

# ¿Qué hacer contra los problemas ambientales?

David F. Delgado S. y Andrea Ángeles Pérez

Junio 13, 2019

No. 40/2019

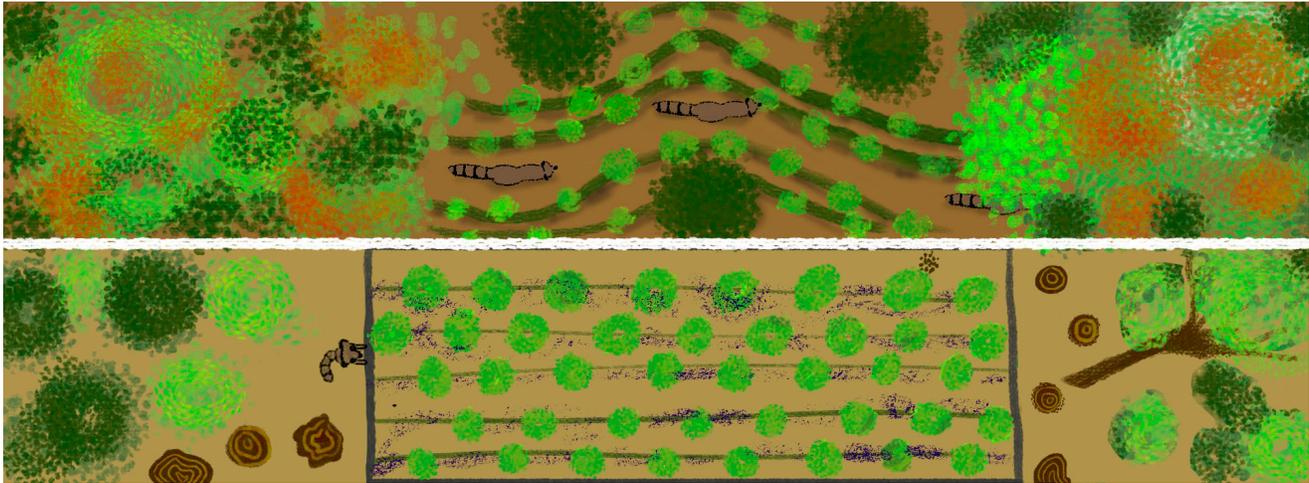


Ilustración: Brenda Laguna García, 2019

Hace algunas semanas el cielo chilango se cubrió por una niebla densa y tóxica, una mezcla de partículas y gases dañinos que afectan a la salud humana. Sin embargo, el resto de los seres vivos también han sufrido por décadas la contaminación y otras problemáticas ambientales, destacó el pasado 24 de mayo, Alicia Mastretta Yanes dentro de la tercera edición del festival de arte y ciencia *El Aleph* dedicado a las ciencias de la complejidad.

La contaminación del aire en la Ciudad de México no es un caso aislado ya que el deterioro de los ecosistemas terrestres y marinos, el cambio climático, el cambio de uso de suelo y la pérdida de la biodiversidad a causa de la actividad humana son problemáticas que van de la escala local a la global.

Mastretta, especialista en genética y evolución de la biodiversidad mexicana, participó junto con otras dos investigadoras en la mesa de diálogo *Intervenciones de la ciencia en redes biológicas*, donde presentaron algunos proyectos enfocados a la comprensión e intervención de problemáticas socioambientales en México.

Los proyectos de Patricia Vélez Aguilar del Instituto de Biología de la UNAM; Alicia Mastretta Yanes catedrática de CONACyT adscrita a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); y Mariana Benítez Keinrad del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) del Instituto de Ecología de la UNAM e investigadora asociada al Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM, pueden dar una luz de esperanza ante la magnitud de los problemas ambientales que enfrentamos.

## DERRAMES PETROLEROS Y HONGOS

Si nos movemos hacia el este de México, encontraremos la Cuenca del Golfo de México. “PEMEX Exploración y Producción, considera que ésta es la región de mayor potencial petrolero”, destaca el [Museo Virtual de Geología](#) del Servicio Geológico Mexicano (SGM) a través de su portal web. Esta región provee el “56% del recurso total del país”.

La industria petrolera, un eje primordial para el desarrollo económico de muchos países, incluyendo el nuestro y del vecino país del norte, ha derivado en un gran número de plataformas de extracción de petróleo crudo que son un riesgo para los ecosistemas marinos.

Hace ya más de nueve años, la industria petrolera generó un daño ecosistémico de gran proporción en el golfo de México: el derrame más grande de petróleo conocido en la historia causado por la explosión y el hundimiento de la plataforma petrolera [Deepwater Horizon](#). Durante la mesa de diálogo Vélez, doctora en ciencias biológicas por la UNAM, consideró este evento como “una historia de muerte y destrucción. [...] Estos ecosistemas no se salvan de la garra del hombre, se encuentran impactados”.

Pero también hay esperanza. Conocer las implicaciones de este tipo de catástrofe ambiental son parte del quehacer científico. A través de la investigación los académicos analizan el cambio de diversidad biológica que generó este incidente que contaminó el norte del Golfo. Vélez, experta en biología evolutiva y genética de la conservación de hongos microscópicos trata de entender cómo es que este impacto en la diversidad de los ecosistemas marino-litorales afecta a la diversidad desde el enfoque microbiológico.

“Aquí la estrella de la corona para mí son los hongos marinos que viven en las playas”, dijo en entrevista.

En un [artículo de investigación](#) publicado en 2012, investigadores de EUA reportaron que después del derrame disminuyó la diversidad de organismos que viven en el lecho marino, entre ellos, algunas especies de hongos marinos. Sin embargo, hay “abundancia de géneros conocidos que degradan hidrocarburos”, mencionan los autores. De esta forma los hongos sobrevivientes tienen potencial para ser usados como un método de biorremediación ante los derrames petroleros. Vélez analiza qué especies de hongos del Golfo tienen esta capacidad.

En entrevista comentó: “estos organismos son la base de las cadenas tróficas en un ecotono del sistema marino al terrestre”, es decir, son la base nutricional para mantener las interacciones entre océano con la costa.

La investigadora y su equipo buscan caracterizar genéticamente cómo la diversidad de hongos marinos del golfo de México responde a diferentes hidrocarburos. Cultivando estos hongos se analizan sus variables fisiológicas, como qué tipo de hidrocarburo pueden degradar con más eficiencia. Identificar “qué genes están utilizando cuando comen hidrocarburos a diferencia de los que activan cuando comen glucosa”, para en un futuro determinar qué especies pueden ayudar a remediar catástrofes ecosistémicas que causan las grandes industrias.

## DEL CIELO CHILANGO

Hacia el centro del país, en la Ciudad de México una de las grandes problemáticas desde la década de los 80s ha sido la [calidad del aire](#). Hasta la fecha convivimos en una cuenca rodeada por montañas que concentra una capa densa de contaminación atmosférica agravada por la actividad humana, “pero la pregunta es: ¿a dónde se va y por dónde sale esta contaminación?”, cuestionó Mastretta al público asistente a la mesa de diálogo.

Cuando las condiciones atmosféricas favorecen el viento, la contaminación sale por las barrancas del sur-poniente de la ciudad, a través de bosques de oyameles y pinos. La contaminación se concentra en estos sitios, específicamente en la alcaldía Cuajimalpa en el Parque Nacional del Desierto de los Leones. Estas condiciones generan cementerios de árboles, similares al cementerio de elefantes de la película *El Rey León*, narró Mastretta.

Los árboles vivos que aún quedan en este sitio se caracterizan por colores rojizos, lo cual indica daño. “Lo comprobamos haciendo cortes histológicos”, explicó la catedrática. A través del microscopio se observa que su estructura celular colapsa y se abren más espacios intercelulares de los que deberían. Agregó que este es un efecto causado por el impacto de la contaminación por ozono, “lo cual provoca problemas para realizar fotosíntesis y que [los árboles] estén más débiles y no se puedan recuperar por plagas o incendios”. Estos daños por ozono han provocado que sea muy complicado reforestar.

Aún así “hay esperanza”, explicó la doctora en ciencias biológicas por la *University of East Anglia*. “En este sitio también encontramos árboles jóvenes [de alrededor de 10 años] que a pesar de la contaminación conservaban un tono verde”, es decir saludable.

Para ver qué es lo que hace distintos a los árboles dañados y los saludables se compararon a nivel genético cómo responden en días de buena y de mala calidad del aire. Encontraron que, en las mismas condiciones atmosféricas, hay genes que se expresan (están activos) de forma distinta en los árboles dañados que en los árboles sanos. Además, los genes que se expresan son distintos cuando la calidad del aire es buena o mala.

La catedrática de CONACyT, comentó que aún no se sabe cómo estos genes podrían estar involucrados con alguna función de la planta que le permita sobrevivir a la contaminación por ozono. Para conocerlo necesitarán analizar una muestra más grande de árboles y entender los mecanismos por los cuales actúan. De hecho, también “cabe la posibilidad de que el proceso sea mucho más complejo de lo que creemos y esté involucrada la interacción con otros seres vivos”. Los primeros resultados así lo sugieren.

Con este proyecto también se busca “incorporar a las reforestaciones a los individuos [árboles] que tienen mayor posibilidad de resistir al ozono para que sean más eficientes.” Es importante recordar que esto se tiene que hacer de forma adecuada y para que se conserve la diversidad de oyameles, porque la pérdida de diversidad traería problemas a futuro, recalcó Mastretta.

La bióloga señaló en entrevista que es importante dejar de imaginar a las ciudades como una burbuja que no interactúa con el medio. “[...] Las ciudades son un elemento más que está conectado con un todo”. Para ello, es esencial generar estrategias desde la ciudad para mejorar las condiciones para nosotros, las plantas y los animales. Destacó que “en esta ciudad podrían existir muchos lugares verdes y se están desaprovechando”, y la necesidad de enfocarse a la recuperación de bosques dentro de la ciudad.

## MODELOS PARA PREVENIR PROBLEMAS EN EL FUTURO

“A distintas escalas podemos observar interacciones”, explicó Mariana Benítez, especialista en modelos matemáticos en biología. Entre genes, entre individuos o entre comunidades. Desde los sistemas microscópicos hasta los macroscópicos “las interacciones [...] se van tejiendo y encadenando”.

“Una herramienta muy importante para entrar al estudio de las partes y el todo son las redes” y la modelación matemática. Es por eso que la investigadora en agroecología, dijo al público de *El Aleph* “vengo a platicar de biodiversidad y agricultura a través de la modelación matemática”. Por más intrigante que suene, eso son las ciencias de la complejidad.

Explicó que los paisajes actuales en el mundo se encuentran fragmentados. “Hay parches de bosques y selvas que están relativamente aislados entre sí y lo que está entre esas partes es suelo de uso agrícola”.

La estructura de los paisajes es muy importante para hablar de conservación ya que lo que hay en medio de los parches de bosques y selvas es decisivo para poder conservar la diversidad biológica. En estos pequeños parches se encuentran ecosistemas completos que pueden perder muchos de sus componentes debido a incendios, depredadores, plagas o cualquier otro evento. Necesitan, entonces, de corredores apropiados por los cuales transitar para mantenerse.

¿Qué corredores son los adecuados? y ¿cómo los estructuramos para facilitar esta dinámica? Aquí es donde se vuelven útiles los modelos matemáticos ya que modificar o experimentar en la vida real conlleva grandes cargas éticas y además se vuelve poco práctico, explicó Benítez, quien también es investigadora asociada al C3 de la UNAM.

Benítez y su grupo de trabajo pusieron en marcha un proyecto de modelación matemática que genera paisajes hipotéticos y arroja ideas de cómo podríamos construir paisajes que permitan la conservación de la biodiversidad. Este trabajo está publicado en la revista *Ecological Complexity* y en el servidor de acceso abierto [bioRxiv](https://doi.org/10.1007/s11692-018-9411-1).

En su modelo consideraron tres tipos de parches: bosque, agricultura permeable –que facilita la supervivencia de especies nativas– y agricultura impermeable, que dificulta el paso de especies nativas por el uso de pesticidas y herbicidas.

Los investigadores modificaron la cantidad y localización de estos parches, generando paisajes hipotéticos, con más o menos agricultura permeable y no permeable, en combinación con los parches de bosque. “Con ayuda de la modelación matemática simulamos comunidades ecológicas de más de tres especies a las cuáles les permitimos moverse y vimos en qué tipos de paisajes sobrevivieron más o menos especies.”

De esta forma los investigadores pueden darse una idea de qué tipo de paisaje contribuye al tránsito y la conservación de especies. De acuerdo con sus resultados, entre mayor número de parches de agricultura impermeable menor el número de especies que sobrevive. Por otro lado, mientras más fragmentado esté el ecosistema disminuirá abruptamente el número de especies. En cambio, “cuando hay una alta permeabilidad la fragmentación parece no afectar el tránsito de especies o por lo menos no es un factor importante”

La investigadora advierte y recuerda que son estas hipótesis y modelos simplificados, pero permiten un primer acercamiento para entender cómo funciona esta dinámica.

## DEL LABORATORIO AL CAMPO

Para determinar qué tipo de prácticas y características tiene una agricultura permeable están trabajando en colaboración con una comunidad de Zaachila, Oaxaca. En esta zona compararon la diversidad de coleópteros (escarabajos), entre regiones con agricultura industrializada y aquellas con manejo tradicional campesino.

Encontraron que existe mayor diversidad de escarabajos en zonas de agricultura campesina. “Esto es algo muy interesante porque los coleópteros son empleados como indicadores de biodiversidad ya que están involucrados con muchas interacciones ecológicas”, explicó Benítez durante la charla. “Lo que los datos sugieren es que las prácticas campesinas en algunas zonas de Zaachila Oaxaca tienen las características de agricultura permeable a la diversidad nativa y además favorecen su conservación”.

Existen [estudios](#), como el de Emilio Mora Van Cauwelaert, especialista en agroecología y profesor de dicha materia en la Facultad de Ciencias de la UNAM, que muestran que alrededor de estas prácticas tradicionales también existe toda una riqueza gastronómica, cultural e identitaria asociada.

Al final de la mesa de diálogo Benítez cuestionó: ¿a qué le apostamos frente al cambio climático? Ante este problema complejo, dijo, debemos de mantener los procesos e interacciones creadores de biodiversidad lo que incluye el manejo campesino de la variedad agrícola. Para ello, es primordial el trabajo transdisciplinario entre campesinos y academia.

Por su parte Vélez, además de compartir esta visión considera que para poder resolver este tipo de problemáticas ambientales: “lo más importante es la vinculación con las universidades, y con quienes están generando la información”, dijo en entrevista. Es “una necesidad de quienes toman las decisiones pero también es una responsabilidad de los que estamos trabajando de este lado”.

Alfonso Valiente Banuet, investigador del Instituto de Ecología y del C3 de la UNAM, en entrevista hizo eco a esta idea, recalcando el trabajo conjunto y el diálogo entre distintos actores. El gobierno, las industrias, academia y las comunidades son el eje que puede resolver estas problemáticas.

El ecólogo hizo énfasis en el trabajo con las comunidades campesinas ya que éstas son las que trabajan directamente con la diversidad, la defienden, la mantienen y la diversifican. Por último, recalcó la importancia de conservar la biodiversidad ya que “la base material para el desarrollo de cualquier país son sus recursos naturales”.