entre las poblaciones de organismos y el entorno: los individuos generan cambios ambientales y el ambiente modificado por los organismos selecciona subsecuentemente a los individuos de las poblaciones que en él habitan (Kendal y cols., 2011); se gesta un proceso sucesional integral. ¿Dónde comienza la cadena causal? ¿Es el entorno, con su presión selectiva, el que causa la evolución de los organismos? ¿O son los propios organismos los que, a partir de modificar el entorno, se convierten en factores de su propia evolución? ¿Qué va primero: el huevo o la gallina?

Una respuesta provisional para estas preguntas –que no podrán ser profundizadas en este espacio–

podría ser que no hay tal inicio, pues tanto los organismos individuales como los sistemas ecológicos de los que forman parte, e incluso la totalidad de los ecosistemas del planeta, componen un solo sistema integrado, de inmensa complejidad: la biósfera, que se autogenera y se autoorganiza constantemente desde hace millones de años.

Para comprender mejor lo anterior hay que considerar que tanto los organismos vivos como los sistemas ecológicos en los que habitan son sistemas abiertos con capacidad de autoorganización. Es decir, que no sólo se trata de sistemas que se transforman mutuamente a través del intercambio constante de materia y energía, sino que, además, pueden generar por sí mismos un orden interno como consecuencia de sus propias dinámicas. Algunos de ellos, además (como es el caso de los sistemas vivos), parecen tener una tendencia a preservar una determinada organización estructural, al contar con mecanismos que les permiten asimilar y contrarrestar las perturbaciones provenientes tanto de su interior como del entorno (la homeostasis de los seres vivos, la resiliencia de los ecosistemas, etcétera). Lo anterior hace que la red de interacciones (conectividad) establecida entre sistemas de este tipo (organismos vivos, sistemas sociales, ecosistemas, entre otros) se vuelva enormemente compleja.

La Figura 1 –tomada del trabajo de Marquet (2009)– muestra de manera esquemática la concepción de la relación individuo-entorno en tres



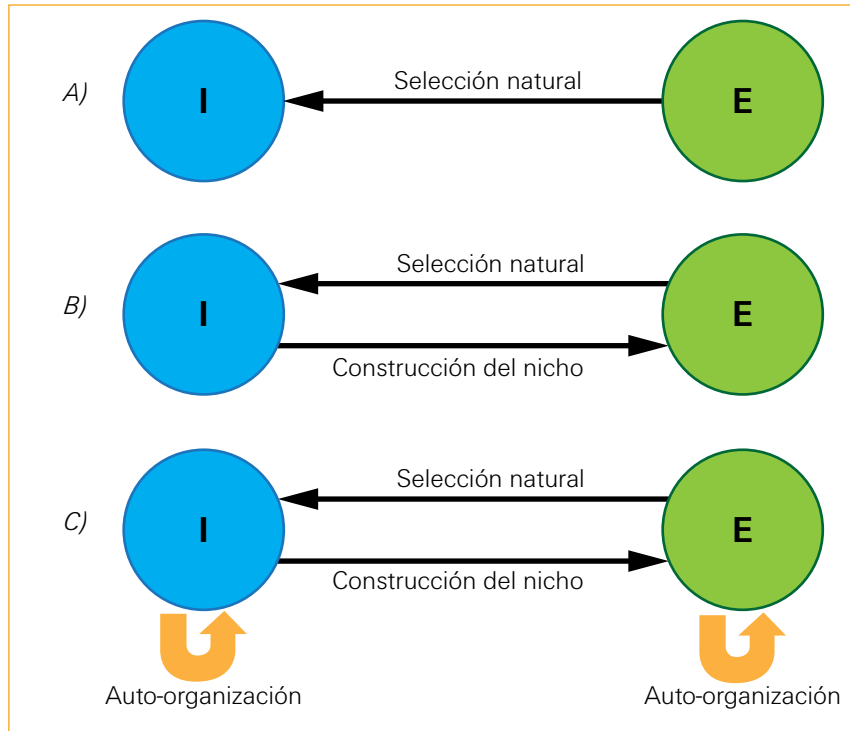


Figura 1. Refinamiento acumulativo de la concepción de interacción entre organismos individuales (I) y su entorno (E). *A)* Desde la concepción de Darwin, el entorno como filtro selectivo a nivel de la variación de poblaciones; *B)* desde la teoría de la construcción del nicho; y *C)* desde la consideración de la autoorganización de los sistemas complejos. Tomado de Marquet (2009). Traducción libre.

diferentes teorías de la biología evolutiva. Se puede apreciar cómo ha cambiado la visión de las relaciones entre los individuos y el entorno desde la teoría evolutiva clásica, pasando por la construcción del nicho, hasta la tercera propuesta que considera también las dinámicas de autoorganización de los sistemas complejos. Este artículo parte de esta última visión.

Algunos ejemplos

Llegado a este punto, probablemente el lector se encuentre ávido de algunos ejemplos. Por suerte existen muchos, unos más espectaculares que otros, que dan cuenta de los procesos de construcción del nicho de los que son capaces los organismos: los arrecifes de coral, formados por los restos calcificados de incontables generaciones de diminutos organismos (pólipos celenterados); los gigantescos termiteros de África, que se convierten en parte del paisaje de las

sabanas incluso muchos años después de que la colonia de termitas que los erigió haya desaparecido; sin olvidar a las grandes ciudades, de ahora y de antaño, construidas por los seres humanos.

Aunque no siempre tenga resultados tan llamativos, todo proceso evolutivo involucra la construcción del nicho. Un ejemplo clásico para ilustrar su efecto sobre las condiciones de selección natural es el del cambio en la composición atmosférica provocado por los primeros organismos fotosintéticos (las cianobacterias) tras su aparición hace aproximadamente 2 800 millones de años. Al aumentar la cantidad de oxígeno, las cianobacterias modificaron radicalmente las condiciones de selección natural para todos los organismos del planeta. El resultado fue la primera extinción masiva de la que se tiene registro, hace aproximadamente 2 400 millones de años.

Pero no siempre hay que esperar centenas de millones de años para ver los efectos. La agricultura, por ejemplo, es una práctica que modifica de ma-



nera importante la presión selectiva de la disponibilidad de alimento en el entorno para el grupo de organismos que la pone en práctica, pero también genera nuevas condiciones para otras especies que se ven favorecidas o desfavorecidas por estas prácticas (piénsese, por ejemplo, en las plagas que atacan a los cultivos). Sus efectos son visibles en un lapso mucho menor, al igual que en el caso de la construcción de carreteras, la extracción y quema de hidrocarburos, la pesca industrial, la minería a cielo abierto y otras tantas prácticas propias de los seres humanos.

■ Herencia ambiental

■ Tanto el caso de la modificación atmosférica por parte de las cianobacterias como el de la agricultura sirven para ilustrar la forma en que la construcción del nicho modifica las condiciones de selección para las poblaciones de organismos, a nivel intra e interespecífico, incluso mucho después de que quienes las causaran dejan de existir. La construcción del nicho crea, pues, una *herencia ambiental* que se transmite a partir de las “huellas” que cada organismo o grupo de organismos imprime en su entorno y que interactúa con la herencia genética, lo que contribuye a escribir la historia de todas las especies (Kendal y cols., 2011; Laland y O’Brien, 2012).

La herencia ambiental debida al proceso de construcción del nicho puede perdurar mucho tiempo después de que los individuos y las poblaciones responsables de producirla hayan desaparecido. Se mantiene como un patrón de nuevas condiciones de

selección –de nuevos “problemas” o nuevas “oportunidades”– que las futuras generaciones de organismos deben afrontar. A través de la selección de los organismos más aptos, se da lugar a la modificación del acervo genético de las poblaciones y las especies; pero también a nuevos procesos de construcción adaptativa del nicho. Esta segunda respuesta, que implica modificaciones subsecuentes del entorno ya sea para tratar de “revertir” las condiciones desfavorables o “aprovechar” las condiciones favorables heredadas, es especialmente socorrida por los humanos.

Laland y O’Brien (2012) presentan un ejemplo para ilustrar lo descrito en el párrafo anterior. De acuerdo con ellos, la construcción de poblados y ciudades humanas fue una modificación del entorno que, por una parte, aumentó la seguridad de los individuos ante la variación climática y el ataque de grupos enemigos y depredadores, pero al mismo tiempo, al acrecentar la densidad de población, propició un entorno favorable para la proliferación de enfermedades, que devinieron en una nueva presión selectiva. Una respuesta al nivel exclusivamente de la selección natural pudo favorecer, entonces, a aquellos individuos con genotipos más resistentes, como ocurrió, por ejemplo, en el oeste de África, donde la proliferación de la malaria favoreció a los portadores de los alelos de eritrocitos falciformes (vigor heterocigótico). Pero ante la proliferación de patógenos, también existe otra respuesta posible: el desarrollo de la medicina y la construcción de hospitales. A este proceso Laland y O’Brien lo denominan “construcción cultural del nicho” y es, a su parecer, una solución adaptativa mucho más rápida. Quizás por su rapidez es también la respuesta adaptativa favorita de la especie humana. ¡Y la que logra que parezca como si la cultura “evoluciona”!

■ Humanos construyendo nichos

■ A través de la herencia ambiental y la construcción cultural del nicho, los seres humanos estamos inseparablemente ligados al desarrollo histórico de nuestra especie, en particular, y a la evolución de la vida, en general. Cada una de nuestras respuestas sociales y culturales se traduce en factores de selec-


ción, tanto para nuestra especie como para las otras con las que compartimos el planeta. Esto ha sido así desde que comenzamos a caminar sobre la Tierra. Sin embargo, nunca fue tan claro como ahora que estamos en medio de una crisis de extinción de especies, de cambio climático y de resurgimiento de enfermedades, por mencionar sólo algunos casos cuyas causas antropogénicas son más o menos evidentes. Ante esta situación, es de gran importancia que cobremos conciencia de nuestra participación activa en el proceso evolutivo a través de la construcción cultural del nicho y la herencia ambiental que ésta genera.

Todos los organismos de la Tierra –desde las pequeñas bacterias hasta las grandes secuoyas– tenemos nuestra parte en el proceso evolutivo. Sin embargo, la participación de los seres humanos muestra algunas diferencias que la vuelven especialmente delicada. En primer lugar, podemos modificar el entorno a una escala mucho mayor y mucho más rápido que cualquier otra especie conocida: somos los principales generadores de herencia ambiental. En segundo lugar, somos –hasta donde sabemos– los únicos organismos que pueden hacerse conscientes del proceso en el que participan, especialmente en

lo que a la construcción cultural del nicho se refiere. Los corales y las termitas no son conscientes del impacto que sus majestuosas obras arquitectónicas tienen en los ecosistemas; las cianobacterias no supieron nunca que estaban provocando la primera gran extinción.

¡Pero nosotros sí sabemos! Hoy podemos valerlos de la ciencia para estimar, modelar y predecir las consecuencias del uso irresponsable de los antibióticos, de la acidificación de los océanos por las altas emisiones de CO₂ y expoliados por la pesca industrial; hemos estudiado los problemas que acompañan al crecimiento descontrolado de los grandes centros urbanos y sabemos las consecuencias que genera la deforestación acelerada y la erosión de los suelos. De nuestro conocimiento puede derivarse una cierta responsabilidad, que no es atribuible a ninguna otra especie, sobre la herencia ambiental que dejamos para las generaciones futuras, tanto de la nuestra como de otras especies.

¿Dirigimos nuestra propia evolución?

 El último párrafo del apartado anterior plasma la idea de que el conocimiento y la conciencia nos





colocan en una suerte de lugar privilegiado. Hablar de la responsabilidad sobre la herencia ambiental que producimos pareciera implicar que, de alguna manera, el proceso evolutivo está en nuestras manos; incluso, que seríamos capaces de dirigir nuestra propia evolución. Sin embargo, el alcance de dicha responsabilidad es mucho más modesto.

Si bien es cierto que disponemos de más conocimiento que nunca antes en la historia de la humanidad, seguimos siendo incapaces de predecir todas las respuestas que las otras especies tendrán ante los procesos humanos de construcción del nicho. Ni siquiera podemos hacerlo con las posibles respuestas de la especie humana. Así las cosas, la idea de “dirigir el proceso evolutivo” resulta mucho más distante de lo que podría parecer en primera instancia.

El desarrollo de la ciencia y del conocimiento nos ha llevado a reconocer que hay cosas que no podemos saber con certeza, especialmente al tratar con sistemas complejos, como el sistema atmosférico, el sistema geodinámico, los ecosistemas, el cerebro humano, los seres vivos y las sociedades. Una razón de ello es la existencia de propiedades emergentes que se manifiestan como resultado de la interacción entre los diversos componentes de un sistema, pero que no pueden predecirse a partir de la observación de dichos componentes por separado. Una segunda razón es que, a menudo, estos sistemas poseen elaborados procesos de autoorganización que pueden proporcionarles cierta resiliencia a las perturbaciones en su entorno, al mismo tiempo que dan lugar a nuevas dinámicas de organización estructural desde dentro del propio sistema.

Pero quizás la razón más importante de todas es que estos sistemas interactúan constantemente unos con otros. Piense en los ejemplos mencionados en el párrafo anterior y notará que todos son sistemas abiertos, que intercambian materia y energía entre sí e incluso, en varios casos, se contienen los unos a los otros. Los seres vivos son componentes de los ecosistemas, que se ven afectados, si no definidos, por factores del sistema atmosférico y el sistema geodinámico. Los seres humanos, seres vivos con un sistema nervioso central, formamos sociedades que a su vez se encuentran insertas en, interactúan con

y componen ecosistemas. Y estos ecosistemas se ensamblan finalmente en un supersistema biosférico. Si miramos más de cerca, descubriremos que nuestros cuerpos son ecosistemas habitados por millones de microorganismos. Somos sistemas complejos compuestos a su vez por otros sistemas complejos, y al mismo tiempo somos componentes de otros sistemas mayores que interactúan, todos, entre sí.

En todos estos niveles de interacción entre sistemas existen fenómenos de interferencia, emergencia, resiliencia y autoorganización. Y en medio de ese intrincado meandro de interacciones intersistémicas tiene lugar el proceso evolutivo. Dada su enorme complejidad somos incapaces de predecir el comportamiento de todas las variables que entran en juego. Por ello, si bien es necesario conceder que nuestros avances tecnológicos y culturales nos colocan en una posición privilegiada para llevar a cabo la construcción de nichos y generar herencia ambiental, también debemos tener la humildad de reconocer que de ninguna manera podríamos aspirar –al menos en el estado actual de la ciencia– a dirigirlo.

A manera de conclusión

Dos últimos puntos para concluir. En primer lugar, está claro que la interacción de los individuos y las sociedades humanas con el entorno produce herencia ambiental que modifica las condiciones de selección para todas las especies, incluida la nuestra. Pero también hay que considerar que las prácticas sociales y culturales (medios y sistemas de produc-





ción, formas de gobierno, creencias religiosas, conflictos bélicos, etcétera) no sólo transforman el entorno por procesos analógicos a la construcción del nicho, sino que pueden ser seleccionadas con base en su capacidad para responder a un determinado contexto, de manera similar a como la selección natural actúa sobre los individuos. Dicha presión selectiva favorece a aquellas sociedades más aptas para asimilar, contrarrestar o aprovechar los cambios del entorno natural, y de las otras sociedades.

En su libro *El cambio climático global*, Vicente Barros (2005) describe de manera por demás aguda cómo la presión selectiva del entorno pudo conducir a la civilización vikinga a la extinción, pero sólo gracias a la rigidez e incapacidad adaptativa de sus prácticas sociales y culturales. En cambio, otras formas de organización social más flexibles (por ejemplo, las de los inuit) permitieron resistir el mismo cambio climático que acabó con los vikingos, aun cuando habitaban en zonas geográficas similares. Quizás reconocer la existencia como sistemas complejos anidados que nos caracteriza, y que nos hace dependientes de los otros sistemas biológicos y ecológicos, sea una forma de favorecer la flexibilidad y adaptabilidad de nuestras sociedades (y de paso la de los individuos que las conformamos).

En segundo lugar, en nuestro mundo colmado de crisis ecológicas, económicas, políticas y sociales, sabemos mejor que nunca que las decisiones y los ritmos de vida de unas sociedades repercuten en otras. Sabemos que nuestras actividades individuales, maximizadas por dinámicas sociales, impactan

a los ecosistemas en diferentes grados, en la escala tanto temporal como espacial. Gracias a ellas, somos los más importantes productores vivos de herencia ambiental.

Está claro que no podemos predecir ni controlar todos los resultados de todas las decisiones (personales, políticas, económicas, etcétera) que tomamos todo el tiempo. Pero tampoco podemos eximirnos por completo de la responsabilidad que se deriva del conocimiento que tenemos y de lo que sí sabemos. En este sentido, pensamos que reconocer que estamos interconectados y que desempeñamos un papel importante en los procesos de evolución, tanto de las sociedades como de las especies, podría ayudar a pensar en alternativas para enfrentar de manera conjunta, flexible e inteligente las múltiples crisis de la actualidad.

David Sebastián Contreras Islas

Colegio Alemán Alexander von Humboldt.
davidcontc@yahoo.com

Enrique Mendieta Márquez

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
maph@xanum.uam.mx

Marco Aurelio Pérez Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
enme@xanum.uam.mx

Lecturas recomendadas

- Barros, V. (2005), *El cambio climático global*, Buenos Aires, Libros del Zorzal.
- Kendal, J., J. J. Tehrani y J. Odling-Smee (2011), Human niche construction in interdisciplinary focus, *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 366:785-792.
- Laland, K. N. y M. J. O'Brien (2012), Cultural Niche Construction: An Introduction, *Biological Theory*, 6(3):191-202.
- Levins R. y R. Lewontin (1985), *The dialectical biologist*, Cambridge, Harvard University Press.
- Marquet, P. (2009), Beyond Darwin: On the role of niche construction and self-organization in evolution, *Revista Chilena de Historia Natural*, 82:s493-496.