EDITORIAL

A estas alturas resulta ya casi redundante mencionar los efectos que el tipo de desarrollo que la humanidad ha experimentado en los dos últimos siglos ha tenido sobre el ambiente tanto local como mundial. Tanto numerosos estudios y reportes de índole local o nacional, como especialmente la relativamente reciente evaluación de los ecosistemas del Planeta (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005) han dejado claro lo que está ocurriendo tanto en relación con el clima del Planeta, como con los ecosistemas marinos y terrestres. Basten algunos ejemplos para ilustrar dichos efectos.

Los bosques del mundo se están perdiendo a una tasa anual superior a 100,000 kilómetros cuadrados, la mayor parte de ellos en las zonas tropicales de los países en desarrollo. Como consecuencia de ello, la tasa de extinción se ha aumentado entre dos y tres órdenes de magnitud sobre lo que se podría considerar la “tasa de extinción histórica”. Más de dos terceras partes de las pesquerías del mundo están al máximo de su producción o ya están sobreexplotadas; varias de ellas, como la del bacalao del Atlántico Norte, se han colapsado sin posibilidades de recuperación en tiempos razonablemente cortos desde el punto de vista económico. Como ejemplo notable de esta sobreexplotación, en 1999 la pesca mundial se redujo a menos de 20 kilogramos *per capita*, lo cual la hace la más baja en cinco años. El CO₂ en la estratósfera se ha incrementado en 50% en comparación con la concentración de este gas en tiempo preindustriales y cada año se acumulan entre 3.5 y 4 mil millones de toneladas de carbono en la atmósfera que ya no pueden ser capturados por los ecosistemas marinos y terrestres. Más de 50% de la superficie terrestre ha sido profundamente alterada por la acción antrópica, principalmente con el fin de producir alimentos, y alrededor de la mitad de esa superficie está dedicada a la producción agrícola, el resto a la pecuaria.

En lo que se refiere al agua, el impacto del desarrollo humano ha sido enorme: las presas y embalses del mundo contienen más de cuatro veces el agua de todos los ríos y lagos, lo cual afecta a enormes extensiones de humedales, lagunas continentales y costeras, manglares, etc. La duplicación del insumo de nitrógeno al planeta por encima del fijado naturalmente para fines de producción agrícola ha significado la generación de más de 50 zonas muertas (hipóxicas) alrededor del mundo, con efectos severos sobre las poblaciones ribereñas que dependen para su subsistencia de la pesca costera.

Por otro lado, se han incrementado las áreas terrestres del mundo que, según la UICN, están bajo algún régimen reconocido de protección, a un poco más de 11% de la superficie terrestre -aunque no hay nada comparable para las áreas marinas-, pero hay que hacer notar que tales áreas no han sido diseñadas o escogidas bajo principios científicos en términos de su extensión, forma o representabilidad de la biodiversidad del Planeta, y que grandes extensiones están constituidas por zonas heladas o desérticas. En realidad faltaría muchísimo para lograr una mayor extensión y mejor representación de la diversidad biológica contenida en los ecosistemas más importantes del Planeta.

Adicionalmente, hay que considerar la dinámica poblacional de la Tierra y lo que dicha población significará como impacto sobre los recursos de la misma. Hacia la mitad del presente siglo tendremos, en el mejor de los casos, al menos nueve mil millones de habitantes (cerca de 50% más personas que las que actualmente habitamos el Planeta). La FAO estima que, para alimentar a esa población, debería existir una disponibilidad de alimentos de al menos el doble de la actual, resultado del incremento de demanda de comida *per capita*. Esto no necesariamente implica que habría que *producir* más del doble de alimentos que ahora -sin duda hay muchos problemas de distribución que causan “escasez” artificial de alimentos- pero no toda la demanda se podrá atender resolviendo estos problemas y sí habrá necesidad de mayor producción.

Hay dos vías para lograr mayor producción global de alimentos en la agricultura: la primera es incrementar la productividad agrícola; la segunda es aumentar el área bajo cultivo. El mecanismo usual de incremento de productividad ha sido la aplicación de insumos como agua, fertilizantes y plaguicidas, entre otros, prácticas que han resultado en una enorme lista de problemas ecológicos globales. La segunda opción se ve poco viable, pues el margen de tierras útiles para una agricultura razonablemente productiva es en extremo pequeño y en muchos lugares inexistente; ampliar la frontera agrícola en estas condiciones significaría la pérdida de los pocos ecosistemas primarios remanentes, especialmente en las zonas tropicales, donde la demanda por alimentos tendría que ser satisfecha mayoritariamente con productos locales, no de importación. Por otro lado, la obtención de alimentos marinos, ya sea por extracción de poblaciones naturales o por producción bajo cultivo, tiene problemas idénticos a la producción agrícola: contaminación, ineficiencia ecológica y sobreexplotación de recursos, sin áreas de reserva aún por explorar.

Para ello será crucial aprender a manejar inteligentemente el “paisaje” como un conjunto de ecosistemas que se complementan no sólo ecológica, sino también económicamente. Será igualmente central aprender a restaurar los ecosistemas degradados para lograr la conservación del mayor grado posible de diversidad biológica, así como de las funciones que las comunidades son responsables de los servicios que recibimos de los ecosistemas, y en el esfuerzo de restauración tendremos que aprender a desarrollar y usar *todas* las tecnologías posibles de restauración que sean aplicables a las condiciones ecológicas –y también sociales– específicas de las regiones objeto de estos programas.

Llevar a cabo lo anterior no es tarea sencilla. Para lograr resultados satisfactorios en esfuerzos de restauración se requiere desarrollar una capacidad de trabajo *realmente* interdisciplinario. Hay obstáculos para ello. La restauración ecológica es una tarea relativamente nueva no sólo en México sino en la mayor parte del mundo. El número de personas, ya no digamos grupos, con experiencia de primera mano en realizar proyectos de restauración en México es en extremo pequeño, en especial en áreas diferentes de las estrictamente relacionadas con el componente ecológico del fenómeno (*e.g.* economía, sociología, derecho, antropología). Igualmente, la estructura de evaluación y apoyo en las áreas académicas en las instituciones de enseñanza e investigación no está diseñada ni acostumbrada a evaluar adecuadamente el trabajo interdisciplinario, estimulándolo cuando está bien hecho y es relevante, o exigiendo que se haga bien. Nuestras instituciones son en extremo viscosas

para desarrollar nuevos criterios para evaluar adecuadamente nuevas formas de hacer investigación, como es el caso de los problemas ecológicos que enfrentamos, entre ellos la restauración ecológica.

La integración de las comunidades dueñas de las áreas por restaurar es indispensable y debe ocurrir desde el diseño del proyecto. También hay obstáculos para ello, pues la mayoría de quienes hemos hecho investigación ecológica no estamos acostumbrados o adecuadamente entrenados a trabajar con grupos sociales desde un principio del proyecto, haciendo a estos grupos realmente parte del proyecto de investigación/restauración. La naturaleza de estos procesos de restauración, en especial su duración, exigen el involucramiento y convencimiento de las comunidades participantes. Finalmente, tenemos que empezar a entrenar a las nuevas generaciones de ecólogos –al menos los que desean trabajar en aspectos aplicados– en forma *realmente* interdisciplinaria en restauración ecológica. Algunos de los problemas relacionados con la evaluación del trabajo académico se reflejan también en la posibilidad de estructurar programas verdaderamente interdisciplinarios, en los que alumnos provenientes de diferentes disciplinas, como leyes, economía, sociología, agronomía, antropología, biología, etc. puedan ingresar bajo criterios propios del programa y ser miembros de una misma clase, en un programa de restauración ecológica, impartida por profesores que diseñan sus cursos de manera adecuada a los fines de un programa de restauración ecológica. La experiencia de quienes dirigimos la Orientación en Restauración Ecológica de la Maestría en Biología Ambiental (Posgrado de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México), ha sido hasta ahora bastante frustrante en este sentido.

Existen en mi opinión varias bases para aumentar las probabilidades de éxito en un programa de restauración ecológica. Algunas de ellas quedan ilustradas en algunos de los siete trabajos que conforman este Suplemento del *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, que muy acertadamente se ha producido por el interés del editor del *Boletín*, Jorge A. Meave y del de Julia Carabias y Javier Álvarez Sánchez. Aunque el número de trabajos no es muy grande, sí presenta el conjunto una variedad de enfoques, desde los de experiencias en diferentes condiciones ecológicas, geográficas y sociales, hasta el análisis de políticas públicas y sus avances y limitaciones.

Una de las bases *sine qua non* de un proyecto exitoso de restauración es la definición clara de metas por alcanzar en el proceso, metas que pueden variar con el objetivo de la restauración. Se puede restaurar, entre otros objetivos, con fines económicos (*e.g.* producción de madera) o bien para maximizar la cobertura foliar de una zona o para maximizar la diversidad biológica de la misma; todas son metas válidas, pero cada una requiere de procesos distintos y por ende de evaluaciones distintas. Si no hay metas bien definidas, resulta imposible tener los programas adecuados de monitoreo del proceso de restauración y consecuentemente los mecanismos de evaluación de los resultados de ese proceso.

Igualmente indispensable es un conocimiento detallado de los procesos de sucesión secundaria. Esto debe incluir no solamente un buen conocimiento de los procesos de sucesión en diferentes condiciones temporales y espaciales del tipo de vegetación de que se trate, sino también de las especies clave y las

fases clave del proceso, en otras palabras, una buena “película” de los *grupos funcionales clave en una escala temporal*. En la medida en que se conozca mejor el proceso de sucesión secundaria en el sistema que se quiere restaurar, mayor éxito y mayor eficiencia en dirigir el proceso se tendrá en los intentos de restauración.

Si lo anterior es importante, el conocimiento de la dinámica de cambio del suelo es aún más importante. En mi opinión, no hay manera de *dirigir* sensata y eficientemente un proceso de restauración si no se tiene un conocimiento de la dinámica edáfica del lugar. La matriz que sostiene todo el proceso de restauración es el suelo; entender como protegerlo o ayudar a su regeneración es crucial, por lo que el conocimiento de la biología y la físico-química del suelo es un campo indispensable en un proyecto y requiere de la participación de especialistas en este campo. A pesar de que dos de los trabajos que forman este suplemento especial se acercan a este tema por medio de la discusión del papel de las micorrizas en el establecimiento de algunas plantas, el hecho es que hay una enorme falta de especialistas en edafología y biología de los suelos que hayan ganado experiencia en procesos de sucesión secundaria o de restauración.

Otros puntos son también de suma importancia en el intento de asegurar el éxito de un programa de restauración; los mencionaré brevemente a continuación. El primero es la consideración central del componente social, especialmente cuando el programa de restauración se ubica en terrenos comunitarios; esto debe ocurrir con la participación de investigadores experimentados en el entendimiento de las características y requerimientos sociales de las comunidades involucradas y acompañada de buena experiencia en técnicas de resolución de conflictos. Otro elemento del área social es el relativo a un análisis objetivo de la economía del proceso de restauración; alguien tiene que pagar por el mismo –directa o indirectamente– y consecuentemente es importante saber si, en otras palabras, “el caldo no es más caro que las albóndigas”. Los proyectos de restauración deben diseñarse y conducirse bajo un enfoque de “manejo adaptativo”, es decir, de monitorear permanentemente el proceso y tener la flexibilidad de cambiar o mantener su rumbo dependiendo de los resultados en función del objetivo de restauración.

Finalmente mencionaré que tenemos que insistir, todos los interesados en restauración ecológica, en la necesidad de que nuestras instituciones –académicas, gubernamentales y de la sociedad– prioricen la importancia de la restauración ecológica en sus programas y marcos normativos. Tenemos al menos la experiencia básica para que ello ocurra. Ojalá que este Suplemento del *Boletín de la Sociedad Botánica de México* contribuya a promover este proceso.

José Sarukhán
Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México

Referencia

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: a Framework for Assessment*. Island Press, Washington, D.C.