

## Explican por qué especies similares coexisten en ecosistemas complejos

En las selvas amazónicas o los arrecifes de coral muchas especies parecidas coexisten en lugar de que unas pocas desplacen a las demás

**UGR/DICYT** Científicos de la Universidad de Granada y de la Universidad de Warwick (Reino Unido) han publicado un artículo en la prestigiosa revista *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences, USA)* en el que ofrecen una posible explicación al enigma de la estabilidad de los ecosistemas complejos, como las selvas amazónicas o los arrecifes de coral, en los que coexisten muchas especies muy similares entre sí, en lugar de que unas pocas de ellas desplacen a las demás.

Los investigadores han determinado que las denominadas redes tróficas, que representan de una forma concisa quién se alimenta de quién en un ecosistema, poseen una sencilla propiedad ignorada hasta la fecha, la “coherencia trófica”, que puede ayudar a resolver el misterio que desde hace décadas estudian los teóricos de la ecología.

Desde hace años, los científicos se han sentido fascinados por la cantidad y variedad de formas de vida que habitan ciertos ecosistemas muy complejos, como las selvas amazónicas o los arrecifes de coral. ¿Cómo es posible que tal ingente biodiversidad haya aparecido espontáneamente y se mantenga? ¿Cómo es posible que muchas especies coexistan en lugar de que algunas de ellas desplacen a las demás?

Uno de los autores de este artículo, el catedrático de Física Teórica de la UGR Miguel Ángel Muñoz, afirma que el interés en estos interrogantes ha aumentado notablemente en los últimos tiempos, “dado el ritmo sin precedentes en la historia de la humanidad al que se están extinguiendo especies debido al impacto de las actividades humanas. Por esta razón, resulta de vital importancia entender cuáles son los factores y mecanismos que determinan la estabilidad de los ecosistemas, para así protegerlos actuando de la manera más eficaz posible”.

Cuando por algún motivo una especie prospera esto puede ir en detrimento de otras, por ejemplo de sus presas o de sus competidores, lo que puede a su vez afectar a terceras especies. En un ecosistema, esto puede dar lugar a grandes cambios que resulten en cascadas o avalanchas de extinciones.

Hasta los años setenta se pensaba que mientras más grande y complejo es un ecosistema, en el sentido de contar con muchas interacciones entre especies, más se amortiguarían estas fluctuaciones, explicando por qué los ecosistemas más estables que vemos son los que tienen gran biodiversidad.

Sin embargo, en 1972 un eminente físico y ecólogo, Sir Robert May, demostró matemáticamente -utilizando modelos muy sencillos- que debería ser al revés: el tamaño y la complejidad deberían tender a desestabilizar cualquier sistema dinámico, como un ecosistema o una red financiera. Este resultado, conocido desde entonces como “paradoja de May”, inició un encendido debate sobre los efectos de la diversidad en la estabilidad.

## Organización por niveles

En el trabajo publicado en PNAS, los científicos de las universidades de Granada y Warwick han analizado un conjunto de redes tróficas provenientes de muy diversos tipos de ecosistemas. Estas redes han sido pacientemente compiladas por grupos de investigación en todo el mundo.

Los autores de este artículo midieron hasta qué punto las especies se suelen organizar por niveles, de manera que la mayoría de las presas de cualquier depredador estén en el nivel inmediatamente inferior a él. Por ejemplo, en una red perfectamente coherente, los herbívoros en el primer nivel trófico sólo se nutren de plantas (en el nivel cero), los carnívoros primarios en el segundo nivel comen sólo herbívoros, y así sucesivamente.

Aunque esta organización de las redes tróficas en estratos (o "coherencia trófica") no es perfecta en las redes naturales (por ejemplo, existen omnívoros que se nutren de varios niveles) es, sin duda, mucho mayor en las redes reales de lo que consideran o predicen los modelos matemáticos actualmente utilizados en ecología.

## Coherencia y estabilidad

Es más, como se demuestra en este trabajo, "esta coherencia está fuertemente correlacionada con la estabilidad de las redes: a más coherencia más estabilidad", apunta Muñoz. En su artículo, los investigadores proponen, además, un nuevo modelo matemático para generar redes artificiales o sintéticas (en el ordenador) que no sólo reproduce más fehacientemente que los modelos existentes hasta la fecha varias propiedades de las redes tróficas, sino que además demuestra de forma inequívoca que la estabilidad puede crecer con el tamaño y la complejidad.

"No es que May se equivocara: como éste ya señaló en su trabajo original, los ecosistemas deben de tener alguna propiedad estructural tal que no se comporten según predice su sencilla teoría basada en estructuras tróficas aleatorias. Es decir, el mismo May sugirió que la respuesta al enigma debía estar en el particular diseño o arquitectura de las redes tróficas", afirma el catedrático de la UGR.

Aunque el debate no queda necesariamente cerrado, porque la estabilidad que se ha medido es una condición necesaria pero no suficiente para que un ecosistema perdure, "este resultado promete cambiar nuestra visión de los ecosistemas, y quizá de otros sistemas con ciertas propiedades similares, como las redes neuronales, genéticas, comerciales o financieras". Además, como alertan los investigadores, saber si un sistema se volverá más o menos estable con la pérdida de algunos de sus elementos (extinciones de especies, quiebras de bancos) es clave si queremos impedir su colapso.

---

### Referencia bibliográfica

---

S. Johnson, V. Domínguez-García, L. Donetti, and Miguel A. Muñoz, Trophic coherence determines food-web stability. *Proceedings Nat. Acad. of Sciences PNAS* 2014. doi:10.1073/pnas.1409077111

---

