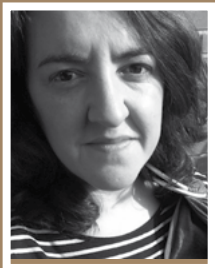


# Modelizando la energía\*

Establecer las normas que rigen la ecología, crear un modelo predictivo que nos ayude a entender cómo funcionan los ecosistemas y nos permita prever con más detalle los efectos del cambio climático. Ese es el objetivo final del proyecto *Iberian Ponds* que el equipo de Miguel B. Araujo comenzó ahora hace tres años y que pretendemos recorrer en estas líneas siguiendo los pasos del método científico.



Xiomara Cantera



Instalación de charcas en la Sierra de Guadarrama, un ambiente alpino. / Xiomara Cantera

\*Extracto del artículo publicado en diciembre de 2017 en el número 382 de la revista **Quercus**



## La pregunta

Principalmente debido a la actividad humana, la química de la atmósfera está variando y eso provoca los numerosos cambios que englobamos bajo el amplio paraguas del Cambio Global. Una de las obsesiones de los expertos en ecología y biodiversidad, es tratar de adelantarse a los efectos que puede provocar y para ello trabajan con modelos predictivos.

El equipo de Miguel B. Araújo se propuso crear otra forma de modelizar los impactos del cambio climático en los ecosistemas y la biodiversidad. Un modelo que estudiara la estructura del sistema y que tuviera mayor capacidad de predicción, a la vez que determina cuál es el punto crítico de supervivencia de cada ecosistema.

Para ello han desarrollado un proyecto experimental completo con su consiguiente toma de datos, un macroproyecto que tiene intención de mantenerse al menos durante la próxima década: “La ecología es el conjunto de relaciones que se establecen entre los seres vivos así como con el medio en el que viven y, aparentemente, no hay reglas, todo es muy caótico. Pero ¿qué pasa si se mira de otra forma? Es posible que observando de manera adecuada se puedan encontrar patrones, descubrir las reglas que dominan estas interacciones y la configuración de los ecosistemas”, reflexiona Miguel B. Araújo.

La mayoría de las investigaciones analizan comportamientos individuales de las especies, compartimentos pequeños de ecosistemas complejos en los que las especies entran y salen, pero a las dinámicas de cada población hay que añadir la estructura del suelo, la botánica, las interacciones entre especies... “Lo que se ha venido haciendo hasta ahora ha sido modelizar partes de un todo y así es extremadamente complejo lograr una visión de conjunto”.

## La hipótesis

### *Evolución y ecología caminando de la mano*

La teoría de la evolución convergente demuestra que en ecosistemas aparentemente distintos, las comunidades de mamíferos son iguales, es decir, se construyen las mismas relaciones, la misma red trófica, aunque las



Arriba de izquierda a derecha, Cátia Pereira, Miguel B. Araújo, Pedro Raposeiro y Joana Vilaverde. Abajo Cátia Pereira y Joana Villaverde toman muestras de ADN ambiental





especies difieran. Los ecosistemas responden al ambiente de la misma manera, hay una regularidad. En cada lugar los organismos ejercen una función determinada: el papel del canguro en las praderas australianas es el mismo que cumplen los corzos en el bosque mediterráneo. La hipótesis es que, independientemente del punto de partida, los ecosistemas convergen a lo mismo. Si el clima cambia lo harán también las especies y la estructura en la que viven.

La idea que subyace a todo es que la función de las especies es hacer uso de la energía que capta cada ecosistema. Hay una cantidad de energía disponible y el mundo vivo se auto-organiza para explotarla. Los organismos conviven dentro de una estructura en la que, como si de una fábrica se tratara, cada uno tiene su función.

*“La idea que subyace a todo es que la función de las especies es hacer uso de la energía que capta cada ecosistema. Hay una cantidad de energía disponible y el mundo vivo se auto-organiza para explotarla”*

La evolución hace posible que se creen organismos distintos. Es un proceso increíblemente creativo a partir del que se originan millones de especies diferentes. Pero en el fondo, ese proceso que parece aleatorio, se tiene que adaptar a las



Mediciones de metano en la instalación de la sierra de Guadarrama / Xiomara Cantera

reglas que impone la ecología, al papel que cada especie debe desempeñar dentro del conjunto. “A partir de esta premisa, cada organismo desarrolla su vida evolutiva para cubrir el rango de quehaceres, de trabajos, de nichos, que marca la ecología. Uno de los objetivos es desarrollar la teoría que explique esos patrones y reglas que lo modulan” explica Pedro Raposeiro, investigador de la Universidad de Las Azores que participa en el proyecto.

#### *Conocer la energía disponible*

La energía disponible es lo que hace que cada ecosistema sea diferente y con este proyecto quieren describir qué pasa cuando varía la cantidad de energía. Lograr expresar en una ecuación cuánta energía maneja cada ecosistema.

“Si lo analizas como lo haría un físico, si simplificas la idea, la energía disponible podrá expresarse con una ecuación cuya incógnita se soluciona

despejando dos variables: la radiación solar que recibe el ecosistema y la cantidad de agua disponible. Si se logra eso podremos obtener una previsión mucho más exacta de lo que va a ocurrir con el cambio climático”, vaticina Araújo.

“Si cambia el clima, cambian las condiciones energéticas del ecosistema. Esto supone que en un hábitat en el que se podían desarrollar 200 trabajos, desaparecerán labores y las especies que las cubrían serán las que desaparezcan. A la vez, con las nuevas condiciones aparecerán nuevos trabajos y serán las especies que puedan cumplirlos las que colonicen los ecosistemas que se creen”.

#### **El experimento**

Para esta investigación se han preparado seis instalaciones con 32 charcas artificiales separadas por alrededor de cuatro metros de distancia en cuatro gradientes climáticos diferentes: Dos en-







Para esta investigación se han preparado seis instalaciones con 32 charcas artificiales en cuatro gradientes climáticos diferentes. De izquierda a derecha las instalaciones de Toledo, Évora y Jaca que representan un ecosistema árido, uno atlántico y otro alpino.  
/ Cátia Pereira y Migue Matías



tornos semiáridos (Murcia y Ciudad Real), uno mediterráneo (Évora), uno templado (Oporto) y dos alpinos (Jaca y Madrid). En 2014 el equipo de investigadores preparó 192 charcas con alrededor 100 kg de sedimento del área de estudio cada una y 1000 litros de agua, también de la zona. Desde entonces las comunidades que ya tenían el sedimento y el agua originales, se han ido desarrollando y manteniendo con el sol y la lluvia.

“Hasta ahora hemos trabajado tomando datos del desarrollo de las comunidades y, a partir de las mediciones de estos tres años, hemos establecido un punto de referencia a partir del cual aplicaremos dos efectos sobre los estanques artificiales”, detalla el Dr. Miguel Matías, que trabaja en el MNCN con un contrato Ramón y Cajal, y que coordina el componente experimental de este proyecto desde el inicio. “En un tercio de las charcas simularemos la tropicalización del ambiente incrementando tanto la cantidad de agua disponible, como su temperatura. En un segundo

*“Cada charca es un ecosistema cerrado. A partir de la red trófica que se desarrolla en cada una se puede caracterizar su ecosistema para, más adelante, extrapolar los resultados a hábitats más complejos”*

tercio simularemos el efecto de la desertificación elevando la temperatura del agua mientras que dejamos bajo las condiciones ambientales el último tercio de los estanques”.

Desde que se instalaron las charcas hay sensores que registran datos de la temperatura cada 30 minutos, una medida que se toma regularmente para tener comparativas con la simulación de los procesos de desertificación y tropicalización.

#### Obtención de datos

Cada charca es un ecosistema cerrado, una copia de cómo funcionaría una laguna natural. Lo que pretenden es analizar las diferencias entre los estanques de una misma instalación y de las distintas instalaciones. A partir de la red trófica que se desarrolla en cada charca se puede establecer su macroestructura. Caracterizar el ecosistema, comparar su dinámica para, más adelante, extrapolar los resultados a hábitats más complejos.

“Vamos a estudiar y reconstruir las redes tróficas energéticas que se crean en los gradientes climáticos: Cuál es la cantidad de herbívoros, depredadores, necrófagos... Luego los compararemos para analizar diferencias entre ambientes, predecir el número de especies que habrá en cada ecosistema en función de la energía (sol y agua) y establecer perfiles”, explica Cátia Pereira, estudiante de doctorado de Araújo y Matías.

“Si con la aplicación de calor los hábitats de las zonas más frías se acercan a las de áreas más

### La influencia del ser humano

Si se comparan las redes tróficas actuales del planeta con cómo deberían ser si no existiera el efecto humano, es decir, si se analizan las diferencias entre la red potencial y la actual se detecta perfectamente el impacto humano. En áreas densamente pobladas como Nueva York o Alemania, donde el desarrollo industrial es intenso, las redes tróficas están modificadas. En lugar de ser redes tróficas de ambientes templados (como les correspondería) lo que tenemos son redes tróficas típicas de ambientes boreales con menos especies, es decir, están simplificadas.

Esto ocurre porque, al final, el impacto humano se traduce en una variación de la energía disponible. *Homo sapiens* es la única especie que extrae energía del sistema pero, a diferencia de lo que ocurre con otras especies, no la devuelve. Si una sola especie utiliza la mitad de la energía el resto de especies tiene menos energía y el ecosistema se simplifica disminuyendo el número de especies para poder mantenerse.



Cada charca tiene un aspecto diferente. En la imagen algunos miembros del equipo reflejados en el agua / Xiomara Cantera

cálidas, significará que la variabilidad que hay en el espacio es un indicador de lo que puede pasar en el tiempo si las condiciones climáticas cambian”, explica Araújo. “En esencia, cuando hablamos de red trófica estamos hablando de cómo los organismos vivos absorben los rayos del sol y los convierten en materia orgánica. Si podemos sistematizarla sabremos cómo van a evolucionar los ecosistemas completos, no solo determinadas especies”

Combinando técnicas de la taxonomía tradicional con análisis de ADN ambiental, que es la parte más innovadora del proyecto tecnológicamente hablando, identifican todas las especies que pasan por las charcas. El sistema consiste en tomar una muestra de agua y recopilar el ADN que está presente para hacer un listado de todas las espe-

cies que hay en la charca o que han pasado por el agua. Para Cátia Pereira, encargada de la obtención y análisis del ADN ambiental, entre otros datos: “El ADN ambiental es como una ventana temporal que, mientras se mantiene en buen estado, te ofrece un listado de los animales, plantas, bacterias u hongos que han estado en el lugar. Es como una reconstrucción de la vida que puede corresponder a un periodo de tiempo de entre varias semanas hasta millares de años, dependiendo de las condiciones del ADN, que se degrada con el calor”.

### Comunicación de resultados

“Independientemente de las publicaciones, la idea es seguir obteniendo datos al menos durante los próximos 10 o 15 años, ampliarlo a más

*“Si se consigue simplificar el funcionamiento de cada biota en función de la energía disponible la capacidad de predicción, y por lo tanto la posibilidad de tomar medidas acertadas será mucho mayor”*

países, hacer una red global”, explica Miguel Matias. Este es un experimento que ya se está exportando a otros puntos del planeta. Hay instalaciones en Gran Bretaña, Canadá, Sudáfrica, y la red se sigue ampliando de modo que se podrán caracterizar todos los ecosistemas del planeta en un periodo relativamente corto.

Ahora mismo se está trabajando con ecología pura, pero hay una conexión evidente entre esta parte puramente teórica y las políticas ambientales. Con mejores predicciones se pueden tomar mejores medidas para proteger el medioambiente porque tendremos más indicadores para lograr una explotación sostenible de los ecosistemas.

“Lo bonito de este proyecto, además de la parte práctica, es que con el cambio climático estamos conociendo mucho mejor el planeta Tierra, tanto los sistemas físicos como el funcionamiento de los ecosistemas biológicos. Es un conocimiento que queda, que está ahí y que se puede utilizar para mejorar este planeta que es el único en el que sabemos que podemos vivir. A mi me parece una buena idea ¿no?”, concluye Araújo ■

