

ECOFRONTERAS

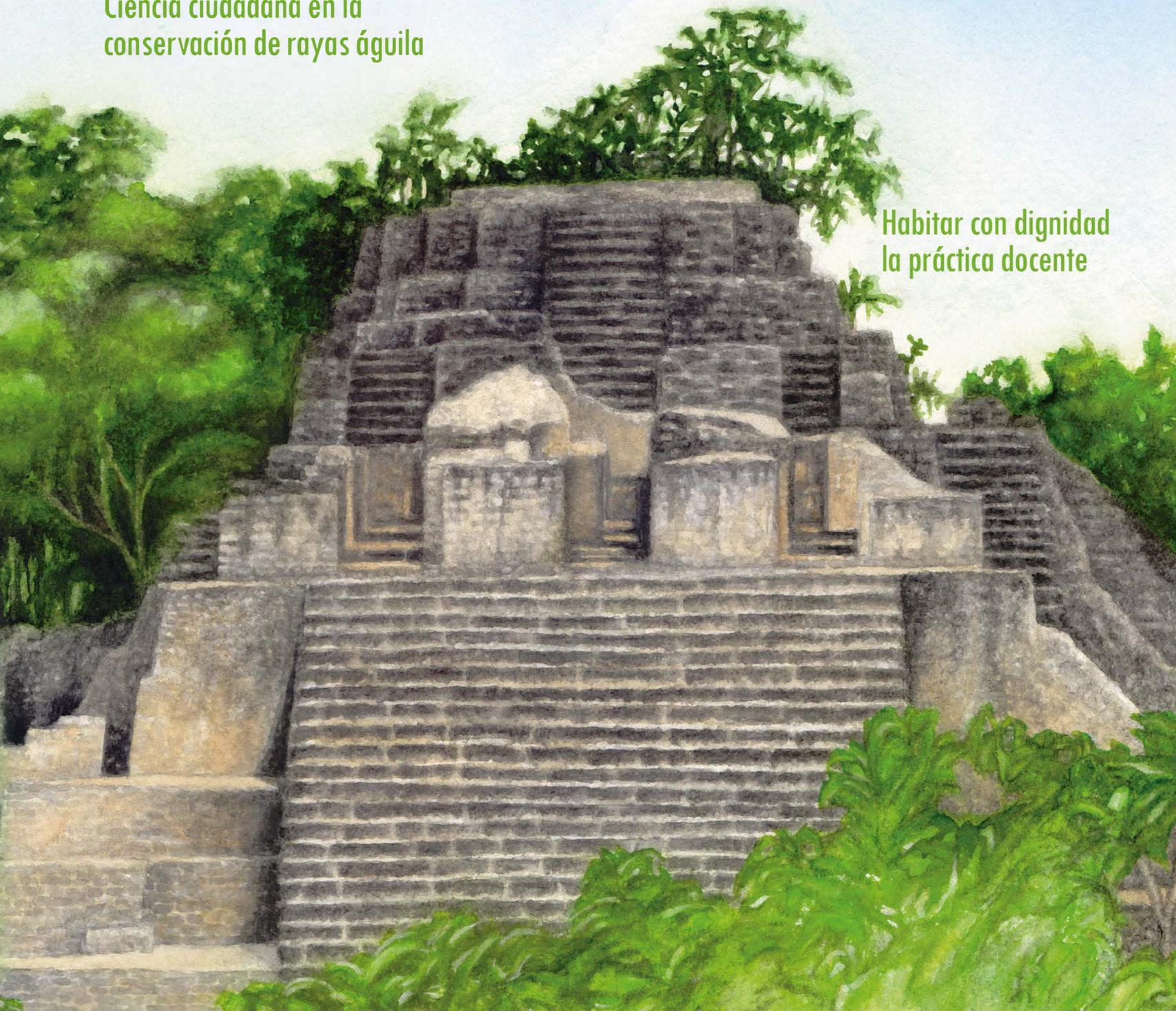
ISSN 2007-4549

Revista cuatrimestral de divulgación de la ciencia • ECOSUR • vol. 23 • N° 66 • mayo/agosto 2019

SELVAS DE CALAKMUL TESORO MAYA Y PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Ciencia ciudadana en la
conservación de rayas águila

Habitar con dignidad
la práctica docente





Laura López Argoitia

Editora

Rina Pellizzari Raddatz

Diseño, diagramación interior e ilustración de portada

Carla Quiroga Carapia

Ecofronteras digital

José Armando Alayón Gamboa

Asesoría temática del número

Martha Duhne Backhauss

Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.

Rocío Ledesma Saucedo

Instituto Politécnico Nacional (revista *Conversus*)

Rolando Riley Corzo

Universidad Autónoma de Chiapas

Consejo Consultivo

Trinidad Alemán (ECOSUR San Cristóbal)

Martha García (ECOSUR Chetumal)

Pablo Liedo (ECOSUR Tapachula)

Fernando Limón (ECOSUR San Cristóbal)

Azahara Mesa (ECOSUR Villahermosa)

Dolores Molina (ECOSUR Campeche)

Georgina Sánchez (ECOSUR San Cristóbal)

Juan Jacobo Schmitter (ECOSUR Chetumal)

Miguel Ángel Vásquez (ECOSUR San Cristóbal)

Manuel Weber (ECOSUR Campeche)

Consejo Editorial

Corrección de estilo: Magdalena Jiménez y Laura López. Documentación fotográfica para portada: Pavel Kirillov, Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic. Distribución general: El Colegio de la Frontera Sur (Esthefania Munguía). **Ecofronteras**, Vol. 23, Número 66, mayo-agosto de 2019, es una publicación cuatrimestral de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con domicilio en Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María Auxiliadora, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Teléfono: (967) 674 9000. www.ecosur.mx.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2010-121518142600-102. ISSN 2007-4549. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título núm. 13743, y Licitud de Contenido núm. 11316. Ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

Editora responsable: Laura López Argoitia.

Publicación impresa por Servicios Profesionales de Impresión, SEPRIM, Calle Siembra N°1, bodega 5, Colonia San Simón Culhuacán, Delegación Iztapalapa, C.P. 09800, Tel. (55) 54437754, CDMX. Este número se terminó de imprimir el 20 de abril de 2019, con un tiraje de 1,000 ejemplares.

El contenido de los artículos es responsabilidad de autoras y autores. La adecuación de materiales, títulos y subtítulos corresponde a los editores. La reproducción total o parcial de los textos e imágenes contenidos en esta publicación requiere autorización: llopez@ecosur.mx. Ecofronteras pertenece al Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, y está integrada al catálogo de Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), así como a la base de datos con formato de colección a texto completo LatAm Studies (Estudios especializados en América Latina y el Caribe).

IDENTIFICACION

DENUESTROPOZO

Editorial

José Armando Alayón Gamboa

Primeros años de una reserva que se volvió patrimonio de la humanidad

William J. Folan y José Manuel García Ortega

Una selva milagrosa

José Adalberto Zúñiga Morales

Aguadas de Calakmul, santuarios de vida silvestre

Rafael Reyna-Hurtado

Los sistemas de bajos inundables en la península de Yucatán

Alejandro Morón Ríos y Gustavo Enrique Mendoza Arroyo

Tierra de sueños encontrados entre la ganadería y la conservación

Sophie Calmé, Birgit Schmook, Rehema M. White y Lou Lecuyer

Calakmul frente a la primera mitad del siglo XXI

José Armando Alayón Gamboa, José Adalberto Zúñiga Morales y Perla Noemí Ortiz Colín

MIRANDOALSUR



APUERTASABIERTAS

Ciencia ciudadana en la conservación de rayas águila

Florencia Cerutti-Pereyra, Ximena Arvizu-Torres, Ixchel García-Carrillo y Kim Bassos-Hull

Aves urbanas, biodiversidad no visible en Isla Mujeres

Roberto Carlos Barrientos-Medina y Rosiluz Ceballos-Povedano

Herramientas genéticas para proteger a la naturaleza

Yessica Rico Mansebo del Catillo

ENTREVISTA

Habitar con dignidad la práctica docente. Conversación con Charles S. Keck

Laura López Argoitia

DELITERATURA Y OTROS ASUNTOS

De vuelos y otras realidades

Esthefania Munguía Sánchez



1

2

6

9

13

15

18

21

22

26

30

34

38

Editorial

iCalakmul está de fiesta! Ecofronteras celebra los 30 años del decreto de creación de la Reserva de la Biósfera Calakmul —el 23 de mayo de 1989— con una serie de artículos que nos introducen a un viaje por este majestuoso lugar y que dan cuenta de los esfuerzos de la comunidad científica nacional e internacional para estudiar el entorno natural, cultural, social y económico de la región; del papel que han desempeñado los gobiernos y la sociedad civil para su desarrollo y conservación, y de los retos actuales que enfrenta la reserva en el proceso de desarrollo del territorio municipal.

En esta edición presentamos una síntesis del extraordinario trabajo que William J. Folan y su equipo realizaron en la zona desde antes de su decreto como reserva; junto con instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil e instancias gubernamentales que tuvieron que sortear el contexto político, social, económico y legal de aquellos años. Como continuidad, a través del texto de José Zúñiga podremos comprender el valor universal excepcional que para la humanidad tiene esta selva moldeada desde la civilización maya, donde mediante la conservación *in situ* se

mantiene una rica diversidad de flora y fauna en un entorno megadiverso.

A continuación, el artículo de Rafael Reyna documenta la forma en que las diversas especies, varias en peligro de extinción o bajo amenaza, interactúan y dependen de recursos clave, como son las llamadas aguadas. Estas lagunas superficiales son verdaderos santuarios de vida para la conservación del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) o el pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*), entre otros ejemplos de fauna emblemática. En su escrito y en el de Alejandro Morón se menciona que el cambio climático, junto con la fragmentación del paisaje y el aumento de presión por actividades humanas (sobre todo en la transformación de la selva para actividades productivas), implican una constante amenaza para la reserva en su conjunto, incluyendo el funcionamiento del sistema de bajos inundables, vital en la conservación de especies de flora que aportan valiosos servicios ecosistémicos en la región.

En cuanto a las mencionadas actividades productivas, en Calakmul se han generado conflictos en torno a la producción ganadera y la conservación nada menos que del jaguar, importante no solo en térmi-

nos ecológicos sino como poderoso factor cultural. Sophie Calmé y sus colaboradoras enfatizan la importancia de la construcción de espacios de diálogo que involucren al sector ganadero en los procesos de reflexión, participación y toma de decisiones para lograr una gestión eficaz en el manejo de fauna.

Por último, José Zúñiga, Perla Ortiz y yo planteamos los nuevos desafíos que Calakmul tiene de frente ante el impulso de un modelo de desarrollo regional para el sureste de México, que requerirá de fuertes alianzas estratégicas interinstitucionales para aprovechar la experiencia generada a partir de la investigación científica y la construcción de capacidades para el desarrollo. La meta es garantizar de forma sostenible un bienestar social y el mantenimiento del valor universal excepcional, la integridad y la autenticidad que hoy ostenta este sitio en su declaratoria como patrimonio mixto de la humanidad, otorgada por la UNESCO en junio de 2014 a la "Antigua ciudad maya y bosques tropicales protegidos de Calakmul".

José Armando Alayón Gamboa, Departamento de Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR.

DE NUESTRO POZO

Primeros años
de una reserva que se volvió

patrimonio
de la **humanidad**

Mirar hacia atrás muestra el largo camino recorrido desde que, en los años treinta, Cyrus Longworth Lundell se topa con las sorprendentes ruinas de Calakmul en el corazón de la selva campechana, hasta que ese asombroso lugar fuera nombrado patrimonio mixto de la humanidad por la UNESCO, en 2014. William J. Folan, uno de los protagonistas de esta historia, nos comparte una síntesis del proceso.

El descubrimiento

William J. Folan y José Manuel García Ortega

Durante uno de sus viajes de estudio a principios de la década de 1930, el cual daría origen a sus ya clásicos trabajos sobre la vegetación del Petén y la fitofisiografía de la península de Yucatán, el botánico Cyrus Longworth Lundell se encontró con las imponentes ruinas de Calakmul en medio de la espesa selva del Petén campechano. De la existencia del sitio ya había tenido noticias por parte del capataz de la Central Chiclerera de Buenfil, localizada al norte a unos 16 kilómetros por brecha. Después de informar a Sylvanus G. Morley del descubrimiento, este último y varios investigadores de la Institución Carnegie de Washington comenzaron a topografiar, fotografiar y dibujar tanto la arquitectura como los textos dinásticos de más de 80 estelas. Quizá sin saberlo, se estaban rea-

lizando descubrimientos y registros de uno de los centros urbanos administrativos más grandes y poderosos del área maya.

Cincuenta años habrían de transcurrir para que alguien volviera a preocuparse por el lugar, aunque hubo especialistas realizando investigaciones en la región del Río Bec, entre 1969 y 1973, además de que Eric Von Euv del Museo Peabody de la Universidad de Harvard se dedicó a fotografiar y dibujar textos dinásticos de Calakmul entre 1974 y 1976.

El proyecto de creación de la Reserva de la Biósfera Calakmul¹ se sitúa a principios de la década de 1980. Aunque la decisión de formar un área natural protegida se gestó oficialmente en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) a finales de 1983, su concepción como proyecto de conservación, ligado a otro de investigación arqueológica, se ubica entre 1974 y 1982, antes y después del nacimiento del

¹ Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en Ecofronteras la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.

Centro de Investigaciones Históricas y Sociales (CIHS) de la entonces Universidad Autónoma del Sureste (UAS), hoy Universidad Autónoma de Campeche (UAC). El ilustre investigador campechano Román Piña Chan (qepd) invitó al doctor William Folan y a su esposa Lynda Florey Folan a colaborar en la formación del CIHS, de cuya dirección se hizo cargo Folan desde un principio. Gracias a un permiso otorgado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), al apoyo presupuestal de la UAS y el soporte logístico del Gobierno del Estado, en abril de 1982 se iniciaron las exploraciones arqueológicas, y 84 meses después se presentó un mapa de 30 km² que incluía 6,250 estructuras y rasgos culturales.

Creación de la reserva

Al inicio se planteó la creación de un parque nacional que además de proteger la zona, facilitara un registro del desarrollo y la decadencia de Calakmul (y sus múltiples ciudades tributarias) y su entorno ambiental, a fin de integrar una visión sociocultural, económica y natural de la región durante

los últimos 2,400 años. Al final, una propuesta de crear un parque ecoarqueológico despertó el interés oficial por integrar un área natural protegida. Como dato interesante, algunos campechanos habían llegado a sugerir un parque cinegético por ser entonces un territorio de cacería de jaguares, actualmente en peligro de extinción.

Siguieron meses de gestiones que involucraron a varias instancias y personas comprometidas, hasta que en 1983 se acordó realizar una evaluación preliminar de Calakmul, como primer paso para su posible inclusión en el recién creado Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). La superficie estimada era de 415,771 hectáreas, con una zona núcleo, una de amortiguamiento y otra arqueológica. La extensión era menor a la que se había planteado antes, pues se comprobó que existían poblaciones humanas en el lugar, y se consideró que excluirlas de los límites reduciría riesgos de oposición local al proyecto, ya que no se afectarían derechos de asentamiento. Además, desde un punto de vista estrictamente ecológico, se pretendía incluir en el SINAP territorios con niveles mínimos de perturbación. La propuesta consistía en una reserva de la biósfera que incluyera un parque nacional de carácter histórico, correspondiente al sitio arqueológico de Calakmul y sus alrededores.

En 1984 y 1985 se generaron fuentes de acción a favor y en contra del proyecto

en la Ciudad de México y Campeche. Mientras tanto, se siguió recabando la información necesaria para elaborar un borrador del decreto presidencial y un plano oficial de lo que sería la reserva y su poligonal definida. El proceso fue complejo, pues había problemas relacionados con la industria forestal y con la presencia de brigadas de Petróleos Mexicanos en trabajos de prospección y exploración, mismos que fueron suspendidos, más por la crítica situación financiera de la paraestatal que por las gestiones para suspender las actividades.

Planeación de un área natural protegida

En 1987, el Simposio sobre Universidad y Medio Ambiente organizado en Campeche por la delegación estatal de la SEDUE y la UAC, revitalizó el interés local en la formación de la reserva, ya que de alguna manera el sector gubernamental reconoció los esfuerzos y el legítimo derecho que las instituciones académicas tenían en la formación y manejo de las áreas naturales protegidas. Asimismo, la participación de grupos no gubernamentales se hizo patente, pues además del trabajo de Biocenosis A.C., en esa época se incorporó Pronatura A.C. (en un principio a través de INIREB-Yucatán).

Paralelamente técnicos de la SEDUE a nivel estatal y central, continuaban impulsando la propuesta del decreto que crearía la reserva. Se había optado por ampliar la

superficie total en casi 70%, al incorporarse más de 300 mil hectáreas de terrenos nacionales al norte de la carretera Escárcega-Chetumal, correspondientes a la región que antes había proveído de madera al aserradero de Zoh-Laguna (sitio de intensa extracción maderera en la década de 1960). Dicha incorporación de superficie adicional fue criticada por carecer de una evaluación *in situ* debidamente realizada, igual que ocurrió con el diseño de la zonificación de toda la reserva, ya que no se consideró el estado de conservación de los ecosistemas representativos o su importancia sociocultural y económica. Esto implicó ciertas restricciones de manejo que pudieron haberse previsto.

Las limitantes de información para el programa pretendían ser superadas mediante fondos internacionales para obtener datos mínimos necesarios. Desde 1988 la World Wildlife Fund y The Nature Conservancy, a través de Pronatura Península de Yucatán A.C. y de Ecosfera A.C., apoyaron estudios que aportaron datos sobre vegetación, aves, mastozoología, fisiografía y cartografía, aspectos sociales, económicos y usos del suelo. Por su parte, la UAC, a través del CIHS y con el apoyo de Biocenosis A.C., Conservación Internacional y la Fundación MacArthur, profundizaron en cuestiones de arqueología, climatología e hidrología, y sus implicaciones en los patrones de uso del suelo.



Biólogos que ayudaron en la formación de la Reserva de la Biósfera Calakmul.

El proyecto de decreto, que había sido entregado por el jurídico de la SEDUE al de la Presidencia de la República desde finales de 1986, fue sistemáticamente boicoteado por varios sectores. Sin embargo, fue sustantiva la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico, que fortaleció las atribuciones de la SEDUE y dio un sustento legal a la categoría de reserva de la biósfera (aunque ya existían áreas protegidas con esa categoría, como La Michilla y Sian Ka'an). También fueron importantes los compromisos internacionales en cuanto a conservación de reservas naturales en zonas fronterizas, en particular el que suscribieron los presidentes de México y Guatemala en 1988.

Así, el 23 de mayo de 1989, siete años después de que investigadores de la UAC promovieran por primera vez la idea, fue creada por decreto presidencial la Reserva de la Biósfera Calakmul, con una extensión de 723,185.12 hectáreas. Se divide en dos zonas núcleo y una zona de amortiguamiento sobre los márgenes norte y sur de la carretera Escárcega-Chetumal, en los municipios de Champotón y Hopelchén, Campeche.

El indispensable plan de manejo

A raíz de la publicación del decreto y de un material de *National Geographic* que llegó a más de 10 millones de lectores, los esfuerzos se encaminaron hacia un programa de manejo para aplicar adecuadas normas de carácter científico, técnico y educativo. La SEDUE realizó diversas convocatorias a las que acudieron representantes de todas las dependencias federales y estatales involucradas, además de instituciones académicas y grupos no gubernamentales, por ejemplo: el Centro de Investigaciones en Bosques Tropicales (ya desaparecido), la Sociedad Calakmul A.C., el INAH, el Instituto Nacional Indigenista, varias secretarías estatales y gobiernos municipales, así como representantes de la Asociación Rural de Interés Colectivo "Maderas Preciosas de Campeche", a la cual estuvieron afiliados algunos productores de la región.

Todas las aportaciones se incorporaron a lo que resultó el primer intento de un plan de manejo. Las carencias no solo fueron señaladas por entidades académicas y profesionales, sino también, y en forma determinante, por los representantes del gobierno estatal, cuya necesaria participación en instancias directivas y de coordinación no se estaba definiendo con claridad. Quizá la propuesta con mayor adhesión y que a la postre resultó definitiva, fue adjudicar a la UAC la responsabilidad de la elaboración del plan, con la coordinación del doctor Folan. La propuesta fue aprobada por la Dirección General de Conservación Ecología de los Recursos Naturales de la SEDUE, hoy Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, principal responsable político de la reserva.

La decisión no solo representó un reconocimiento explícito del papel de la UAC en Calakmul desde 1982, sino que indica un cambio en la actitud centralizadora en la gestión ambiental de nuestro país y mayor sensibilidad política, toda vez que la experiencia mundial ha demostrado que la participación de actores regionales y locales en los procesos de toma de decisión —por su mayor grado de vinculación histórica y conocimiento de situaciones y requerimientos— es un factor preponderante en la viabilidad de los proyectos. En nuestro país, la integración de instituciones regionales de investigación en coordinaciones ha sido fundamental para los planes de manejo en reservas naturales importantes, como Sian Ka'an (Quintana Roo), Mazatlán (Jalisco) y recientemente Montes Azules (Chiapas), la Laguna de Términos y los Petenes (Campeche).

Finalmente, como corolario de esta reseña, mencionaremos que en 1992 se firmó el convenio entre la SEDUE y la UAC, mediante el cual la primera asigna a la segunda la elaboración del programa de manejo de la reserva. Este se integró en cuatro volúmenes, incluyendo presupuesto para su manejo y presentación al Banco Mun-

dial, quedando así una reserva documentada y decretada, además de una petición de fondos esenciales. Como es costumbre del CIHS de la UAC de trabajar en equipo y repartir responsabilidades y créditos, los biólogos José Manuel García Ortega y María Consuelo Sánchez González fueron invitados a participar como coordinadores del proyecto.

Todo lo demás es historia

En la búsqueda de mayor reconocimiento para la reserva y su gran acervo cultural, en 1991 Folan leyó una ponencia durante el Foro de Consulta sobre Medio Ambiente en Ciudad del Carmen, Campeche, explicando que resultaba coherente que Calakmul y su reserva fueran decretados como patrimonio de la humanidad. La ponencia fue publicada por *Pleamar*, revista del IV Comité Regional de la CONALMEX-UNESCO, a inicios 1992. La UAC reiteró la petición en varias ocasiones.

Hoy en día nuestra posición como autores intelectuales del Proyecto Calakmul y de la reserva tropical más extensa de Mesoamérica, y como coordinadores de su plan de manejo, es apoyarla sin importar en manos de quién esté en un momento dado. Nos mantenemos siempre cerca, ya que la investigación básica que dio luz a esta área protegida y al nuevo municipio ecológico de Calakmul (el de más reciente creación en Campeche), puede ser la misma clase de investigación que la mejore y beneficie.

La UNESCO nombró a la ciudad de Calakmul y su reserva como patrimonio cultural de la humanidad el 27 de junio 2002, pero no fue hasta el 4 de agosto de 2014 que la declaró patrimonio mixto (cultural y natural), lo cual es inspiración para trabajar en la protección, cuidado y valoración de este sitio. 

William J. Folan es director e investigador emérito del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche (wjfolan@uacam.mx). José Manuel García Ortega es integrante de la Dirección General de Actividades Cinematográficas, Coordinación de Difusión Cultural UNAM (jmgar@unam.mx).



Una selva milagrosa



Calakmul es una selva "humanizada" con especies leñosas que se propagan mediante resistentes rebrotes, con una rica biodiversidad que persiste a pesar de la intervención humana por las características del sitio y por la forma en que se ha llevado a cabo la interacción entre personas y naturaleza desde hace más de dos mil años, todo lo cual fue clave en su denominación como bien mixto (natural y cultural) en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO.

José Adalberto Zúñiga Morales

Rebrote de las plantas leñosas

La Reserva de la Biósfera Calakmul¹ ha tenido una intervención humana significativa por más de dos mil años, periodo que abarca el florecimiento de la civilización maya. El legado de aquellos pobladores está presente no solo en las construcciones urbanas sino en el manejo agroforestal de las selvas o bosques tropicales. Así, en la antigua ciudad de Calakmul y sus selvas protegidas, la exuberancia natural y la grandeza cultural no pueden concebirse por separado; esto es fácil de intuir al contemplar la majestuosidad del ecosistema desde lo alto de las pirámides.

Cuando llegué a esta región, hace unos 10 años, venía de trabajar por casi tres lustros en la Selva Lacandona, en Chiapas, así que tenía experiencia en el manejo y protección de los ecosistemas tropicales; sin embargo, no conocía la particularidad del gran mosaico de las selvas de Calakmul. En algún momento previo a mi traslado, me encontré con Samuel Levy, un viejo amigo de mil batallas en Montes Azules, quien desde la trinchera de la investigación en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) había estado colaborando conmigo en temas de restauración y manejo de acahuals. En la década de 1980 él se había inmerso en las selvas yucatecas para estudiarlas, así que me hizo varias recomendaciones. Una de sus expresiones caló mi pensamiento y mi corazón. Palabras más, palabras menos, me dijo: "La selva de Calakmul ha sido domesticada por la cultura maya mediante la adaptación al sistema de roza-tumba-que-

ma, y es muy especial, no es como las demás. Es una selva milagrosa".

En el proceso productivo del sistema milpa, los campesinos abren claros en la vegetación y producen quemados (las cenizas contribuyen a la fertilidad del suelo); luego se siembra y tras la cosecha se deja descansar a la tierra (barbecho). El apelativo de "milagrosa" obedece a que cerca del 60-70% de las plantas leñosas (con madera en sus tallos) que estaban presentes antes de la intervención de la milpa, vuelven a brotar después del largo periodo de barbecho, continuando así la sucesión de la vegetación. Esto significa que la resiliencia o adaptación no radica en la reproducción sexual de árboles y arbustos de Calakmul, sino en la reproducción asexual mediante el rebrote o tocón.

El valor universal excepcional de Calakmul

La Reserva de la Biósfera de Calakmul es una región de indiscutible riqueza biológica y cultural, por lo que en 2011 se retomó la iniciativa de incluirla como bien mixto en la Lista de Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). Como ya contaba con el nombramiento de patrimonio cultural desde 2002, iniciamos la revisión de criterios que establece la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural para considerar un sitio como patrimonio natural:

- ▶ Poseer fenómenos naturales o áreas de belleza natural e importancia estética excepcionales.
- ▶ Representar algunas de las etapas principales de la historia de la Tierra, incluido el testimonio de la vida, de procesos geológicos en curso en la

evolución de las formas terrestres o de elementos geomórficos o fisiográficos significativos.

- ▶ Mostrar principios ecológicos y biológicos significativos en curso, en la evolución y el desarrollo de los ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros y marinos, y las comunidades de vegetales y animales.
- ▶ Contener entornos naturales representativos para la conservación *in situ* de la diversidad biológica, comprendidos aquellos en los que sobreviven especies amenazadas, las cuales tienen valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia o de la conservación.

El expediente debía justificar el valor universal del sitio y su integridad o autenticidad, describir su sistema de protección y gestión, así como el daño o peligro que ameritaría acción inmediata. Había que mostrar el alcance cultural y natural de Calakmul, "que trasciende las fronteras nacionales y cobra importancia para las generaciones presentes y venideras de toda la humanidad". Para esto, el planteamiento de Levy fue sustantivo, ya que decidimos presentar la domesticación de la selva de Calakmul como "valor universal excepcional" (VUE). Con el apoyo de personal de investigación de ECOSUR —unidades Campeche, Chetumal y San Cristóbal— que aportaron documentos, artículos, revistas, en fin, literatura suficiente, describimos el VUE de la antigua ciudad maya y las selvas protegidas de Calakmul.

La selva humanizada

Uno de los temas medulares que arrojó toda la investigación y la experiencia, es que Calakmul es una selva "humanizada". Desde la perspectiva de la especialis-

¹Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en Ecofronteras la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.

ta Faustina Miranda, así deben considerarse las selvas de la península de Yucatán, ya que la mayoría de las especies de flora leñosa que se distribuyen ahí son útiles para los seres humanos, por ejemplo, los árboles de ramón, chicle, pita, xate, cedro, caoba, guayacán, el árbol del tinto o palo campeche.

Se calcula que durante el periodo clásico de la cultura maya, vivieron en la región más de 3 millones de personas, lo que podría sugerir que abundaron los cultivos de maíz y que los pobladores sustentaron el aprovechamiento de la selva y de sus suelos calcimórficos en el sistema agrícola de roza-tumba-quema. Con la alternancia de uso y barbecho de la vegetación secundaria en este sistema, los largos periodos descanso permitieron que la vegetación y la fertilidad de los suelos se recuperaran.

El hecho de que la flora de Calakmul posea características de adaptación al fuego, advierte que este es un elemento antiguo y natural en el ecosistema, y que los procesos de adaptación ya estaban presentes antes de que el hombre lo utilizara con fines agrícolas. Normalmente el fuego actúa como un factor de selección que simplifica la composición vegetal en las áreas afectadas y hace más complejas sus formas de recuperación; sin embargo, parece que en las selvas de Calakmul ha sido clave en que la flora haya evolucionado para resistirlo, asegurando su sobrevivencia mediante el rebrote posterior a la roza-tumba-quema.

Esta adaptación permite a las especies sobrevivir al disturbio y ocupar un alto porcentaje de la composición florística inicial. Antes y después de la quema se encuentran prácticamente las mismas plantas, que además suelen tener estructuras subterráneas de reserva para tolerar la quema y podas subsecuentes, y entrar de inmediato en competencia por recursos con otros componentes de la comunidad. De este modo se desarrollan individuos de gran porte en periodos cortos, a diferencia de lo que sucedería si las especies se establecieran a partir de semillas.



Tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*).

Esperanza para la conservación de especies

Los más de 250 vestigios de pueblos y ciudades antiguas en Calakmul, con un gran número de estelas y tumbas —algunas de ellas reales— evidencian la importancia cultural de la zona. Sus selvas son resultado de cientos de años de ocupación y prácticas agroforestales de las poblaciones mayas, y el territorio sigue siendo usado, aprovechado y manejado en una larga interacción entre personas y naturaleza. Su estructura y composición florística son, en gran parte, resultado de prácticas agrícolas y silvícolas milenarias, que conjugan procesos de selección humana y regeneración de sistemas naturales todavía desarrollados por las comunidades indígenas de la región.

A pesar de la intervención humana, Calakmul y sus selvas protegidas representan una esperanza en la conservación de la biodiversidad. La zona aloja 1,569 especies registradas de flora, 48 especies de peces, 19 de anfibios, 84 de reptiles, 398 de aves y 107 de mamíferos. De ellas, 155 están sujetas a una protección especial pues sus poblaciones están amenazadas, según documenta la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La región también ofrece una oportunidad para estudiar sitios poco explorados, en

los que habitan poblaciones clave de fauna silvestre, como el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), uno de los mamíferos silvestres más grande de América y que se encuentra en vías de extinción; el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), que funciona como indicador del estado de conservación del ecosistema, aunque podría desaparecer por la cacería desmedida y la fragmentación de su hábitat, y el jaguar (*Panthera onca*), el felino más grande de América y el tercero en el mundo, después del león y el tigre.

En el marco de la 38ª sesión del Comité del Patrimonio Mundial, que se celebró en Doha, Qatar, en junio de 2014, el sitio "Antigua ciudad maya y bosques tropicales protegidos de Calakmul" fue inscrito como bien mixto en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, con lo que se reconoce plenamente su valor universal excepcional. Se le inscribió por consenso y con un amplio reconocimiento, por representar un testimonio clave de la civilización maya y su convivencia armónica con un entorno natural megadiverso, de modo que se convirtió en el primer patrimonio mundial mixto de México. 

José Adalberto Zúñiga Morales (zuma10@hotmail.com) es director de la Reserva de la Biósfera Calakmul, Comisión Nacional de Áreas Naturales.

Aguadas de Calakmul

santuarios de vida silvestre

Decir que el agua es fuente de vida es un lugar común, pero cierto. En la Reserva de la Biósfera Calakmul las aguadas son un elemento fundamental del paisaje, y especies como el jaguar, el pecarí de labios blancos o el tapir centroamericano recorren grandes distancias en su búsqueda, pues están dispersas y no son abundantes. Estas pequeñas lagunas superficiales son imprescindibles para la sobrevivencia de la fauna silvestre.



SAMUEL HENDERSON

ARWANDO GASSE

Zopilote rey (*Sarcoramphus papa*).

Única fuente de agua

La Reserva de la Biósfera Calakmul¹ es un lugar excepcional en México y en el mundo, es parte del mismo ecosistema del Petén guatemalteco, y junto con la Reserva de la Biósfera Maya del vecino país y un par de reservas privadas —Gallon Jug y Reserva Privada Río Bravo— en Belice, conforman el bosque tropical más grande de Mesoamérica y el segundo más grande del continente americano, solo después del Amazonas!

Cuando una persona visita el lugar y observa el territorio desde la punta de la pirámide más alta de la ciudad maya de Calakmul, en el corazón de la reserva, estará contemplando una selva o bosque tropical que ha permanecido prácticamente inalterado desde que los mayas abandonaron el área hace 1,100 años.

Es probable que vea volar a un espectacular zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), que escuche aullar a monos saraguatos (*Alouatta pigra*) o que distinga en las copas de los árboles a una tropa de monos araña (*Ateles geoffroyi*), moviéndose de manera coordinada y con una agilidad que ningún otro primate americano tiene. Asimismo podría encontrar, en el piso de la selva, a un guajolote o pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*), animal de gran belleza que solo vive en la península de Yucatán, y a hocofaisanes negros (*Crax rubra*), magníficas aves que abundan ahí. Con un poco de suerte, se topará con una tropa de pecarís labios blancos (*Tayassu pecari*) cruzando la carretera de acceso —uno de los animales más raros de México— e incluso con algún jaguar (*Panthera onca*), el solitario y mítico felino más grande del Neotrópico.

¿Qué hace de Calakmul un lugar excepcional para la fauna silvestre, que no tiene comparación en México? Para comprenderlo es necesario conocer la historia de la re-

¹ Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en Ecofronteras la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.

DAVE JOHNSON, WIKIMEDIA COMMONS



Mono saraguato (*Alouatta pigra*).

MANUEL WEBER



Pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*).

RAFAEL REYNA [Cámara-trampol]



Jaguar (*Panthera onca*).

gión, sus características y dinámica interior. Hay que partir de que fue una ciudad muy importante en el clásico maya. Según estimaciones del especialista William J. Folan, alguna vez habitaron cerca de ella unas 50

mil personas; sin embargo, alrededor del año 900 y quizá como consecuencia de varios años de sequía, la gente abandonó la ciudad y se trasladó a la costa, de tal modo que la selva reclamó espacios y se apoderó

del sitio. A inicios de 1900, grupos de chicleros localizaron la ciudad, por su trabajo en la extracción de chicle del árbol de zapote. En 1929 guiaron a Cyrus Longworth Lundell, un botánico estadounidense, a las ruinas mayas, quien a su regreso a Europa escribió un tratado sobre la zona; describió los dos montículos que son ahora las dos pirámides más altas que se vislumbran aun desde el aire y le dan el nombre a la ciudad (Calakmul significa *dos montículos adyacentes*).

A pesar de las incursiones de chicleros, cazadores furtivos y ladrones de piezas arqueológicas, la región nunca fue deforestada en gran escala, se conservó la mayoría de su vegetación original y fue protegida al declararse reserva de la biósfera en 1989. Desde entonces, se han realizado esfuerzos por conservar el bosque en su estado original y mantener al mínimo la intervención humana. Incluso en la ciudad maya, los arqueólogos mantienen algunos árboles originales en los edificios.

Una característica distintiva es que al interior de la reserva no existen ríos ni lagos grandes. La mayor cantidad del agua de lluvia se percola al subsuelo debido al suelo calcáreo que predomina en la región y solo en pocos lugares se almacena en la superficie. El líquido ahí normalmente se tiñe de café por una especie de árboles que crecen en sus márgenes, el pucté (*Bucida buceras*), que ayudan a que las lagunas superficiales no se evaporen tan fácilmente. Tales sitios son conocidos como aguadas y son la única fuente de agua para varios grupos humanos, al grado que cerca de 100 comunidades del municipio de Calakmul dependen de ellas para sus actividades cotidianas.

Pieza clave en la conservación

Las aguadas son indispensables para la sobrevivencia de la fauna silvestre, aun cuando están dispersas, no son abundantes —hay una cada 9.3 km²— y cada año varias permanecen secas. En El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) hemos realiza-



RAFAEL REVINA

Emiliano es un ejemplar de tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*). Fue capturado en una aguada de la Reserva de la Biósfera Calakmul en 2011 y se le colocó un collar de radiotelemetría que permitió seguirlo hasta 2015. Sus movimientos siempre estuvieron ligados a las aguadas y mostró que estas son un elemento fundamental para sobrevivir, sobre todo en la época de secas. Cuando la batería de su collar se agotó, pudimos seguirlo a través de cámaras automáticas instaladas en las aguadas, y así conocimos más detalles de su vida, incluso a su "novia", una tapir hembra que permaneció junto a él por algunos días en 2015.

do investigaciones sobre especies animales de Calakmul desde hace unos 20 años y hemos documentado la cotidianidad de la vida al interior del bosque, así como eventos extraordinarios que ocurren de vez en cuando. Tal es el caso de nuestro estudio sobre el pecarí labios blancos, una especie nativa de América que vive en grupos grandes, de 30 a 50 individuos, y se mueve continuamente buscando aguadas, sobre todo en la época de secas. En el área viven entre 50 y 60 grupos, lo que significa que constituyen la población más grande en México y quizás en toda Centroamérica, donde la especie ha sido eliminada en un 87% de su rango histórico de distribu-

ción en los últimos 100 años. Cada grupo requiere de 100 a 120 km² para encontrar los recursos que necesita.

También hemos estudiado al tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), el animal más grande del Neotrópico y asiduo visitante de las aguadas. Es una especie muy sigilosa y difícil de investigar, por eso estamos felices de haber vivido la experiencia de seguir a uno de ellos durante cuatro años: un bello ejemplar al que llamamos "Emiliano", quien se movió en un área más grande de lo que se había reportado para la misma especie en Costa Rica; gracias a él establecimos que los individuos requieren de 4 a 24 km² para sobrevivir.



RAFAEL REVINA (cámara-trampa)

Pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*).

Hocofaisán negro (*Crax rubra*).

Desde 2008, en colaboración con Pro-natura Península de Yucatán y con la Reserva de la Biósfera Calakmul, iniciamos un monitoreo de algunas aguadas y los seres que las visitan. Diez años después podemos asegurar que son la pieza más importante del paisaje en Calakmul para la conservación de la fauna silvestre. Estas pequeñas lagunas, someras y con un patrón impredecible de agua, son los sitios más buscados por varias criaturas; por ejemplo, hocofaisanes, tapires y pecarís labios blancos necesitan estar cerca de una de ellas durante la época de secas para beber, refrescarse y quitarse parásitos.

En una ocasión documentamos que un grupo de pecarís caminó 17 kilómetros para llegar a una aguada, y en otro momento descubrimos que una pequeña reserva de agua, de 4 x 10 metros, recibió en 10 días al menos a siete especies en peligro de extinción —tapir, pecarí labios blancos, jaguar,

puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), hocofaisan, pavo ocelado—, y cuatro de ellas tenían crías. Igualmente observamos que en un mismo día, las tres especies más grandes del Neotrópico estuvieron presentes en cuestión de horas; en la mañana llegó un tapir, un grupo de pecarís a medio día y, finalmente, al caer la tarde, arribó un jaguar atraído ya fuera por el olor a presas o por la sed.

Las amenazas a la fauna silvestre

Aunque Calakmul es una zona con una impresionante biodiversidad, no todo es optimista. La cacería de subsistencia es una actividad importante en los ejidos aledaños y tiene impacto en las poblaciones de fauna silvestre; la extracción forestal ilegal es cada vez más frecuente, y las actividades ecoturísticas tienden a intensificarse sin suficiente regulación. Además, el cambio climático está afectando gravemente el territorio y la lluvia es cada vez más escasa; se ha reducido un 20% desde 1947, cuando se inició el monitoreo de clima en la región. Si Calakmul pierde la extensión de bosque bien conservado que tiene en la actualidad, o si las aguadas se secan o son perturbadas por actividades humanas, se corre el riesgo de que las especies en peligro de extinción, disminuyan, se fragmenten e incluso desaparezcan. Es necesario que algunas aguadas y el bosque a su alrededor se declaren como santuarios de vida silvestre.

También es preciso que, de común acuerdo con los habitantes, se protejan ciertas aguadas presentes en comunidades cercanas a la reserva. Esto implica impulsar proyectos productivos en los que se respete la integridad de la selva, y a la vez la gente pueda obtener los recursos necesarios para una vida digna. Para lograrlo debemos involucrar autoridades de todos los niveles, academia, organizaciones no gubernamentales y la sociedad en general.

Conservar las aguadas como santuarios de fauna, en el marco de la conservación global de la zona, permitirá que a futuro las comunidades humanas sigan disfrutando de aire y agua limpia, miel, frutos de zapote y muchos otros productos que la selva brinda, y hará que las personas que visiten Calakmul se sientan igual de sorprendidas, como nosotros, al encontrar un ecosistema intacto, con una impresionante vegetación y animales emblemáticos. ¡Qué fortuna observar algún ave majestuosa o un grupo de pecarís labios blancos atravesando los árboles, mientras a lo lejos los saraguatos resuelven disputas territoriales. Sin duda, mantener las fuentes de agua es indispensable para que esta reserva de la biósfera prevalezca como un tesoro de la humanidad. ☺

Rafael Reyna-Hurtado es investigador del Departamento de Conservación de la Biodiversidad en ECOSUR Campeche (rreyna@ecosur.mx).

ENTÉRATE

El origen del chicle

El acto de masticar goma de mascar o productos con efecto similar, como la parafina, es antiquísimo. En México se usaba una sustancia proveniente de la savia del árbol del zapote o chicozapote (*Manikara zapota*) desde antes de la llegada de los españoles, y se le reconocían propiedades digestivas. Este árbol es típico de la península de Yucatán y su carnoso fruto es importante en la dieta de diversas especies, como tapires, murciélagos, monos, pecarís, venados y muchas aves.

La palabra chicle proviene del náhuatl *tzictli*. El general Antonio López de Santa Anna acostumbraba mascararlo y al parecer quiso venderlo en Estados Unidos cuando fue exiliado de México. En Nueva York conoció al inventor Thomas Adams, y podemos

imaginar el resto... En algún momento, Adams experimentó con aquella goma de mascar, le dio sabor y la popularizó; en 1871 patentó una máquina que la fabricaba a gran escala y surgió la famosa marca Chiclets.

Durante mucho tiempo hubo esfuerzos importantes para conservar los árboles de zapote en la península de Yucatán, por tradición y por su uso en la elaboración de chicles, aunque cuando estos comenzaron a elaborarse con derivados del petróleo, se prefirió talar los árboles de zapote por su madera y más tarde, para carbón.

Fuentes: Santa Anna y el negocio del chicle, <https://www.imer.mx/tropicalisima/12637-2/>. Ecofronteras 39, El bosque y sus interacciones vitales. Conversación con Sophie Calmé, <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1114/1084>



Los sistemas de bajos inundables en la península de Yucatán

La vegetación de la selva baja inundable se ha adaptado para sobrevivir a varios meses de inundación y a otros tantos de sequía, capacidades importantes ante los efectos potenciales del cambio climático. En Campeche y Quintana Roo, la expansión agrícola pone en riesgo estos ecosistemas, que son el hábitat de numerosas orquídeas, bromelias y especies arbóreas emblemáticas, como el palo de tinte.

Bosques inundados

Los "bajos inundables" constituyen un ambiente particular, típico de la península de Yucatán (sobre todo en Campeche y Quintana Roo), cuyo nombre se debe a su localización en depresiones u hondonadas que acumulan agua de lluvia; están cubiertos de vegetación y se conocen como *ak'al che'*, término que proviene de las palabras mayas *pantano* o *aguada* y *árbol* y que alude a su condición de bosque inundado. El botánico estadounidense Cyrus Longworth Lundell hizo una descripción general de estos sitios en la década de 1930 y los refirió con ese nombre; en los ochenta, los investigadores Ingrid C. Olmsted y Rafael Durán García les llamaron "selva baja inundable". Estrictamente hablando, bajos inundables se refiere solo al área inundada, mientras que sistema de bajos inundables incluye el área aledaña.

En México, su distribución abarca una porción del sur del estado de Yucatán y



Orquídea jirafita o dolar (*Prosthechea boothiana*).

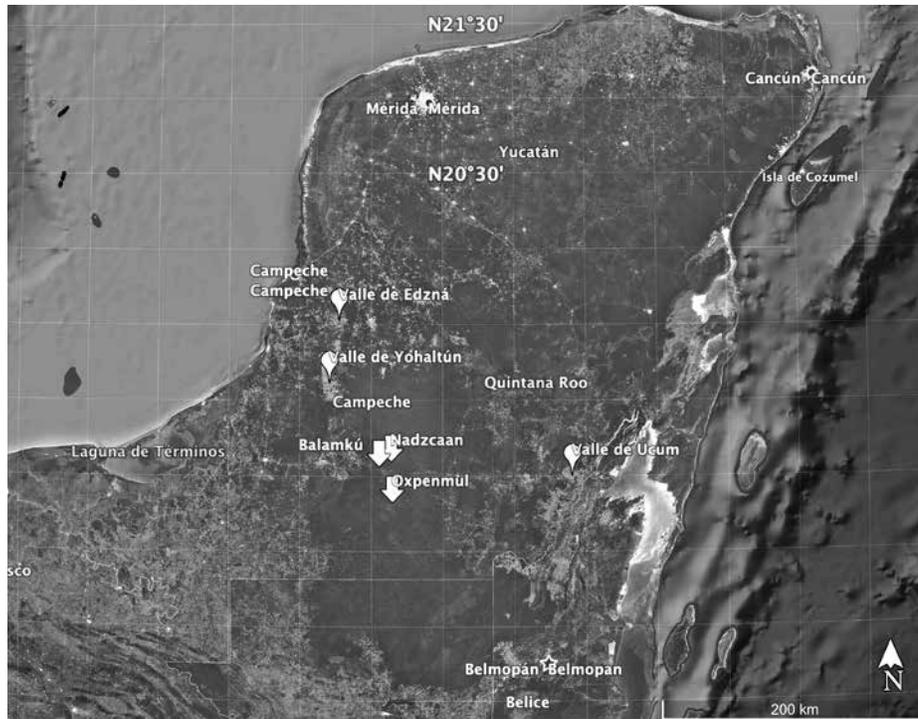
la mayoría se encuentran en Campeche y Quintana Roo, desde el paralelo 20 °N hasta cerca del 18 °N, lo que representa una extensión aproximada de un millón de hectáreas. Fuera de los límites geopolíticos del territorio nacional también se encuentran en Guatemala y Belice (figura 1). Son ecosistemas que ocupan suelos llamados gleysoles en la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), los cuales se caracterizan por estar temporal o permanentemente inundados; presentan un color grisáceo y carecen de rocas. En la temporada de lluvias en Calakmul, sobre todo en los años con lluvias

muy abundantes, pueden permanecer saturados de agua debido a que tienen mal drenaje y adquieren una gran plasticidad, mientras que en la temporada seca muestran hendiduras y agrietamientos.

Adaptación para el exceso y la carencia de agua

Estudios realizados en las localidades de Balam Ku, Nadzca'an y Oxpemul, en el sur de Campeche (figura 1), en donde existe poca alteración humana reciente (en la antigüedad sí la hubo), nos han permitido entender el funcionamiento de los bajos inundables. En ellos crece una comunidad arbórea de baja altura, de no más de 12 metros, a diferencia de los 20 metros que pueden medir los árboles en la zona circundante. La vegetación cuenta con adaptaciones para resistir tanto las condiciones de inundación temporal durante tres a seis meses al año, como los meses de sequía. En general, sus hojas son peque-

Figura 1. Bajos inundables en la península de Yucatán.



Con una flecha se marcan las zonas mencionadas en el texto y con un globo los tres grandes bajos modificados para la agricultura. Imagen de Google Earth, 2018.

ñas (micrófilas), lo que es un rasgo típico de las especies adaptadas a estos sistemas, como el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), cuyo valor cultural y comercial se ha reconocido desde la época de la Colonia, básicamente por ser fuente de colorantes. Sobre los árboles abundan las orquídeas, bromelias y otras plantas epífitas (no tienen raíz, se sostienen del árbol sin dañarlo).

Algunos árboles que forman parte de la flora de los bajos inundables también se encuentran en sitios vecinos más elevados y no sujetos a inundación, como el chechem (*Metopium brownei*), el chicozapote (*Manilkara zapota*) y el ciricote (*Cordia dodecandra*). Sin embargo, la mayoría solo se desarrollan en los bajos, y se han con-

tabilizado cerca de 75 especies capaces de tolerar la variación ambiental entre los periodos de inundación y de sequía. Tienen tallos torcidos e inclinados y madera dura; sus hojas pequeñas se caen en la época seca (deciduas), son muy duras (coriáceas) y a veces tienen modificaciones a manera de espinas, como el naranjillo o *k'ooch' kitam* (*Hyperbaena winzerlingii*). Los tallos se distinguen por sus diámetros reducidos, posiblemente como respuesta a las limitaciones al crecimiento impuestas por la alternancia entre exceso y falta de agua a la que están sometidos. Un ejemplo es la gran abundancia del guayabillo (*Psidium sartorianum*), árbol de tronco muy delgado.

Amenazas y oportunidades

Un aspecto de interés ecológico en la península de Yucatán es la presencia de un gradiente de condiciones edáficas —los suelos y sus organismos— que influye en la distribución de las especies. El gradiente va desde los lomeríos con selvas medianas hacia las depresiones con la selva baja inundable. Es posible reconocer tres áreas con

condiciones diferentes: las partes elevadas no inundables con suelos negros y pedregosos, en donde habitan especies como el ramón (*Brosimum alicastrum*), el guayacán (*Guaicum sanctum*), el hueso de tigre o *ka'n chuunup* (*Thouinia paucidentata*); las porciones intermedias, con una mezcla de especies de ambos extremos del gradiente, como el *ts'iits'ílche* (*Gymnopodium floribundum* y *Metopium brownei*), y las partes bajas propias de los suelos grises, entre ellos los gleysoles, en las que se establecen árboles como el palo de tinte y el chicozapote.

Cabe destacar que desde mediados de la década de 1970, la vegetación de los bajos inundables ha enfrentado serias amenazas, pues los terrenos se fueron convirtiendo en espacios de producción de cultivos de caña de azúcar y diversas variedades de arroz, que en esa época fueron llamados “nuevos cultivos”. Los lugares afectados son los valles de Edzná y Yohaltún, en Campeche, y el Valle de Ucum, en Quintana Roo (figura 1), donde la extensa superficie de la tierra, las características de los suelos y el escaso relieve, hacen atractivo ese territorio para el desarrollo de agricultura mecanizada a gran escala, de modo que se reduce la extensión de la cubierta vegetal nativa, con la consecuente pérdida de especies y servicios ambientales.

En cambio las áreas naturales protegidas de Balam Kin y Balam Ku, en Calakmul, al sur de Campeche, resguardan importantes extensiones de bajos inundables, cuya función ecosistémica y composición de especies de plantas se ha mantenido sin graves deterioros. La investigación sobre la ecología funcional de estos sistemas nos permitirá obtener mayor conocimiento de cómo podrían responder dichas comunidades vegetales a la sequía, que es uno de los efectos esperados del cambio climático en la península de Yucatán. ☞

Alejandro Morón es investigador del Departamento de Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR Campeche (amoron@ecosur.mx). Gustavo Enrique Mendoza Arroyo es estudiante de doctorado de ECOSUR Campeche (gemendoza@ecosur.edu.mx).



Hojas de naranjillo o *k'ooch' kitam* (*Hyperbaena winzerlingii*).

Tierra de sueños encontrados

entre la ganadería y la conservación

Con una particular historia de migración y colonización y con desarrollos agropecuarios impulsados desde las políticas públicas, Calakmul es un territorio de potenciales conflictos entre sectores con diferentes intereses hacia la biodiversidad, por ejemplo: los ganaderos y quienes buscan preservar una especie emblemática: el jaguar. Como propuesta, se presenta un mecanismo inclusivo de toma de decisiones que apoye la conservación y la gestión ambiental.

La historia reciente nos muestra que Calakmul es un territorio en el que existen muchos intereses que se contraponen. Pareciera que por un lado están las personas dedicadas a la agricultura y la ganadería que reciben apoyos productivos y, por otro, las que privilegian la conservación de la biodiversidad, en un contexto que suele adoptar enfoques estrictos, como el de las áreas naturales protegidas donde no se permite la extracción de recursos ni la producción agropecuaria. Las medidas de conservación a menudo se ponen en marcha sin un diálogo previo en el que los actores involucrados puedan exponer sus aspiraciones e intereses.

En este artículo exponemos brevemente esta situación de potenciales conflictos, ilustrando el asunto con el caso del manejo del jaguar y presentando la propuesta de un mecanismo inclusivo de toma de decisiones, el cual apoye la conservación en un marco que permita mantener formas de vida sostenibles.

Breve historia de la ganadería en Calakmul

En diversos estudios se documenta el proceso de desarrollo agropecuario de Calakmul, que data de la ocupación significativa del lugar a finales de la década de 1960,

cuando se terminó de construir la Carretera 186 y el gobierno empezó la dotación de tierras ejidales para hacer frente a la creciente demanda. Durante el auge petrolero de los años setenta, México invirtió en grandes proyectos de desarrollo en la selva, como la producción de arroz y ganado, para lo que se talaron unas 10 mil hectáreas (aunque al final fracasaron los proyectos arroceros). En tan solo cuatro ejidos, entre 1972 y 1980 desaparecieron más de 8 mil hectáreas de árboles. Con la caída del petróleo y la devaluación del peso en 1982, al gobierno le quedaron pocos recursos financieros y para los agricultores locales había opciones limitadas: sobre todo la agricultura de roza-tumba-quema para la producción de maíz y chile. Así, el periodo de grandes inversiones gubernamentales concluyó con un restringido desarrollo ganadero, muchos agricultores de subsistencia y una gran deforestación.

Después, a los pequeños agricultores se les dio más control sobre el uso de la

tierra y se incrementaron los pastizales a pequeña escala. En 1994 llegó el Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, con una gama de reformas neoliberales impulsadas desde el Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo). A principios del siglo XXI, la combinación de la migración a Estados Unidos y la inversión en ganado de una parte de las remesas, además de nuevos subsidios, favorecieron el aumento de pastizales para el ganado.

No solo las políticas gubernamentales han propiciado la ganadería, sino que se percibe como actividad provechosa porque la comercialización de fauna es una alternativa para mejorar los ingresos económicos y resolver necesidades por emergencias médicas o de otra índole. Además, la cría de animales no es tan vulnerable como los cultivos ante fenómenos naturales, ya que se les puede trasladar a lugares seguros si hay huracanes o venderlos si hay sequía.

De frontera agrícola a punto de conflicto de conservación

A finales de la década de 1980, cuando la dotación de tierras ejidales estaba alcanzando su punto álgido, el gobierno federal estableció la Reserva de la Biósfera Calakmul¹ en tierras federales y áreas selváticas conocidas como "extensiones ejidales", las cuales poseían bosques tropicales secos y húmedos con una gran biodiversidad, que habían permanecido casi intactos hasta la década de los treinta. Sin embargo, el decreto, al mismo tiempo que protegía oficialmente la mayor área de selva de México, también sembró las semillas de futuros desencuentros entre pequeños productores y quienes apostaban a la conservación.

Estos conflictos se muestran con mucha claridad mediante las distintas posturas y acciones en torno a los jaguares. México se sumó a la conservación de tan emblemáticos animales al firmar acuerdos internacionales: la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en 1991 y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 1993. En la reserva de Calakmul se asegura su protección, pero el ataque de jaguares al ganado la dificulta. Son la principal causa de mortalidad de ovejas y cabras, a tal grado que en 2014 y 2015 se asociaron con 42% de las pérdidas. En cuanto al ganado bovino o vacuno, la depredación del jaguar significó solo el 7% de las mermas, muy por debajo de las enfermedades; sin embargo, la muerte de una vaca implica una cantidad de dinero más significativa que la de una oveja. Como respuesta, hay ganaderos que atentan contra la vida de los jaguares, a pesar de que existe un programa de compensación desde 2009.

Sin duda, es enorme el desafío para lograr actividades productivas en un esque-



MAURO SAN VICENTE

¹ Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en Ecofronteras la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.

ma de desarrollo sostenible que incluya la conservación de esta especie. Al exponer la situación, queremos dar cuenta de las dimensiones humanas del conflicto y de las tensiones en el manejo del felino en toda la región, al mismo tiempo que señalamos que las represalias contra dichos animales son indeseables.

Dimensiones de la justicia ambiental

Nuestro trabajo en Calakmul da cuenta de que muchos actores tienen una profunda identidad ecológica y perciben una sensación de injusticia, en especial los ganaderos, quienes sienten que llevan toda la carga de la conservación del jaguar.

Tanto ganaderos como milperos construyen su concepción de la equidad con base en cuatro dimensiones de la justicia ambiental: a) *reconocimiento* de los derechos individuales, valores, cultura y sistemas de conocimiento; b) *ecológica*, relacionada con el tratamiento del mundo natural; c) *distributiva*, que incorpora la justicia en la distribución de la carga percibida; d) *procesal*, ligada a la toma de decisiones.

Las pérdidas de ganado y la consiguiente distribución de apoyo o compensación son algunas preocupaciones abordadas en la dimensión de la justicia distributiva. Sin embargo, las necesidades sociales no materiales y las psicológicas —como la confianza o el reconocimiento de la forma de vida campesina— también están en la raíz de los conflictos. Contrariamente a lo que podría creerse, haber experimentado pérdidas de ganado por depredación no es tan determinante en la percepción de justicia; en cambio son muy importantes las relaciones entre actores locales, como son la interacción y el nivel de acuerdo sobre un tema. Esto evidencia que se deben incorporar procesos inclusivos para reconciliar las perspectivas conflictivas de la justicia y lograr una gestión ambiental más exitosa.

Buscar soluciones conjuntas

Es fundamental poder entablar diálogos constructivos, a fin de reconocer diferencias



SOPHIE CALMÉ

y lograr comprensión y confianza mutuas. La gestión ambiental requiere colaboración, evitando centrarse en posiciones antagónicas y explorando múltiples temas para encontrar un terreno común. Por ejemplo, si se inicia una colaboración en torno al agua, tema de interés central para todos, es más fácil abordar posteriormente cuestiones de mayor controversia, como la conservación del jaguar.

Si en primer plano destaca la participación de los actores locales y los aspectos sociales que rodean el conflicto, podrían implementarse programas de mayor arraigo. Los ganaderos podrían obtener asistencia técnica y ser reconocidos como actores clave en el éxito de la conservación del jaguar, al tiempo que podrían obtener beneficios, como instalación de tanques de agua en los pastizales, acceso a la atención veterinaria o cámaras-trampa en áreas donde la depredación es común. Tales programas se deben desarrollar como contratos entre las comunidades y las organizaciones que

proveen el apoyo, en un contexto de protección a la vida silvestre; esto aseguraría que las responsabilidades individuales y de grupo no sean ignoradas y aumentaría la vigilancia de la comunidad.

La percepción de la responsabilidad es fundamental, así que las campañas informativas no solo deben centrarse en la difusión de temas como la ecología y conservación, sino proporcionar una imagen clara de las instancias, sus funciones y responsabilidades. Ayudaría crear una red de informantes locales que incluya a ganaderos concedores de los esquemas de compensación, y también conviene organizar intercambios entre quienes han implementado buenas prácticas para evitar la depredación del jaguar (como cercas eficientes) y los que no lo han hecho.

Para impulsar la comunicación que permita contribuir con ideas para la gestión, trabajamos en la creación de un comité ganadero. No se busca fomentar la ganadería, sino dar voz a personajes que tienden a ser estigmatizados como los villanos de la región. Este comité debería ser invitado a participar en los principales esfuerzos colaborativos en temas de desarrollo sostenible y conservación, como el Comité Municipal de Desarrollo Rural y Sustentable y la Reserva de Biósfera Calakmul.

En conclusión, un conflicto como se enmarca en Calakmul cuestiona no solo nuestra capacidad de coexistir con la vida silvestre, sino la de comunicarnos entre personas y acordar soluciones para apoyar la conservación. Esta es una acción urgente si queremos tener éxito para preservar la biodiversidad en la Tierra y a la vez asegurar un futuro sostenible para los pobladores de este lugar y el resto del mundo. 

Sophie Calmé es investigadora en la Université de Sherbrooke, Canadá, y en el Departamento de Conservación de la Biodiversidad en ECOSUR Chetumal (Sophie.Calme@USherbrooke.ca). Birgit Schmoock es investigadora del mismo departamento y unidad en ECOSUR (bschmoock@ecosur.mx). Rehema M. White es profesora en la Universidad de St. Andrews, Escocia (rmw11@st-andrews.ac.uk). Lou Lecuyer es oficial del programa Agricultura, Alimentación y Agroambiente para la Comunidad de Municipios del Val de Drôme, Francia (lecuyer.lou@gmail.com).

Calakmul

frente a la primera mitad del siglo XXI



HUMBERTO BAHENA

A 30 años de su nominación como reserva de la biósfera y siendo patrimonio mixto de la humanidad, en Calakmul se deben fortalecer diversos procesos sociales para alcanzar el bienestar de las poblaciones humanas y la conservación de la biodiversidad. Los programas de investigación y desarrollo para asegurar la integridad del ecosistema y sus habitantes, cobran relevancia de cara a los nuevos proyectos del gobierno federal que presentan significativos retos.

Un lugar con historia y desafíos

Hace casi 23 años, el 31 de diciembre de 1996, Calakmul fue declarado un municipio del estado de Campeche, y hace 30 años, el 23 de mayo de 1989, se le otorgó la nominación de reserva de la biósfera¹, con lo que se buscaba la conservación y protección de la cultura maya, su biodiversidad, así como el desarrollo económico y humano de la zona. En 1993, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) lo integró a su programa "El hombre y la biósfera", que persigue mejorar las relaciones entre las personas y el ambiente, por medio de la investigación, formación, supervisión y educación sobre la biodiversidad.

Gran parte del territorio de Calakmul, 723,185 hectáreas, conforman la reserva de la biósfera que se caracteriza por una masa forestal con alta diversidad de flora y fauna, la cual provee de servicios ecosistémicos a toda la península de Yucatán: captura de carbono, provisión de oxígeno e infiltración de agua de lluvia hacia el acuífero subterráneo. La reserva alberga importantes sitios arqueológicos que exponen la majestuosa cultura maya y su exitoso manejo de los recursos naturales, razón por la que la UNESCO declaró patrimonio mixto de la humanidad (cultural y natural) a la "Antigua ciudad maya y bosques protegidos de Calakmul", el 21 de junio de 2014.

Esta declaratoria compromete al Estado mexicano a asegurar la integridad de Calakmul y armonizarla con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030) del

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), especialmente los relacionados con poner fin a la pobreza y al hambre, garantizar la salud y bienestar de la población, lograr la igualdad de género, garantizar la disponibilidad de agua y su saneamiento, adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, gestionar sosteniblemente los bosques y detener la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad. Asimismo tendrá que atender el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica (2011-2020), mediante el cual los países se comprometen a proteger la biodiversidad y mejorar los servicios que esta proporciona; también habrá que alinearse a las metas de Aichi sobre la Diversidad Biológica, centrándose en la restauración y salvaguarda de los ecosistemas que brindan servicios esenciales relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, medios de vida y bienestar de las mujeres, las comunidades indígenas y los pobres.

Para lograr los compromisos internacionales se tendrán que fortalecer los procesos sociales en Calakmul, donde convergen 82 poblados con 26,560 personas, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), caracterizados por su diversidad cultural y por enfrentar limitadas oportunidades de desarrollo, entre las que destacan: carencias en atención a la salud de calidad, deficiente acceso a información oportuna y procesos de organización para la gestión comunitaria, débil gobernanza sobre sus recursos naturales y fuertes restricciones legales para el uso y aprovechamiento de flora y fauna, falta de empleos que permitan mejorar la economía familiar, inseguridad sobre la tenencia de la tierra, expulsión de población económicamente activa hacia otras regiones del país

y del extranjero. También hay carencias en la calidad del agua, problemas de contaminación por la reducida infraestructura y servicios para el manejo de desechos sólidos, incremento de riesgos a la salud por mal uso de sustancias químicas peligrosas en la agricultura, falta de equidad de género en oportunidades y beneficios derivados de las actividades económicas y en los derechos sobre la tierra, desnutrición y graves condiciones de pobreza.

Grandes retos para la selva maya

De cara a esta realidad, el nuevo gobierno federal ha planteado un plan estratégico para los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán; se trata del proyecto integral de desarrollo para el sureste conocido como "Tren maya", con el que se busca generar un desarrollo sostenible, propiciar el bienestar de las familias, mejorar las vías de comunicación y la movilidad entre los estados mencionados, fomentar el turismo y el comercio, así como atraer inversión y generar empleos. Por otro lado, ha proyectado el programa "Sembrando vida" (abarcará a Campeche en su primera etapa), que intenta rescatar el campo, reactivar la economía local y atender dos problemas centrales: la pobreza rural y la seguridad alimentaria. Una de sus metas es sembrar 1 millón de hectáreas de árboles frutales y maderables, junto con los cultivos de la milpa, como el maíz y el frijol. Contempla alrededor de 400 mil empleos a técnicos capacitados, con beneficios para agricultores y dueños de la tierra.

Dichas propuestas están creando altas expectativas y también una intensa polémica. De concretarse, tendrán gran trascendencia para el sureste de México, pero es importante reconocer que sobre todo con el "Tren maya", en cada territorio se enfrenta-

¹ Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en Ecofronteras la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.



rán significativos retos para que se logre el bienestar y las garantías de desarrollo que plantea, en el marco de la sustentabilidad. Para la Manifestación de Impacto Ambiental del programa será necesario efectuar estudios extremadamente cuidadosos, incluso si la obra ferroviaria se construye sobre los derechos de vía de la carretera federal Chetumal-Escárcega, ya que a pocos metros se encuentran los sitios arqueológicos de Xpujil, Chicaná, Balam Ku, Becán, además de sitios de refugio de especies muy importantes para el ecosistema, como el volcán Cueva de los Murciélagos, bajos inundables y aguadas, que requieren fuerte protección y medidas de mitigación para no sufrir daños con el paso diario del tren —muertes, ruido, vibraciones por el tránsito a 160 km/h—. Asimismo se tendrán que valorar los impactos del crecimiento poblacional, pues se estima que habrá más poblados y en algunos aumentarán hasta 2,500 casas.

Es indudable que se presentará una reconfiguración social y económica. Desde ahora ha comenzado la especulación in-

mobiliaria de las tierras, a pesar de que se prevé que los ejidatarios sean parte del modelo de inversión y de utilidades del proyecto. Es importante destacar que el esquema de turismo de grandes masas no es compatible con la visión y propuesta local de apostar por un turismo selecto que valore la naturaleza, la conservación, la cultura y los medios de vida con un fuerte componente ecológico. Esto podría afectar las condiciones de bienestar de las poblaciones locales, pues al transformarse toda la zona en un polo turístico, con la visita de aproximadamente 2.5 millones de turistas al año, habrá movimientos internos y externos de población que cambiarán la distribución de la misma, aumentando la demanda de agua, comida, energía, tierra y otros recursos, y se generarán más desechos sólidos.

En un contexto así, los programas de investigación y desarrollo tienen que orientarse a monitorear y evaluar la efectividad en el manejo de los recursos naturales por parte de habitantes y administradores de la Reserva de la Biósfera Calakmul, a fin de

preservar la integridad del ecosistema y fortalecer la inclusión social y el bienestar de la población que habita en la gran selva maya. Hasta ahora, los múltiples programas de gobierno de carácter asistencialista para atender el rezago social han impedido que la gente defina sus propios objetivos; al ser sujetos y no protagonistas en la ejecución de los programas, se crea dependencia sin estrategias propias para disminuir su vulnerabilidad y fortalecer sus procesos de autogobierno.

Es necesario, además, crear alianzas estratégicas interinstitucionales y multidisciplinarias que faciliten la experiencia a partir de investigación científica y capacidades para el desarrollo, con la participación del sector privado y los gobiernos —federal, estatal y local—, la sociedad civil organizada, las instituciones nacionales y los organismos internacionales. 

José Armando Alayón Gamboa es investigador del Departamento de Conservación de la Biodiversidad (DCB) en ECOSUR Campeche (jalayon@ecosur.mx). José Adalberto Zúñiga Morales es director de la Reserva de la Biósfera Calakmul (zuma10@hotmail.com). Perla Noemí Ortiz Colín está adscrita al DCB en ECOSUR Campeche (portiz@ecosur.mx).

ENTÉRATE

Varias miradas sobre Calakmul

Calakmul es un sitio de enorme trascendencia no solo por su pasado histórico como núcleo de poder en la cultura maya, sino por la biodiversidad que alberga, por la importancia ecológica de sus selvas y su conexión con el resto de la península de Yucatán y Centroamérica. Desde luego, también por su proceso de poblamiento, más allá de las comunidades originarias que habitaban la zona, al ser la “tierra prometida” de cientos de familias que arribaron en lo que se considera el último gran reparto agrario de la Revolución Mexicana.

Prácticamente desde sus inicios, la revista Ecofronteras ha dado cuenta de esta riqueza mediante artículos que documentan los procesos migratorios, las características generales de la región, vínculos entre medio ambiente y sociedad, estrategias productivas campesinas, prácticas culinarias, servicios ecosistémicos, fototrampeo, temas ligados a especies particulares, como el guajolote ocelado y la tarántula de cadera roja, entre otros. ¡Navega en Ecofronteras digital, explora y usa el buscador para acceder a estos materiales!





MIRANDO AL SUR

•• La Reserva de la Biósfera Calakmul es la segunda mayor extensión de bosques tropicales en América, después del Amazonas, y una de las 20 reservas tropicales más grandes del mundo. Abarca más de 720 mil hectáreas en buen estado de conservación.

•• La "Antigua ciudad maya y bosques tropicales protegidos de Calakmul" es el tercer sitio en Latinoamérica en ser nombrado patrimonio mixto de la humanidad, después de Machu Picchu y Tikal.

•• Calakmul significa en maya "dos montículos adyacentes", por las dos grandes estructuras del sitio arqueológico que dominan la selva. Junto con Tikal y Palenque fue uno de los grandes poderes regionales durante el periodo clásico de la cultura maya.

•• El área protegida de Calakmul es un eslabón ecológico entre los bosques húmedos del Petén guatemalteco, la Selva Lacandona de Chiapas y la región Norte y Caribe de la península de Yucatán.

•• Más de 80% de las especies vegetales de la península de Yucatán se distribuyen en la reserva de Calakmul. Alberga cerca de 50 especies de peces, 85 de reptiles, 400 de aves y 110 de mamíferos, incluyendo a cinco de los seis grandes felinos de México: jaguar, puma, ocelote, tigrillo y leoncillo.

Fuentes: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/reserva-de-la-biosfera-calakmul-157277?idiom=es>, <https://www.mexicodesconocido.com.mx/ya-conoces-calakmul.html>, https://www.inah.gob.mx/Transparencia/Archivos/62_snta_clara_cobre.pdf

Ciencia ciudadana en la conservación de rayas águila



El "maestro raya" de Buscando a Nemo pertenece a una carismática especie del Caribe en situación vulnerable: las rayas águila (Aetobatus narinari). Como estrategia para conservarlas, se ha implementado un programa de monitoreo de ejemplares mediante la foto-identificación, con la colaboración de buzos y fotógrafos submarinos en la costa de Quintana Roo, lo cual es parte de un proyecto con un componente fundamental de participación ciudadana.

Florencia Cerutti-Pereyra, Ximena Arvizu-Torres, Ixchel García-Carrillo y Kim Bassos-Huill

En términos de conocimiento, conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, es muy importante el monitoreo de fauna y flora silvestres, es decir, reunir información y analizarla, por ejemplo, para elaborar inventarios de plantas y animales de un lugar, censos de especies amenazadas, migratorias o exóticas, evaluaciones biológicas de los hábitats, entre otras aplicaciones.

En general, los monitoreos ayudan a comprender mejor el comportamiento de las especies y la dinámica de los ecosistemas, así como los cambios derivados de la intervención humana u otras causas. Suelen requerir la colecta o registro de datos a largo plazo, procesos en los que las comunidades pueden involucrarse con resultados favorables. En este artículo presentamos el caso de un tipo de rayas en el Caribe, en el que la participación de la gente ha sido un elemento clave.

Las rayas del Caribe mexicano

Las rayas y tiburones forman parte del grupo de los elasmobranquios, animales acuáticos que obtienen oxígeno del agua usando branquias; son peces, aunque su esqueleto es de cartílago y no de hueso. Sus características biológicas son muy parecidas a las de un mamífero grande, como la ballena o el elefante: crecen lento, tardan mucho en madurar sexualmente y reproducirse, el periodo de su gestación es largo y tienen pocas crías. Tomemos como ejemplo a las rayas águila (*Aetobatus narinari*) del Caribe: se estima que tardan unos siete años en empezar a reproducirse, su periodo de gestación es de 12 meses y solo tienen de una a cuatro crías en cada camada.

El cuerpo de la mayoría de las rayas es aplanado y las aletas se fusionan con la ca-

beza formando un rombo (se le llama disco). En el mundo existen aproximadamente 700 especies, y algunas son capturadas en las zonas costeras para el consumo humano, como ocurre en el sur del Golfo de México con las ya mencionadas rayas águila. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) las considera como especie "casi amenazada", lo que en parte se debe a que su baja fecundidad la pone en riesgo ante las actividades pesqueras. Su fama no las salva... Sí, su fama, pues están representadas con el "maestro raya" en la película *Buscando a Nemo*, aquel que llevaba a los pequeños peces en su lomo durante sus diadéticos recorridos marinos.

Aunque se les ha calificado de tímidas, también se asegura que son curiosas cuando hay buzos alrededor, tal vez porque cada vez es más común que las personas que practican el nado con esnórquel y el buceo autónomo (sin conexión con la superficie), visiten localidades donde se avistan estas rayas, particularmente en el Caribe mexicano. Son muy peculiares y carismáticas por su característico lomo negro con puntos blancos, por su manera de nadar agitando las aletas pectorales como si volaran —en lugar de moverlas ondulatoriamente— y porque es agradable verlas en grupos numerosos, de hasta 30 individuos. Para alimentarse, revuelven la arena con su nariz-pico en busca de crustáceos, moluscos, gusanos marinos o peces.

Se han reportado grupos en aguas costeras de Florida durante la primavera, el verano y el otoño, y en el sur del Golfo de México, el Caribe mexicano y Cuba durante el invierno. Sus patrones migratorios no se han estudiado a detalle, sin embargo, análisis genéticos recientes sugieren que pueden realizar migraciones largas. Entender

la dinámica de sus poblaciones, migraciones y vínculos con su hábitat, nos permitirá implementar estrategias efectivas a su favor, para el manejo de las pesquerías (explotación pesquera) y el turismo. Sin embargo, aún quedan muchas preguntas por contestar.

¡Rayas fotogénicas!

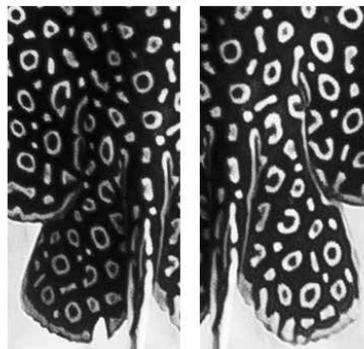
El Proyecto de Investigación y Conservación de la Raya Águila en el Caribe mexicano, que encabeza la asociación civil Blue Core A.C. en colaboración con compañeros buzos, busca abordar el complejo problema de conservación de la especie por medio de la investigación, la educación, la concientización de la comunidad en general y la orientación de planes de manejo y pesqueros.

El monitoreo de las rayas presenta fuertes desafíos, como la gran movilidad de los organismos y la necesidad de bucear. Se consideró que la foto-identificación sería la principal técnica a utilizar, con la cual se puede reconocer a los individuos por sus marcas naturales; se ha utilizado para dar seguimiento a ballenas por más de 30 años y también a algunas especies de tiburones y a mantarrayas. Estas últimas son de mayor tamaño que otras rayas, sin aguijón venenoso y con distintos hábitos alimenticios, pues consumen plancton que filtran de modo semejante a los tiburones ballena.

Cada ejemplar de raya águila tiene patrones de color únicos, como una huella digital que nos permite distinguir a diferentes individuos. Al fotografiar sus manchas blancas a lo largo del tiempo, se genera un banco de imágenes que abarca varios años y localidades. Las fotos se trabajan con un software de identificación y así es posible reconocer individuos residentes en cierto sitio, su estacionalidad (época en la que permanecen ahí), movimientos y uso de há-



Foto-identificación de patrones únicos para individuos de raya águila.



Aleta pélvica izquierda

Aleta pélvica derecha

bitats. Para el proyecto, se recolectaron fotos capturadas por buzos de diciembre de 2015 a marzo de 2016, así como las de colaboradores de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) tomadas en actividades de pesca artesanal en la bahía de Campeche, para saber si algunas rayas del Caribe estaban siendo capturadas.

Para incentivar la colaboración entre la comunidad y los científicos, y motivar a los buzos del área a sumarse al proyecto con sus fotos, el equipo de Blue Core A.C. distribuyó material informativo y publicitario en las tiendas de buceo, y organizó talleres y conferencias. Al final se recolectaron imágenes de rayas águila tomadas por buzos y fotógrafos submarinos a lo largo de la costa de Quintana Roo, desde Cancún has-

ta Xcalak. Cada foto fue registrada con fecha, lugar y nombre de quien la tomó, y así nació la primera *librería* de fotografías de rayas águila en México en colaboración con la comunidad. A veces se les pone nombre a los ejemplares identificados, como Paloma o Floey, lo que resalta la cercanía de las personas participantes con el proyecto.

Integración de la comunidad

El proceso de involucramiento de la comunidad y recolección de imágenes se enmarcó en el proyecto de investigación como un Programa de Ciencia Ciudadana y Comunicación. Para ello, se visitaron 35 tiendas de buceo desde Isla Mujeres hasta Tulum, durante octubre y noviembre de 2015, cubriendo 131 kilómetros de costa e islas;

se distribuyeron 120 carteles, 1,800 folletos y 500 calcomanías. Además, se llevaron a cabo ocho pláticas con la comunidad, dos talleres de entrenamiento a personal de tiendas de buceo, seis talleres infantiles, y se participó en ocho ferias de medio ambiente. El uso de redes sociales tuvo un gran impacto por el agradecimiento público a los actores participantes, por la publicación de videos profesionales y por el gran alcance de varias publicaciones. Por ejemplo, el video institucional de Blue Core A.C. sobrepasó las 17 mil "personas alcanzadas", tuvo más de 400 "me gusta" y fue compartido más de 100 veces; buenas cifras para publicaciones sobre proyectos de conservación sin grandes y costosas estrategias de mercadotecnia.

En respuesta a estas acciones, 45 personas de la comunidad de buzos aportaron



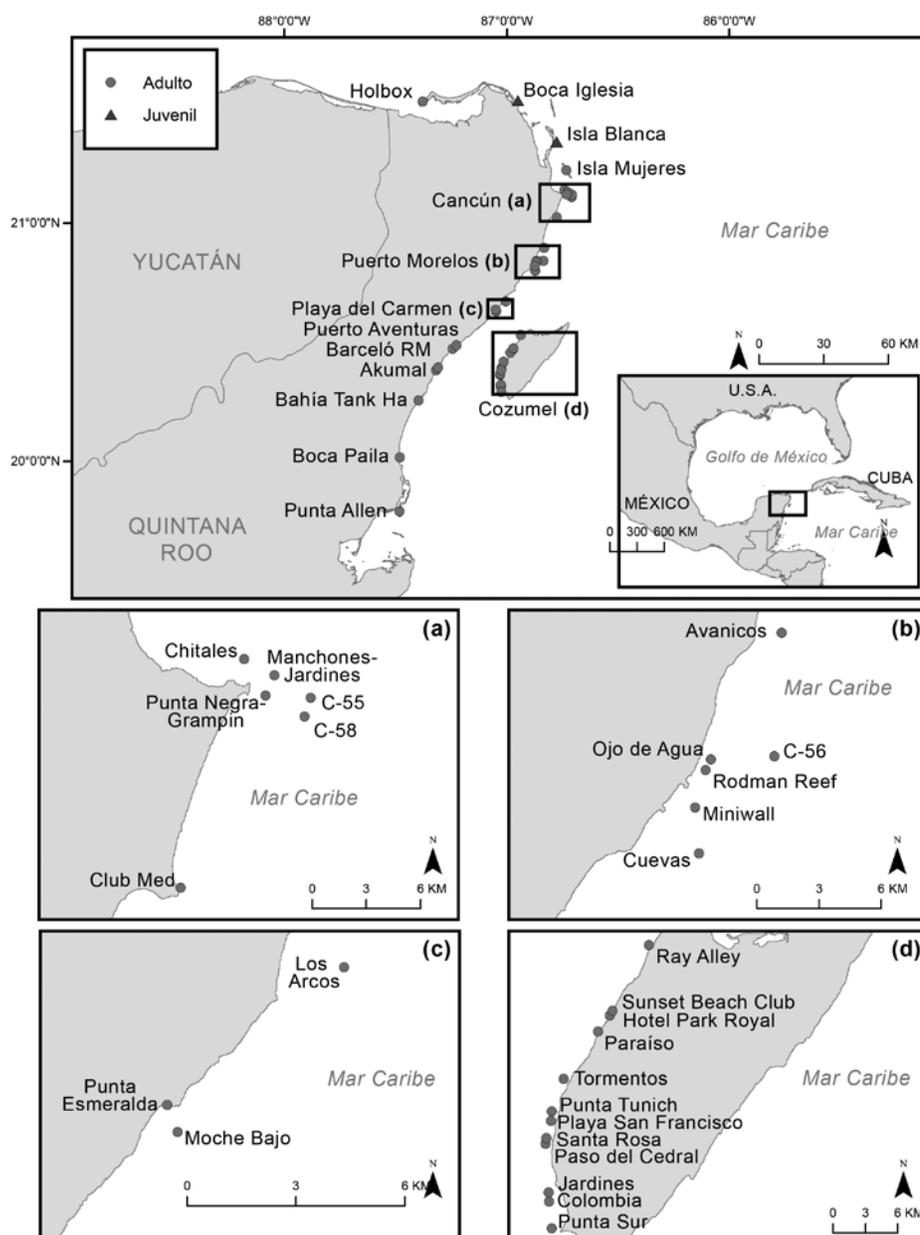
Talleres infantiles de educación ambiental con énfasis en la raya águila.

sus fotografías para la librería del proyecto y se recolectaron más de mil imágenes de 22 sitios en el primer año; el 60% se obtuvieron gracias al Programa de Ciencia Ciudadana y Comunicación y otras datan de 2003. Cancún fue el área con más registros, seguida de Puerto Morelos y Cozumel. Con la librería de fotos se logró identificar a 281 individuos, la mayoría de Cancún (41%) y Puerto Morelos (27%).

El 15% de las rayas águila identificadas visitaron el famoso barco hundido de Cancún repetidas veces entre diciembre y marzo de 2015 y durante varios años, lo que



Científica de Blue Core fotografiando rayas águila en Cancún.



Mapa de las localidades de las que se obtuvieron fotos para la librería de foto-identificación.

demuestra que se trata de su residencia temporal. Este barco, C-58 General Anaya, fue hundido intencionalmente en la década de 1990, como parte de la estrategia para crear arrecifes artificiales en Quintana Roo. Otros estudios muestran que las rayas son fieles a ciertas áreas del Atlántico, como Florida, Estados Unidos, lo que con observaciones en el estado de Campeche y Cuba sugiere que las agrupaciones se mueven estacionalmente entre el suroeste del Golfo de México, Florida y el Caribe.

El esfuerzo no acaba aquí. Es necesario continuar recolectando fotos por lo menos durante 4 o 5 años. Debido a que la raya águila es muy vulnerable a la sobreexplotación y es importante para la economía turística del Caribe mexicano y localidades cercanas, como Cuba, es sumamente relevante continuar con la investigación para entender cómo utiliza las aguas caribeñas y crear un plan de manejo adecuado, tanto para la pesca como para su uso con fines turísticos. Hemos comprobado el valor de involucrar a la comunidad en el registro de datos para monitorear recursos naturales, de modo que será la mejor apuesta para continuar.

Florencia Cerutti (florenciacp@gmail.com), Ximena Arvizú (e4.ximena@gmail.com) e Ixchel García (e4.ixchel@gmail.com) son investigadora, coordinadora de educación ambiental y directora, respectivamente, de Blue Core A.C. Kim Bassos-Hull es investigadora del Laboratorio de Tiburones y Rayas del Mote Marine Laboratory, Sarasota Florida, Estados Unidos (kbhull@mote.org).

ENTÉRATE

Peces óseos y peces cartilaginosos

Tiburones, mojarras, atunes, sardinas, anguilas, bagres, charales, robalos, salmones... La diversidad de los peces es tan vasta como lo inmensurable de las aguas, y se les clasifica en dos grandes grupos: Osteictios o peces óseos, y tienen lo que propiamente llamamos huesos y son la mayoría de las especies, y Condrictios o peces cartilaginosos, cuyo esqueleto (columna vertebral, mandíbula y soporte de las aletas) está hecho de cartílago, un material ligero y flexible, similar al de nuestra nariz y orejas. Los peces cartilaginosos se dividen en elasmobranquios (tiburones y rayas) y quimeras. La palabra elasmobranquio significa branquias en láminas, o sea, que las aberturas branquiales para respirar están al descubierto, sin la protección de un opérculo o placa protectora como la de los peces óseos, y parecen un grupo de líneas. En las rayas, estas aberturas se encuentran abajo, en el área ventral, y sus ojos, arriba, en la zona dorsal; en cambio, en los tiburones se ubican a los lados de la cabeza.



Fuente: Audiolibro *Tiburones. Los decanos del mar*. Juan Carlos Pérez Jiménez, Iván Méndez Loeza, Elizabeth Cuevas Zimbrón y Laura López Argoytia. Colección Biografía de un animal incomprendido, ECOSUR, libros@ecosur.mx, www.ecosur.mx/libros

Aves urbanas

la biodiversidad no visible



HUMBERTO BAHENA

de Isla Mujeres

Lejos del paisaje turístico existen ecosistemas que albergan una importante biodiversidad y aportan beneficios ecológicos en Isla Mujeres, Quintana Roo, pero han sido ignorados e incluso afectados por la urbanización. Si las Salinas—humedales de la isla— fueran reconocidas como hábitat de numerosas aves y por lo que representan para la salud del ambiente, los estímulos económicos y naturales aterrizarían solos.

Las Salinas de la isla

No todo en el Caribe mexicano son paisajes paradisíacos, aguas cálidas y exuberante flora y fauna. También está presente la dinámica social urbana de la zona, que ha implicado el sacrificio de recursos naturales a causa del crecimiento poblacional y para cubrir las necesidades de habitantes y turistas.

La creación de Cancún en la década de 1970 —como parte de un plan nacional de turismo— representó la transformación social y económica de Quintana Roo, así como la alteración de ambientes naturales que han afectado, entre otros, el hábitat de las aves nativas y de las migratorias que pasan un tiempo en los humedales del lugar. En ese entorno modificado por el crecimiento urbano, muchas aves han encontrado un remanso en Isla Mujeres, que se ubica frente al desarrollado Cancún y que además de sus cálidas playas, despliega en su interior tres

lagunas resguardadas del bullicio humano: las Salinas.

Salina Grande, Salina Chica y Salina Mundaca o Norte son los nombres que los isleños dan a estos humedales, mismos que tienen una peculiar ubicación: se encuentran en el centro de la isla —de 1.5 km de ancho—, detrás de los patios de las casas y rodeados de vegetación, principalmente de mangle blanco (*Conocarpus erectus*). No se observan a simple vista, y quizá por eso no se les ha prestado la debida atención ni se han implementado políticas adecuadas para su manejo y conservación. Además, son sitios con potencial para la realización de actividades sociales, culturales e incluso económicas, como el ecoturismo.

En la década de 1950, antes de la llegada de la luz eléctrica a la isla, las Salinas presentaban buen estado de conservación. Se inundaban temporalmente y eran hipersalinas, es decir, contenían sal en mayor cantidad que el

agua de mar y de ahí su nombre. En los periodos de desecación, cuando el agua disminuía lo suficiente, los habitantes cosechaban la sal para aprovecharla en la conservación de alimentos y otros usos.

Tal actividad concluyó con la llegada de la electricidad en los años sesenta, acompañada de otros efectos del desarrollo. Con la construcción de la carretera hacia el parque arrecifal “El Garrafón” en la costa occidental de la llamada Punta Sur, se cortaron de tajo los pasos de agua proveniente del mar, de modo que el líquido embalsado (acumulado por los efectos de la construcción) conformó lagunas aisladas y en poco tiempo murieron muchas plantas y animales, además de que algunas especies de fauna migraron. Después de la inestabilidad inicial, las Salinas han sido el resguardo de diversas formas de vida, pero la dinámica social ligada al desarrollo urbano y turístico ha implicado que se les vaya restando importancia.





CARMEN ROSAS

Garza rojiza.

Aves de todo tipo

Las aves, acuáticas y terrestres, son parte de la vida de Isla Mujeres; sin ir más lejos, es fácil ver golondrinas y pelícanos en muelles y avenidas. Sin embargo, existen especies que prácticamente son invisibles para los turistas, ya que habitan en las Salinas, a las que se llega solo cuando uno se adentra en la vida isleña. Sin duda, esas lagunas urbanas resguardan una biodiversidad que merece ser documentada y reconocida.

De acuerdo con algunos recorridos de campo y una revisión de las listas del proyecto eBird (<https://ebird.org/explore>), se han avistado 123 especies de aves. La Salina Mundaca registra notoriamente la mayor diversidad, quizá porque se ubica detrás del pequeño aeropuerto de la isla, el cual dispone de un espacio de aterrizaje sin visitas aéreas y seguramente resulta atractivo para las aves.

De esas 123 especies, las terrestres (71) representan el 57.7% del total, mientras que las acuáticas (52) son el 42.3%. Según los hábitats preferentes que esas aves muestran en la península de Yucatán, el 70% se encuentran principalmente en medios costeros (playas, manglares y lagunas costeras) y en zonas semiabiertas (dunas, matorra-

les y ambientes urbanos), mientras que el 30% restante viven en ambientes acuáticos interiores (lagunas, cenotes y aguadas) o en medios más conservados, como selvas con vegetación cerrada.

La mayor parte de las aves de las Salinas son migratorias (53.7%) y el resto (46.3%) son residentes permanentes. Aunque es importante saber cuánto tiempo se quedan en un determinado lugar y qué tipo de hábitat ocupan de manera preferente, también se debe conocer su alimentación y la forma en la que usan el humedal. Una caminata matutina antes de la llegada de turistas, o bien, a su partida en el ocaso, permite observar especies voladoras, playeras, nadadoras y vadeadoras.

Las especies voladoras, que habitualmente se alimentan en el aire o desde él, son las más representativas en las Salinas; se han registrado 65 especies, un 52% del total. Estas aves cuentan con distintas estrategias de búsqueda y captura del alimento; algunas, como el pelícano (*Pelecanus occidentalis*), detectan a sus presas desde el aire y se zambullen para capturarlas; otras, como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), vuelan sobre el agua y caen en picada para sujetar peces con sus garras,

mientras que otras más ni siquiera tocan la superficie del agua —o la tierra— al atrapar presas; la fragata tijereta (*Fregata magnificens*) es el mejor ejemplo. También se ubican en esta clasificación las que persiguen insectos y los capturan en el aire, como el tirano piri (*Tyrannus melancholicus*).

Además de las voladoras, también podemos conocer a las aves playeras, que se distinguen por sus patas largas; las nadadoras, de patas palmeadas, que como su nombre lo dice, nadan o flotan en los humedales, y por último las vadeadoras, que también tienen patas largas y picos fuertes, y prácticamente caminan sobre el agua.

Según su tipo de alimentación, detectamos especies que se alimentan exclusivamente de peces (piscívoras o ictiófagas), crustáceos (crustácívoras), semillas (granívoras), además de las insectívoras; estas últimas, junto con las de dieta más amplia (omnívoras o generalistas), son las más comunes, pues suman 77 especies (62.6% del total). Es un gran espectáculo ver a todas ellas tomar el desayuno o la merienda, lo cual podríamos dejar de apreciar si no se revierte la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran.

Aves en la vida cotidiana

En las Salinas de Isla Mujeres existen 11 especies (9.2%) en dos categorías de riesgo: "sujetas a protección especial" y "amenazadas", según lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es el instrumento legal de protección para flora y fauna en riesgo en México. Las aves cuyas poblaciones necesitan recuperarse y conservarse son: la aguililla aura (*Buteo albonotatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la garza rojiza (*Egretta rufescens*), el avetoro menor (*Ixobrychus exilis*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*), el maullador negro (*Melanoptila glabrirostris*), la huilota caribeña (*Zenaida aurita*), el colorín siete-colores (*Passerina ciris*) y el vireo mangle-ro (*Vireo pallens*).

Las que se encuentran en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo están representadas por el rascón cuello canela (*Aramides axillaris*) y el charrán rosado (*Sterna dougallii*). El número aumenta si consideramos al pato real mexicano (*Cairina moschata*), cuyas poblaciones silvestres están en peligro de extinción; el ejemplar avistado en Salina Grande presenta patrones de coloración que corresponden a individuos domésticos o semisalvajes (ferales), no silvestres.

Es importante destacar la presencia de tres especies exóticas, es decir, que no existían ahí originalmente, fueron introdu-



Pato real mexicano.

ROBERTO BARRIENTOS

cidas y suelen potenciar la vulnerabilidad de otros organismos del ecosistema; se trata de la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y la paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*). El impacto que ejercen sobre la fauna nativa va desde la transmisión de enfermedades hasta la competencia por alimento y sitios para anidar. La paloma doméstica, por ejemplo, se considera una plaga urbana, y la paloma turca aparentemente desplaza a la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*), que es nativa del lugar.

Como se puede apreciar entonces, las Salinas son humedales que han pasado por distintas fases y actualmente están en condiciones de vulnerabilidad, a pesar de la importancia que podrían tener para las comunidades humanas en muchos sentidos y para la conservación de la biodiversidad en una zona donde la urbanización está ganando la batalla. Para preservar tan vitales

ecosistemas, es necesario realizar esfuerzos para conocer a mayor detalle tanto su fauna y flora como su funcionamiento, promoviendo la implementación de planes y programas de manejo adecuados para que las lagunas se conviertan en espacios de convivencia entre los habitantes, y de ellos con la naturaleza.

Una estrategia fundamental sería impulsar el ecoturismo centrado en la observación de aves, lo cual permitiría a los visitantes conocer el interior de la isla, convivir con los habitantes y disfrutar de la belleza de la avifauna. Esta clase de actividad controlada puede otorgar a los pobladores un incentivo para conservar los humedales. También es conveniente organizar excursiones educativas para el conocimiento del hábitat y de su entorno.

Estas propuestas buscan que los habitantes integren a las aves en su vida cotidiana, las valoren al conocerlas mejor y aprecien su valor ecológico, lo cual repercutirá tanto en la conservación de estos animales, como en la preservación de los humedales urbanos que las acogen. ☞

Roberto Carlos Barrientos-Medina es académico de la Universidad Autónoma de Yucatán (rcarlos@correo.uady.mx). Rosiluz Ceballos-Povedano es académica de la Universidad del Caribe (rceballos@ucaribe.edu.mx).

ENTÉRATE

¿Por qué se llama Isla Mujeres?

Isla Mujeres, Quintana Roo, se ubica en el mar Caribe, muy cerca de Cancún. En el sitio elevado Punta Sur, hay vestigios de un templo maya que podría haberse dedicado a Ixchel u otras deidades de la fertilidad antes de la llegada de los españoles. El arqueólogo Guillermo Goñi, en su artículo "Historia de un monumento: el templo maya de isla mujeres" (DOI: <http://dx.doi.org/10.19130/iifl.ecm.1999.20.444>), menciona dos referencias del nombre de la isla. La primera es una crónica del viaje de Juan de Grijalva, atribuida a Juan Díaz de Solís, y tiene mayor carga de "fantasía y tradición": "Anduvimos por la costa, donde encontramos una muy hermosa torre en una punta, la que se dice ser habitada por mujeres que viven sin hombres, créese que serán de raza de Amazonas". La otra es de Fray Diego de Landa, en su *Relación de las cosas de Yucatán*, y alude también al descubrimiento de la isla: "Que en el año de 1517, por cuaresma, salió de Santiago de Cuba Francisco Hernández de Córdoba, con tres navíos a rescatar esclavos para las minas, ya que en Cuba se iba apocando la gente. Otros dicen que salió a descubrir tierra y que llegó a la Isla de Mujeres, a la que puso este nombre por los ídolos que allí halló de las diosas de aquella tierra como Aixchel, Ixchebeliax, Ixbunic, Ixbunieta, que estaban vestidas de la cintura abajo y cubiertos los pechos como usan las indias; y que el edificio era de piedra, de que se espantaron, y que hallaron algunas cosas de oro y las tomaron".



Herramientas genéticas

para proteger a la naturaleza

El análisis de ADN no solo sirve para atrapar asesinos o rastrear huellas de seres vivos de tiempos remotos; es la base de las herramientas genéticas que se aplican en varios esquemas de conservación de flora y fauna silvestres. Rastreo del comercio ilegal de especies, cría de animales en peligro de extinción, reservorios genéticos en jardines botánicos, son muestras del aporte de la genética para proteger la vida.

No es ficción

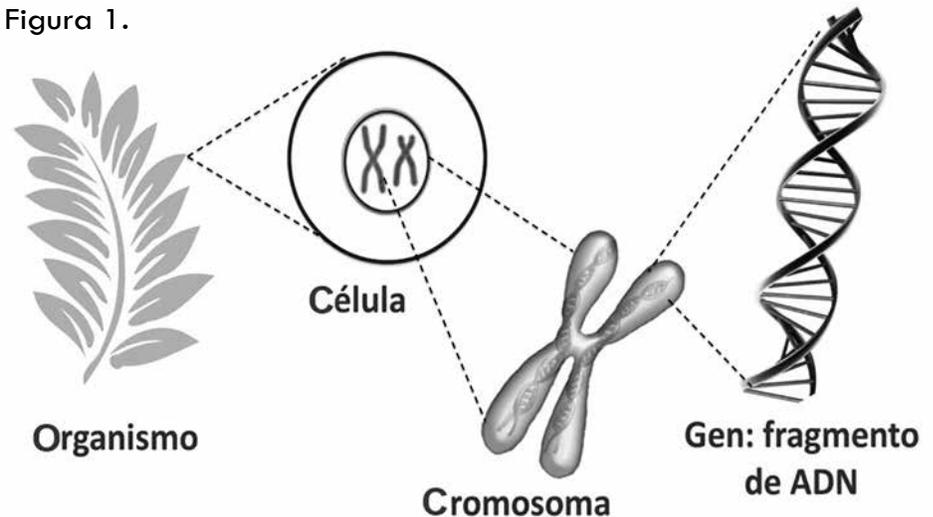
Yessica Rico Es casi seguro que en películas o series de televisión hayamos visto a personal forense, ligado a instancias policíacas, analizar el ADN de los escasos rastros de sangre encontrados en la escena del crimen e identificar al probable sujeto agresor o a la víctima. No son meras historias de ficción para atraer público, sino una realidad posible gracias a las llamadas herramientas genéticas.

Como su nombre lo indica, la genética es una disciplina de la biología que estudia los genes: segmentos de ADN con información sobre el funcionamiento celular, digamos que son una especie de instructivo (figura 1). También se refiere a los mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios, y se compone de una gran variedad de subdisciplinas relacionadas con otras áreas del conocimiento, entre ellas, ciencias de la salud, arqueología, antropología forense, biotecnología, sistemática, ecología, evolución o biología de la conservación.

La genética tuvo un gran impacto en la ciencia desde el descubrimiento de la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico o ADN en 1953, las técnicas de secuenciación del mismo en 1973 y la reacción en cadena de la polimerasa o PCR (por sus siglas en inglés) en 1983, las cuales son las herramientas genéticas más utilizadas.

La PCR permite obtener millones de copias de un fragmento de ADN a partir de una cantidad mínima de material genético, para después ser secuenciada. Esto hace posible conocer el orden de los nucleótidos (adenina, guanina, citosina, y timina) en una cadena de ADN, lo que constituye la información genética de un organismo y la base de su funcionamiento. Para comprender las implicaciones del proceso, basta re-

Figura 1.



cordar la alusión a los rastros de sangre apenas perceptibles, con los cuales se puede identificar a una persona.

Aunque hay herramientas más modernas, con la PCR los científicos han desarrollado múltiples aplicaciones; gracias a ella conocemos cómo los seres humanos colonizaron los distintos continentes en tiempos remotos, o bien, extrayendo el ADN de la saliva se pueden rastrear las mutaciones que dan origen a las enfermedades genéticas, como el síndrome de Down. De igual modo, con un pedacito de tejido de una hoja, se puede extraer ADN y modificarlo para mejorar la resistencia de una planta a la sequía o conocer las relaciones evolutivas entre las especies. Considerando estos usos tan significativos, es de suponer que las herramientas genéticas puedan ligarse a la conservación de la biodiversidad.

La diversidad genética

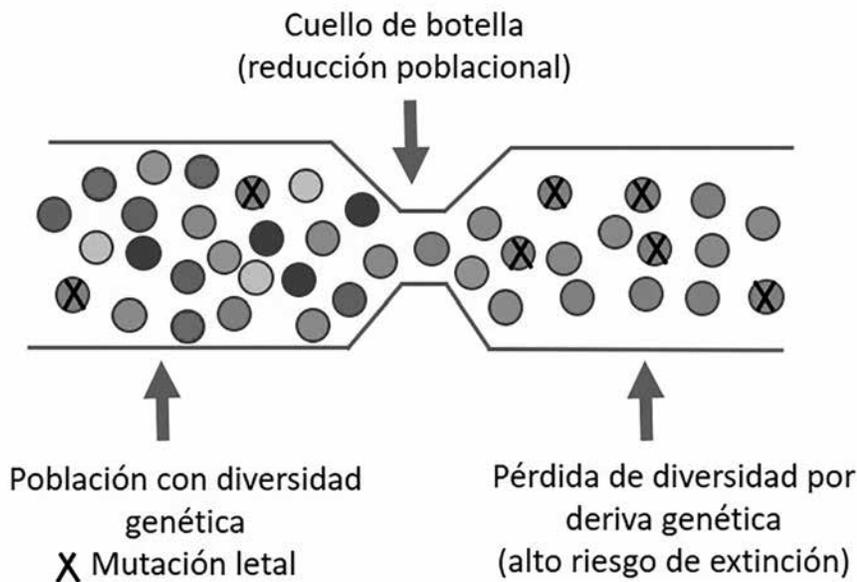
La diversidad genética la entendemos como la variedad total de características genéticas en una especie (acervo de genes, los cuales son segmentos de ADN que conforman unidades de información genética). Este aspecto es tan importante que la Unión para la Conservación de la Naturaleza o IUCN,

por sus siglas en inglés, la nombra como uno de los tres niveles jerárquicos de conservación: diversidad de ecosistemas, diversidad de especies y diversidad genética.

Para entender su relevancia, conviene saber que hay una liga entre la baja diversidad genética de las especies y su riesgo de extinción. Tal es el caso de los demonios de Tasmania, marsupiales endémicos de Australia, cuya población ha disminuido un 60% por un cáncer facial contagioso. Recientemente se descubrió, al secuenciar su genoma, que tienen una baja variabilidad genética, sobre todo en genes del sistema inmune. La razón es que han sido cazados casi hasta el exterminio y eso los ha dejado con un acervo genético reducido.

¿Cómo entender el riesgo de un acervo genético escaso? Cuando una población disminuye drásticamente su tamaño, se desarrollan procesos que reducen su variación genética, como la endogamia (reproducción entre organismos emparentados). También aumenta la probabilidad de mutaciones genéticas letales que potencian el riesgo de extinción (figura 2). Entonces, la diversidad genética es importante para sobrevivir a largo plazo, pues representa el potencial evolutivo de las especies para

Figura 2.



responder a los cambios físicos y biológicos del ambiente.

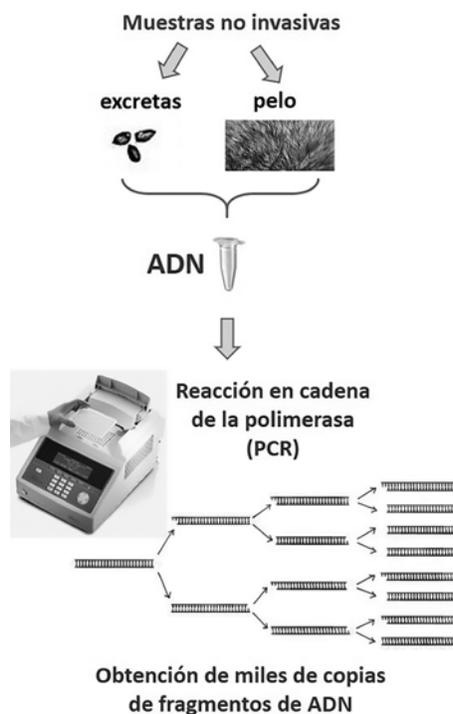
Puedo conocerte, aunque no te vea

En la naturaleza hay especies de animales difíciles de observar, debido a que son pocos individuos, tienen hábitos sigilosos y nocturnos o porque es complicado atraparlos para colocarles algún dispositivo de rastreo, como ocurre con los jaguares y los osos negros. Afortunadamente es factible estudiarlos a través del análisis genético de sus rastros biológicos, como las excretas o el pelaje, que contienen células de las cuales se puede extraer el ADN. A esto se le conoce como toma de muestra indirecta o no invasiva, porque no se requiere la toma directa de tejido del animal (figura 3), y es como se han estudiado relaciones de parentesco, procesos de migración (flujo genético), resistencia a enfermedades, entrecruzamiento con especies emparentadas (hibridación) y en general, el estado de conservación de las especies.

El excremento o el pelaje no son las únicas huellas que todos los seres vivos dejan en el ambiente; también están la transpiración, mucosidades, células de piel desprendida y otros elementos, lo que permite la aplicación de técnicas no invasivas, conocidas como ADN ambiental (eADN: en-

viromental ADN), para conocer el número de especies presentes en una muestra de agua, suelo o sedimento. Así se puede monitorear, por ejemplo, la presencia y diversidad de especies en un sistema de agua dulce o salada, lo que sería muy difícil si tuviéramos que coleccionar organismos con redes; se facilita la detección de seres patógenos, flora o fauna invasora, especies

Figura 3.



sujetas a protección, entre muchas otras aplicaciones.

Conservación desde el encierro

Los zoológicos y jardines botánicos son visitados por públicos numerosos que desean conocer animales y plantas de distintas partes del mundo, pues tradicionalmente se enfocaban en la recreación y educación ambiental. Sin embargo, ante la alarmante pérdida de especies silvestres por deforestación, comercio ilegal, contaminación, cambio climático y otros factores, se están convirtiendo en importantes reservorios de material genético.

Por una parte, se han generado valiosos esfuerzos para la cría en cautiverio de fauna amenazada. En ese contexto, las herramientas genéticas sirven para seleccionar a los mejores candidatos a fin de que se reproduzcan y luego las crías puedan ser reintroducidas en sus ambientes naturales. Una muestra notable es el zoológico de San Diego, en Estados Unidos, que cuenta con un amplio equipo de científicos involucrados en ambiciosos proyectos de conservación; entre sus logros destaca la reproducción exitosa del guepardo africano.

En México existen algunos zoológicos con un buen número de individuos de especies en riesgo, como el lobo gris mexicano, la guacamaya escarlata, la guacamaya verde, el águila real, el manatí del Caribe, el mono aullador y el jaguar. Un caso de éxito es la cría en cautiverio del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en el zoológico de Coyoacán, que junto con instituciones internacionales hicieron posible su liberación exitosa en el norte del país. Otro zoológico con importantes programas es el Miguel Álvarez del Toro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en el que se ha logrado la reproducción de jaguar (*Panthera onca*).

Por otra parte, los jardines botánicos integran una colección significativa de plantas silvestres. Cerca del 30% de las que están amenazadas en el mundo tienen representantes vivos en los jardines. Para que estas colecciones sean útiles en la conservación



CARLOS J. NAVARRO S. / CONABIO

Lobo mexicano (*Canis lupus subsp. baileyi*).



HUMBERTO BAHENA

Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín", ECOSUR.



YESSICA RICO

Magnolia schiedeana.

como fuentes de semillas (germoplasma) o para la reintroducción y restauración de hábitats deteriorados, deben ser genéticamente diversas, es decir, tienen que ser una muestra representativa de la diversidad genética que se encuentra en el hábitat natural. El análisis de la situación en tales jardines y en la población natural es un tema de estudio de la Sociedad Internacional de Jardines Botánicos para la Conservación (BGCI, por sus siglas en inglés) en conjunto con universidades y centros de investigación.

No pasarás de incógnito

El tráfico ilegal amenaza la supervivencia de una gran cantidad de plantas y animales en todo el mundo. La inspección visual de las mercancías no basta, pues no es fácil identificar si se trata de especies amenazadas. Por ejemplo, en algunos embarques

pesqueros, antes de llegar al puerto de destino, se procesa a los peces quitándoles la cola, aletas e incluso la cabeza, lo que hace imposible reconocer su especie y detectar la caza ilegal.

Por fortuna, este panorama ha cambiado en los últimos años. El desarrollo de herramientas genéticas, como el código de barras de ADN, ha facilitado la identificación acertada de plantas y animales con solo una pequeña muestra de tejido, que ni siquiera necesita estar fresca.¹ Algunos estudios verifican que con esta identificación genética se ha avanzado en el control del comercio ilegal de especies marinas en riesgo: tiburón blanco, anguila europea, ballena. También se han identificado exitosamente productos comercializados con

¹ Ver Ecofronteras 59: Códigos de Barras de la Vida, <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/issue/view/154>

pieles de reptiles y mamíferos, plumas de aves, maderas de árboles y hasta el marfil de elefantes.

Esto nos deja ver que el constante desarrollo de las herramientas genéticas es fundamental para estudiar y diseñar estrategias de conservación de la biodiversidad, ya sea en su hábitat natural (*in situ*) o en sitios fuera de su ambiente (*ex situ*), destacando los zoológicos y los jardines botánicos. El patrimonio natural de México es único y diverso, y además contamos con instituciones científicas dedicadas al estudio e implementación de las herramientas genéticas que nos permiten conocer y preservar la vida silvestre. ☞

Yessica Rico es investigadora Cátedra CONACYT del Instituto de Ecología A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío (yessica.ricom@gmail.com).

ENTÉRATE

El lobo mexicano

El lobo mexicano es una subespecie del lobo gris de Norteamérica. Las crías nacen ciegas y sordas, por lo que durante las primeras semanas se quedan con su madre en la madriguera; el macho los protege a pocos metros. Por lo general, consumen venados, borregos, antílopes, liebres y roedores, pero la reducción de su hábitat y de sus presas provocó que atacaran al ganado décadas atrás y fueron exterminados masivamente hasta que casi se extinguieron. A finales de la década de 1970 se inició un programa de recuperación en cautiverio (para luego introducirlos a su ambiente), y México ha contribuido con más de 150 ejemplares. Actualmente, especialistas señalan que de construirse la ampliación del muro fronterizo entre México y Estados Unidos, la supervivencia de la especie se vería nuevamente amenazada, pues necesitan un corredor amplio para interactuar con otras familias de lobos y garantizar la diversidad genética.



Fuentes: <https://www.nationalgeographic.es/animales/lobo-mexicano>, <https://www.efe.com/efe/usa/destacada/zoologico-acoge-siete-crias-del-amenazado-lobo-mexicano/50000097-3320365>

Conversación con Charles S. Keck

Habitar con **dignidad** la práctica docente

LUIS FABIÁN VIDAL



LUIS AGUILAR

Laura López Argoytia En un país con severos problemas educativos que arrastran consecuencias inconmensurables, donde la profesión magisterial enfrenta un severo —y tal vez injusto— descrédito, muchas veces experimentando formas vacías de convivencia que hacen de las aulas espacios muertos, hablar de vocación docente parece ingenuo, aunque se antoja necesario. En esta entrevista, Charles S. Keck nos compara cómo un modelo de formación docente, con un enfoque socioemocional y ético, logra la transformación efectiva de las personas profesionales de la educación, quienes adquirieron una nueva presencia, con distintos y vitales compromisos.

Descubrí que como personas, encasillarnos en un espacio, en un entorno, en una actitud, nos coarta o nos corta las alas para ser más, conocer más, aprender más. Entonces, mi aprendizaje principal fue el de reconocermelo como persona social, pero a la vez esta parte individual que es mi interior. Ahora, por ejemplo, noto que en la escuela no solo son importantes los contenidos, sino también las interacciones, los sentimientos, el conocer el lado humano del niño, no solo desde el discurso.

Consuelo, testimonio del libro *Ser docente, ser persona*.

Charles Keck es doctor en educación y técnico académico del Departamento de Sociedad y Cultura en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), en la Unidad San Cristóbal de Las Casas. Fue uno de los cinco ganadores del concurso de ensayos "Educación crítica y emancipación", organizado por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) y la editorial Octaedro de Barcelona en 2018, con el tema "La for-

mación vocacional como vía emancipatoria: algunas experiencias incipientes y su relevancia para Iberoamérica".

¿Por qué te interesaste en el trabajo con docentes?

Desde hace más de 25 años he ido adquiriendo aprendizajes e interés en el tema educativo, ligado indiscutiblemente a la cuestión magisterial. Mi primer contacto con el ámbito escolar en Chiapas fue en 1992, cuando trabajé algunos temas de educación ambiental en primarias. Más adelante coordiné La Casa de la Ciencia, que estaba vinculada a ECOSUR; su énfasis inicial era la difusión de la ciencia entre estudiantes, y pronto se reconoció que había que involucrar al profesorado en procesos de aprendizaje. En aquel momento realmente me sorprendía la situación de las escuelas, y en todos estos años he seguido constataando que aunque el tema pedagógico es importante, solo se podrá atender si mejoran los problemas de clima laboral. Por más pretensiones que tengamos para compartir pedagogías o didácticas útiles e interesantes, siempre será como sembrar en tierra árida si no resuelven cuestiones organizacionales, las cuales responden a situaciones sistémicas de orden cultural, económico y político. En general, los docentes del Sistema Educativo Nacional, al menos en Chiapas, se enfrentan a carencias de todo tipo, que a fin de cuentas son expresiones de México.

¿En qué sentido son expresiones de México?

En principio, me refiero al conformismo, que normalmente tiene que ver con una preocupación por la sobrevivencia en lugar de



ABRIL MARTÍNEZ



LUIS AGUILAR

un impulso por la superación. Muchas personas se dedican al magisterio porque es la vía de subsistencia que les parece más cercana, pero si bien tienen un salario seguro y prestaciones, las vivencias cotidianas son duras. Es común que durante años deban viajar varias horas para llegar a su plantel asignado y quedarse ahí toda la semana o hasta una quincena, sin ver a sus familias, habitando la mayor parte del tiempo en comunidades que no son las suyas. Su ámbito laboral, las escuelas, en numerosas ocasiones son deprimentes: vidrios rotos, puertas que no cierran, equipos que no funcionan. Además, su medio está permeado por una cultura de miedo y desconfianza. La situación general no es óptima y aun así se conforman. En esta modalidad de sobrevivencia, la superación se presenta como la posibilidad de alcanzar una di-

rección o un puesto de supervisión, pero no como un impulso a nivel ético, íntimo; no hay un detonador que les anime a crecer y completarse como personas, y difícilmente podemos hablar de vocación. La escuela es, entonces, un mero espacio administrativo y normativo, un terreno muerto... Sin embargo, tendría que ser un espacio vital y transformativo donde uno "vuela" y puede asombrarse ante el encuentro con el otro y en la búsqueda de algo nuevo.

En este contexto, el proyecto "Ser docente, ser persona" no intenta mejorar la enseñanza en términos técnico-pedagógicos, sino abrir la posibilidad de que la docencia cobre aliento en una dimensión de la convivencia y de la vocación. Quienes están al frente de grupos necesitan revitalizarse para poder revitalizar el encuentro pedagógico. Necesitan atenderse a sí mismos y plantearse preguntas ligadas a los grandes cuestionamientos de la existencia: ¿Qué hacemos aquí? ¿Vivimos para sobrevivir o para florecer? La intención es revisar cómo cada quien *carga* su historia y se posiciona en la vida, pues con tanto peso ¿cómo levantar a otros, cómo volar?

¿En qué consiste este proyecto?

"Ser docente, ser persona" es un proyecto del centro Innovación Educativa (INED), en el que se imparten cursos a maestros en Chiapas, en grupos de 30 o 35 personas aproximadamente. Se trata de un proceso formativo que ofrece un espacio para poder

cultivar la propia historia, destacando aspectos socioemocionales y éticos. Se busca sanar la desconfianza que es muy común en el medio; en las escuelas chiapanecas nadie confía en nadie y no hay quien quiera tomar riesgos, nadie se expone. Una meta es transitar desde esa desconfianza hacia la mínima convicción de que sí es posible construir una experiencia del otro como apoyo o aliado, y no como amenaza. Uno de los ejes metodológicos es la "ética del cuidado de sí", la cual, siguiendo a Foucault, no se trata de mimarse, sino de cultivarse intencionalmente. Se propicia el autoconocimiento, lo cual implica revisar la propia situación interna y necesariamente se pasa por el dolor, tanto a causa de los sucesos que cada quien enfrenta como el dolor existencial implicado en la esencia de la vida.

El cuidado de sí mantiene una visión integrativa de mente, corazón y cuerpo; se trabaja con la expresión y la vivencia creativa, ligadas al aspecto cognitivo. Yo diría que también se abraza lo dionisiaco, la intensidad; es una invitación a fluir y tiene que ver con el tema de confiar, de darse permiso para expresarse frente a otras personas. Por ejemplo, si tienes ganas de llorar, ¿qué pasa si no tratas de frenar el llanto y te permites soltar todo el dolor? Es como una catarsis: ir al fondo y salir más limpiamente, más sano.

El proyecto abarca a muy pocos docentes...

Sí, solo es una gota en un océano, pero a la vez trata de posicionarse como una buena práctica de formación socioemocional. Con los limitados recursos disponibles, no hay forma de solucionar el gran problema del sistema educativo en México, pero sí podemos contribuir al debate en torno a posibles rutas de transformación en las escuelas. Por eso es muy importante el trabajo de investigación y sistematización, que es mi mayor aporte; hay que documentar, sistematizar, difundir y convencer. El proyecto tiene que mostrar con claridad sus resultados y así, desde evidencias contundentes, propiciar

Me acerqué más a la comunidad, hablé con sus autoridades, les propuse cambios para que los niños pudieran tener más tiempo y espacios en la escuela, y me llamó la atención cómo me daban mi lugar. Estoy muy cambiada en mi trato con mestizos. Esa barrera de pensar que por ser indígena no puedo o no sé y ellos por ser mestizos pueden más, se me quitó. Ahora veo mis capacidades y veo que otros también las valoran sin importar si son mestizos o indígenas.

Heriberta,
del libro *Ser docente, ser persona*.

una incidencia en el diálogo educativo. La mayor dificultad es lo costoso de este tipo de trabajo, aunque realmente se gasta más en la formación docente tradicional que no muestra el mismo impacto. En cambio, con la ética del cuidado de sí, las personas efectivamente se transforman y adquieren un nuevo compromiso, de modo que hay razón para tener esperanza. No es una formación teórica sino vital; no se aprende por haber estudiado sino por haber experimentado, y eso enriquece la docencia de manera sustantiva.

Además, una de las innovaciones más importantes del nuevo modelo educativo es que ubica la educación emocional como eje transversal. El riesgo es querer aplicarla a estudiantes antes de haber trabajado con docentes, mientras que estos últimos deben vivenciarla primero para adquirir una nueva presencia, sensibilidad, protagonismo, con formas distintas de hablar y escuchar.

¿Todo esto se refleja en tu libro *Ser docente, ser persona?*

Un colega que presentó el libro en Ciudad Obregón, Sonora, comentó que lo había entendido como un abrazo para las personas docentes. Esa idea de abrazo se liga exactamente al autoconocimiento mediante el que se dejan fluir las emociones hasta rendirse, es decir, abrazar lo que soy, lo que siento y lo que me pasa; reconocer mis limitaciones y a partir de ahí avanzar. Varios profesores lograron abrirse y contar sus experiencias para ser reproducidas en el libro, compartiendo su condición existencial que a veces incluye miedos, rigidez, apatía, soberbia. Reconocen todos esos rasgos



y de alguna manera los trascienden, pues concientizar sus aprendizajes les ayuda a reposicionarse frente a sí mismos, frente a la vida y la práctica docente. Los relatos se acompañan de fotografías de retrato y entonces, de pasar inadvertidos en el anonimato del sistema, se vuelven visibles como sujetos, como personas. Existen muchas maneras de analizar las historias y yo me centro en una: el tema de la presencia. Estos hombres y mujeres están adquiriendo una nueva presencia en su profesión; quien tenía rasgos impositivos se ha ablandado; quien era poco protagónico, ahora lo es más. Van logrando un mayor equilibrio sin estar condenados a permanecer en la misma posición, pues por momentos es necesario ser demasiado firme, pero no todo el tiempo, o se vale estar callado y no participar, pero no siempre...

Es un material pensado para que un docente pueda leerlo y sentirse identificado. Y también el académico, el funcionario o el secretario de educación, de modo que descubran aspectos en los que precisen poner

Para el futuro, solo espero tener esa mentalidad de vivir lo presente, porque cada día estamos haciendo una historia. Quiero valorar cada día más la fuerza que he encontrado dentro de mí y contagiársela a mis alumnos y compañeros de trabajo, agradeciendo todo lo que tenemos.

María, del libro *Ser docente, ser persona*.

atención. Las voces plasmadas ahí conmueven; compartir vivencias tan profundas es muestra de una gran honestidad y generosidad. Agradezco mucho a estas personas docentes haber accedido a participar; definitivamente no algo sencillo y sé que pueden ser objeto de señalamientos o ataques. Mostrar su historia, su nombre y su retrato significa encarar lo que cada uno es y habitar con dignidad su propia experiencia. ✨

Laura López Argoytia es coordinadora de Fomento Editorial en ECOSUR (llopez@ecosur.mx).



Ser docente, ser persona: once relatos de aprendizaje y transformación socioemocional

Charles Keck, 2018

Publicación de INED y ECOSUR, disponible en libros@ecosur.mx, www.ecosur.mx/libros

De vuelos y otras realidades

Un viaje de ida y vuelta, aunque nunca se vuelve al punto de partida. Una búsqueda, una transformación que demuestra que para la vida no hay escape y todos los caminos llevan a casa.



Piso gris, cielo de infinito azul. Frío. Las calles me resultaban familiares, pero ciertamente no las reconocía. Era inútil buscar ayuda, pues las puertas de las casas estaban todas cerradas; sin ruidos, sin rastro de persona alguna. Excepto, claro, mi minúscula presencia.

Mis pies descalzos y sucios apenas sostenían mi cuerpo tembloroso, fatigado. El fuego de mi garganta se agudizó y volví la mirada en todas direcciones para asegurarme de que nadie me seguía, al menos por ese instante. Traté de reponer mi respiración; con las manos en las rodillas comencé a inhalar y exhalar, pausada y profundamente, pero no hubo mucho tiempo para el descanso.

Escuché pasos a la distancia y supe que tenía que continuar. Avancé muy deprisa, tanto como me lo permitía el cansancio. Mis piernas corrieron solo por instinto. Izquierda, derecha, calles sin rumbo. Solo había que avanzar sin siquiera pensar adónde, hasta que llegó el momento de rendirme. Seguir huyendo ya no era opción. Todas las calles parecían iguales. Estaba perdida y extenuada y no podía seguir. ¿Y si brincaba un poco, podría alcanzar la altura suficiente para ver por encima de las casas? Corrí para impulsarme y salté con la fuerza que me quedaba. El viento arriba era fuerte y me mecía a su antojo...

El asombro de mi hazaña me hizo olvidar mi realidad por unos segundos, y cuando miré hacia abajo, vi a alguien muy cerca del sitio que yo acababa de dejar. Volvió la asfixia, la agonía. Supe que no se detendría hasta alcanzarme.

Poco a poco fui descendiendo. Cuando toqué el suelo me sentía mareada y aun así volví a correr para impulsarme de nuevo. Salté mucho más alto que la primera vez y todo abajo parecía tan lejano. El viento me sacudió y me elevé todavía más. Sentí que no tenía gravedad y que mis pies ya no volverían a pisar la tierra. El terror ahora era

por lo desconocido, por perder el dominio sobre mi cuerpo, por lo difícil que resultaba respirar. La brusquedad del viento me impedía ver con claridad hacia dónde me movía. ¿Es lo que sienten las hojas caídas que el aire sacude sin ninguna consideración?

Quise llorar. Realmente quería bajar, sentir mis piernas firmes, correr, caminar, aferrarme al suelo. Era todo lo que anhelaba; la ansiedad me invadía y no podía contener las lágrimas. El deseo de volver empezaba a ser insoportable. Recordé que siempre he temido las alturas, no quería flotar ni seguir volando, solo volver. Cerré los ojos y lo deseé con todo mi ser. No sé en qué momento dejó de haber furia en el viento, de pronto me acunaba y lentamente empecé a descender.

Cuando por fin pude tocar el suelo sentí un inmenso alivio, aunque a salvo no estaba. Caminé de prisa entre las calles deshabitadas; me paré de tajo al doblar una esquina pues a pocos metros lo descubrí. El sudor de las manos me advirtió el peligro y la angustia hizo latir mi corazón tan fuerte que creo que ambos lo escuchamos.

Él también se detuvo. Sonrió descaradamente y se dirigió a mí con voz suave: "Pequeña, despierta, ya es tarde".

Esthefania Munguía Sánchez es integrante de Fomento Editorial de ECOSUR (emunguia@mail.ecosur.mx).



Recomendaciones editoriales de Ecofronteras

Las personas interesadas en escribir para esta revista deben proponer artículos inéditos, que aborden temas de pertinencia social relacionados con salud, dinámicas poblacionales, procesos culturales, conservación de la biodiversidad, agricultura, manejo de recursos naturales y otros rubros vinculados a contextos de la frontera sur de México y orientados a la sustentabilidad. Si el contexto es otra zona geográfica, tiene que tratarse de manera comparativa o con alguna liga a la frontera sur. No se aceptarán reportes de investigación ni informes de trabajo.

Estilo

- ▶ Las temáticas deben plantearse de manera atractiva para nuestras lectoras y lectores, personas de ámbitos muy diversos, por lo que es necesario considerar el nivel de información que se va a utilizar.
- ▶ El lenguaje tiene que ser ágil, claro y de fácil comprensión para públicos no especializados, así que los términos técnicos se explicarán con sencillez.
- ▶ El tratamiento debe ser de divulgación, no académico. Pueden contarse anécdotas personales, usar metáforas o analogías y cualquier recurso estilístico que acerque al público. Conviene que autoras y autores se planteen lo siguiente: "Si yo no fuera especialista en este tema, ¿por qué me interesaría leer un artículo al respecto?"
- ▶ Para una mejor asimilación del contenido, es pertinente narrar los procesos que llevaron a los resultados o reflexiones que se plantean.
- ▶ El título debe ser sugestivo y conciso para llamar la atención.
- ▶ El primer párrafo es muy importante para que las personas sigan leyendo: una entrada interesante, que en lo posible haga referencia a vivencias o a cuestiones que los lectores puedan reconocer.
- ▶ Las citas bibliográficas deben ser las estrictamente necesarias; en lo posible, deben incorporarse al texto, por ejemplo: El sociólogo alemán Nicolás Kravsky, en un estudio realizado en 2010, asegura que...

Formato

- ▶ La extensión del artículo debe ser de entre cuatro y cinco cuartillas, escritas a espacio y medio (1.5) en tipo Arial 12 (aproximadamente 9,500 caracteres con espacios incluidos). No utilizar sangrías, tabuladores ni dar ningún tipo de formato al manuscrito: no justificar la mancha del texto, no centrar títulos ni subtítulos, no aumentar los espacios entre párrafos.
- ▶ Si se incluyen gráficas o figuras, deben servir para clarificar el contenido; si son de mayor especialización, es preferible omitirlas. Deben anexarse en archivo independiente, con buena resolución, textos en español e indicando la fuente.
- ▶ Procurar dividir el texto con subtítulos.
- ▶ Pueden incluirse recuadros que expliquen aspectos técnicos o complementarios.
- ▶ Se debe brindar material fotográfico si se cuenta con él. Entregarlo en archivo aparte, de preferencia en formato JPEG con resolución de 300 dpi, con el debido crédito autoral.
- ▶ Añadir una nota con la institución, categoría o puesto y área de adscripción de todas las autoras y autores, así como su correo electrónico. Por ejemplo: Alberto Martínez es investigador del Departamento de Sociedad, Cultura y Salud, ECOSUR Villahermosa (amarti@ecosur.mx); Ángela Boettger es académica de la Facultad de Agroeconomía, Universidad Autónoma del Sur (miranda@edu.mx).
- ▶ Incluir de tres a cinco "palabras clave". No deben formarse por más de tres términos. Ejemplo válido: recursos naturales; frontera sur. Ejemplo no válido: recursos naturales de la frontera sur.

Proceso general

- ▶ Pedimos a las autoras y autores que redacten un resumen sobre el tema y lo envíen a la editora (Laura López Argoytia, llopez@ecosur.mx), incluyendo el abordaje que piensa darse, así como un párrafo inicial. Se les responderá en un lapso no mayor a 10 días hábiles. Si se acepta la propuesta, hay que enviar el artículo completo, mismo que se somete a evaluaciones de contenido y estructura. En un lapso aproximado de dos meses, se informa el estatus del manuscrito.
- ▶ Las colaboraciones aceptadas se programan en alguno de los siguientes números; no hay compromiso de publicación inmediata. El equipo editorial se encarga de la revisión y corrección de estilo, y solicita a autoras y autores los cambios necesarios, complementos de información y visto bueno a la versión final en procesador de textos. Posteriormente sigue la fase de diseño, diagramación y última corrección.
- ▶ El Colegio de la Frontera Sur (instancia editora de Ecofronteras), requiere por parte de autoras y autores una carta de declaración de originalidad y cesión de derechos para fines de divulgación.

La distribución de la revista es gratuita. Se pueden solicitar ejemplares a ecofronteras@ecosur.mx.

Ecofronteras digital: <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras>



Árboles de Calakmul

Susana Ochoa-Gaona, Hugo Ruíz González, Demetrio Álvarez Montejo, Gabriel Chan Coba y Bernardus H. J. De Jong
ECOSUR

La obra es una guía que expone las características vegetativas de 179 especies de árboles nativos de la Reserva de la Biósfera de Calakmul, casi la mitad de las reportadas para esta selva tropical, una de las más importantes del continente americano. El trabajo presentado tiene un carácter dendrológico, por lo que puede ser de interés para quienes realizan planeación, monitoreo y manejo de la diversidad arbórea en la región, y para el aprendizaje y reconocimiento de especies.



Ráfagas y vientos de un sur global. Movilidades recientes en estados fronterizos del sur-sureste de México

Luis Alfredo Arriola Vega, Enrique Coraza de los Santos
ECOSUR

La obra aborda el tema de la movilidad humana en la zona fronteriza de México con Centroamérica. Además de presentar temáticas que normalmente despiertan interés, su gran contribución son las miradas a procesos emergentes poco estudiados, como la (in)movilidad de poblaciones migrantes en el sur-sureste de México y la impronta de la violencia en estas dinámicas poblacionales. Es una lectura obligada para las personas interesadas en las investigaciones recientes de los procesos migratorios.



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales.

Campeche
Av. Rancho Polígono 2-A
Ciudad Industrial Lerma · C.P. 24500
Campeche, Campeche
Tel: (981) 127 3720

Chetumal
Av. Centenario km 5.5 · C.P. 77014
Chetumal, Quintana Roo
Tel: (983) 835 04 40

San Cristóbal
Carretera Panamericana y Periférico sur s/n
Barrio de María Auxiliadora · C.P. 28290
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas
Tel: (967) 674 90 00

Tapachula
Carretera Antigua Aeropuerto km 2.5
C.P. 30700
Tapachula, Chiapas
Tel: (962) 628 98 00

Villahermosa
Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5
Rancharía El Guineo 2a sección · C.P. 86280
Villahermosa, Tabasco
Tel: (993) 313 61 10
www.ecosur.mx

