CARRERA CONTRA EL TIEMPO: DESDE LA COMPLEJIDAD SE DISEÑAN ESTRATEGIAS PARA EVALUAR LA SALUD ECOSISTÉMICA Y PREVENIR UNA CATÁSTROFE AMBIENTAL.

Felipe Jiménez Rodríguez

Marzo 7, 2019 No. 37/2019

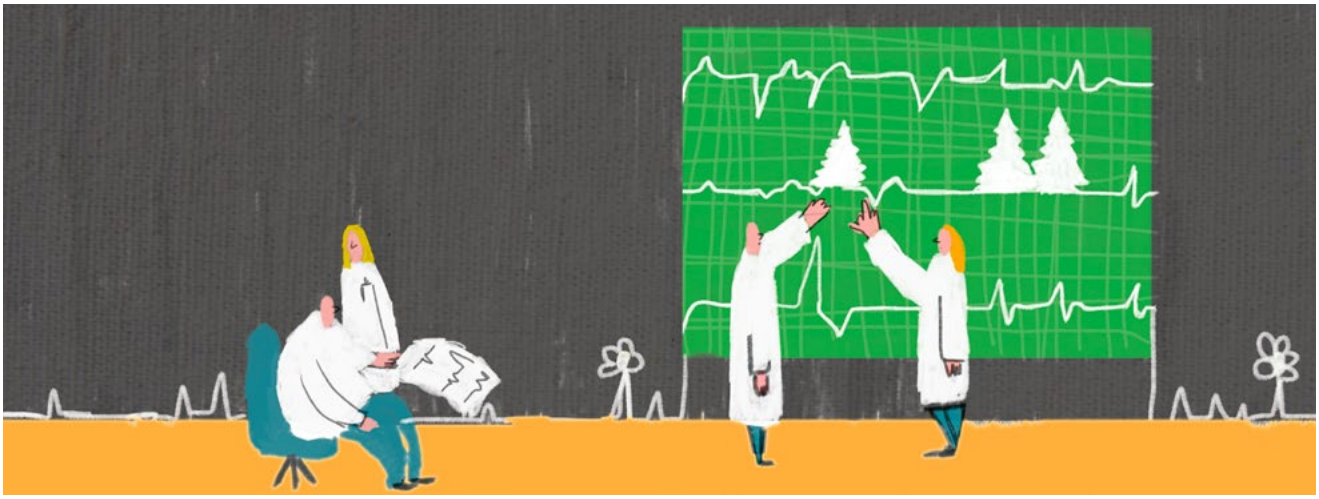

Ilustración: Jessica Gutiérrez Martínez, 2019

La actividad humana impacta al ambiente todo el tiempo y el saldo es negativo: la salud de los ecosistemas está deteriorándose de forma alarmante. "Es un problema real y va una velocidad tal que hay autores que estiman que para 2050 el mundo puede colapsar", dijo en entrevista Alfonso Valiente Banuet, investigador del Instituto de Ecología y miembro del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM.

Este colapso se vería reflejado en cascadas de extinción de especies lo que a su vez afectaría nuestra capacidad para producir alimento, señaló el doctor en Ecología. "La situación es muy grave, de ahí la importancia de encontrar buenos estimadores de la salud ecosistémica que puedan generar alertas tempranas de cambios importantes".

SALUD ECOSISTÉMICA

La salud de un sistema ecológico está relacionada con todos sus elementos, abióticos (factores físicos y químicos) y bióticos (las comunidades que lo componen), y los procesos que mantienen esa diversidad. La subsistencia del ser humano depende de esa diversidad, explica Valiente.

Por ejemplo, la polinización. La transferencia de polen entre plantas permite la formación de nuevas semillas. "Alrededor del 75% de los cultivos que benefician al hombre son polinizados por animales [abejas, murciélagos, mariposas, etc.]", dijo. Pero el sobreuso de pesticidas en la agricultura altera los procesos de polinización lo que afecta directamente la formación de semillas.

A pesar de tratarse de un tema de la mayor importancia, aún no hay un consenso entre los científicos sobre cuál es la mejor manera de evaluar la salud ecosistémica. "Antes se hacía énfasis en observar si

las especies se mantenían a lo largo tiempo", explicó el ecólogo. Sin embargo, puede ser el caso que una especie esté presente pero que ya no realice los procesos que contribuyen a mantener la estabilidad del ecosistema.

Ahora, desde una perspectiva más integral y transdisciplinaria, se busca revisar la interacción entre los diversos elementos que forman parte del ecosistema con el fin de identificar, de forma clara, marcadores que permitan evaluar la salud del mismo.

Un primer paso es evaluar la pérdida de la interacción entre especies. En un artículo publicado en la revista *Functional Ecology* en 2015, Valiente y su equipo propusieron un modelo donde asumen que la extinción de especies aumenta conforme aumenta la pérdida de interacción entre las mismas, fenómeno que puede servir como indicador de la salud del ecosistema.

SALUD DESDE LA FÍSICA DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS

Desde el C3 también se trabaja con la idea de ver la salud a múltiples escalas. Se propone que la salud es una dinámica en equilibrio entre dos comportamientos: uno variable o adaptable (aleatorio) y otro estable o robusto (determinista). A este equilibrio entre las dos dinámicas se le conoce como criticalidad. Concepto que ha sido aplicado a distintos escenarios de salud ecosistémica.

En septiembre del año pasado, Alejandro Frank Hoeflich, coordinador general del C3, señaló en conferencia que el planeta Tierra "parece comportarse como un ser vivo". Frank y su equipo de trabajo han estudiado las fluctuaciones de temperatura de la Tierra desde 1800 hasta nuestros días, encontrando que la temperatura de la Tierra presentaba criticalidad. Sin embargo, este equilibrio se ha perdido en décadas recientes, lo que podría verse como una señal del cambio climático.

Por su parte, en julio del año pasado, un equipo interdisciplinario de investigadores de México, Estados Unidos y Reino Unido, del cual Frank forma parte, presentaron una forma de medir la salud y la sostenibilidad de los ecosistemas a partir del concepto de criticalidad. El trabajo se publicó en la revista PLOS ONE en 2018.

Para este trabajo, los investigadores consideraron la respiración ecosistémica (flujo de C02) como su variable de estudio. Proponen que un ecosistema es saludable si su respiración presenta los parámetros de criticalidad. Se consideró el flujo de C02 pues este gas influye en la cantidad de vegetación, el clima y otras variables, lo que permite captar muchas escalas temporales y espaciales a la vez de un ecosistema. La propuesta de los investigadores resultó consistente con las mediciones de otro parámetro de salud ecosistémica conocido como condición de la tierra (*land condition*).

Oliver Lopez Corona, coautor del artículo e investigador Cátedra CONACyT en la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), menciona que "al cuidar los ecosistemas obtenemos beneficios derivados". Pone como ejemplo los manglares, ecosistemas que fungen como barreras naturales a huracanes o tormentas tropicales aminorando sus efectos destructivos.

Recientemente en el C3 también se han dado los primeros pasos para desarrollar una técnica prometedora que podría dar un panorama de la salud de los bosques tomando como variable la diversidad de los tonos de verde.

SALUD FORESTAL

En un artículo publicado en el libro *Unifying Themes in Complex Systems IX*, investigadores del C3 y la Facultad de Ciencias de la UNAM, proponen una metodología que podría determinar la salud de los bosques utilizando imágenes satelitales.

Un bosque sano, así como otros ecosistemas, debe estar en el equilibrio crítico entre robustez y adaptabilidad. En este caso, dicho equilibrio se vería reflejado en las tonalidades de verdes presentes en su vegetación, comentan los investigadores en el artículo. Es decir, un bosque sano presentará criticalidad y esto se se apreciará como una gran diversidad en sus tonos de verde.

Para determinar el estado de salud de los bosques, los investigadores usaron imágenes obtenidas por los satélitesestadounidenses *Landsat*. Dichas imágenes fueron procesadas computacionalmente para transformar cada pixel de la imagen a un valor numérico decimal según el modelo de color RGB (por sus siglas en inglés red, green, blue). Así, cada imagen satelital de un bosque tiene una tabla o matriz de números asociada.

A las tablas de números se les aplicaron herramientas estadísticas y de análisis espectral. Los investigadores compararon los valores numéricos obtenidos con los parámetros establecidos que indican que un sistema está en el equilibrio crítico mencionado. En particular, si un bosque tiene una gran variedad de tonos de verde, como resultado del análisis espectral, presentará una propiedad conocida como invarianza de escala.

Áreas naturales protegidas que a primera vista parecen sanas, como las Lagunas de Zempoala en México, el Bosque Nacional Payette en EUA, o el Parque Nacional Gambela en Etiopía, presentaron invarianza de escala, lo que confirmaría su salud.

Los investigadores también compararon las imágenes de un bosque en las Canarias que sufrió un grave incendio forestal en 2007. Las mediciones antes del incendio muestran que el bosque era sano, pero que ésta condición se perdió después del incendio y que en tiempos recientes ha ido recuperando la salud, de acuerdo a los parámetros establecidos por los investigadores.

Sobre este tipo de aproximación para evaluar la complejidad forestal, Valiente quién no participó en el estudio consideró importante "saber, en términos ecológicos, qué es exactamente lo que está midiendo ese método". Sin embargo destaca que "este tipo de análisis son importantes. El siguiente paso sería validar el modelo".

Oliver Lopez Corona, doctor en Ciencias de la Tierra y miembro del C3, menciona que "estudiando los tonos de verde se puede medir la función fotosintética de los bosques", función relacionada con la producción de oxígeno. Pero es necesario complementar con mediciones que aporten información sobre los componentes y relaciones del ecosistema.

Para incluir la perspectiva de la ecología en este análisis y "ver si nuestros parámetros coinciden con las medidas ecológicas",se buscará trabajar con CONABIO, explicó en entrevista Ana Leonor Rivera, doctora en ciencias físicas y coautora del artículo.

Esta metodología podría servir para identificar qué lugares de México presentan afectaciones y requieren una intervención para mejorar la salud del ecosistema. Para Rivera, se trata de una herramienta de monitoreo que podría indicar a investigadores y tomadores de decisiones: "¡cuidado!, ésta región de bosque está empezando a tener un daño, revísalo".

MEDIO AMBIENTE Y CIUDADANÍA

Rivera, investigadora del Instituto de Ciencias Nucleares y miembro del C3, dijo que esta metodología podría aplicarse en un ambiente urbano para conocer "si realmente la ciudad tiene la cantidad suficiente de vegetación que la haga sustentable o sana".

Oliver López destaca el papel que juegan nuestras acciones y la necesidad de que como ciudadanos de un mundo global transitemos hacia una ética ambiental más profunda lanzando una reflexión:"cuando quieras hacer algo pregúntate, si esa acción la hiciéramos todos en cualquier circunstancia ¿cuáles serían las consecuencias? Por ejemplo, si todos usamos bolsas de plástico en cada una de nuestras compras ¿qué implicaciones tendría eso? Claramente nos damos cuenta que no es una buena idea por toda la basura que se genera".