

El lirio acuático en una presa: una oportunidad de experimentación educativa

Grupo Laboratorio Extramuros IPICTY*

Resumen

El Laboratorio Extramuros (LEMUR), un espacio donde estudiantes de diferentes posgrados del IPICTY (Centro Público SECIHTI) colaboran en proyectos de beneficio social. El presente artículo tiene como objetivo compartir nuestras experiencias para inspirar la generación de este tipo de espacios en otros posgrados. El grupo LEMUR ha empleado metodologías participativas en colaboración con diferentes sectores (academia, gobierno y sociedad) para comprender las causas de la invasión de la Presa San José por el lirio acuático, revelando en el camino al área de influencia sobre la presa como un sistema socio-ecológico complejo. Este sistema incluye elementos que van desde el tratamiento de agua hasta la marginación social. En el grupo LEMUR hemos identificado áreas de oportunidad con las que esperamos detonar acciones colaborativas entre diferentes sectores. A la par, el grupo LEMUR explora metodologías educativas para implementar acercamientos transdisciplinarios a problemas socioambientales complejos desde la convergencia de programas de posgrado diversos.

Palabras clave: *Eichhornia crassipes*, lirio acuático, sistemas socio-ecológicos complejos, transdisciplina.

Abstract

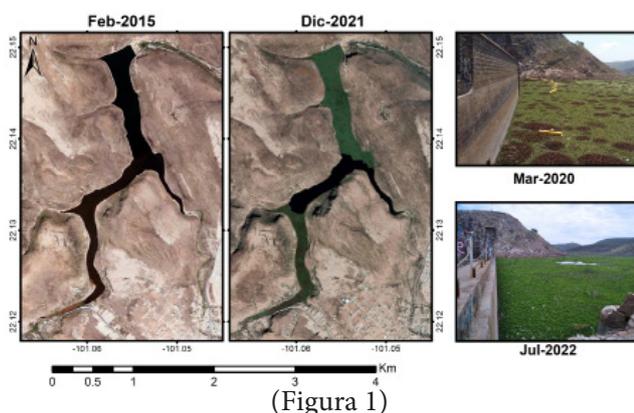
The “outside the walls” Laboratory (LEMUR) is a space where students from different postgraduate programs at IPICTY (CONAHCYT Public Center) collaborate on projects for social benefit. This article aims to share our experiences to inspire the creation of this type of space in other postgraduate programs. The LEMUR group has used participatory methodologies in collaboration with different sectors (academia, government, and society) to understand the causes of the invasion of the San José Dam by the water lily, revealing along the way the area of influence on the dam as a complex socio-ecological system. This system includes elements ranging from water treatment to social marginalization. In the LEMUR group, we have identified areas of opportunity for which we hope to trigger collaborative actions between different sectors. At the same time, the LEMUR group explores educational methodologies to implement transdisciplinary approaches to complex socio-environmental problems from the convergence of diverse postgraduate programs.

Keywords: *Eichhornia crassipes*, water hyacinth, complex socio-ecological systems, transdisciplinarity.

El lirio acuático, una red flotante

Al occidente de la ciudad de San Luis Potosí está situada la Presa San José; gran parte de su extensión está ahora cubierta por una de las plantas de agua dulce más hermosas: el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Esta especie es nativa de la cuenca del Amazonas y se introdujo en México debido a su belleza ornamental. El primer registro del lirio en nuestro país data de 1897, en las chinampas de Xochimilco y desde entonces se ha extendido por todo el territorio mexicano (Lot y Novelo, 2004).

El lirio acuático es una planta con una elevada adaptabilidad, que coloniza principalmente aguas de baja o nula movilidad, es altamente tolerante a condiciones extremas y tiene un mayor crecimiento durante las épocas de sequía. En sitios con abundantes nutrientes disponibles, como el nitrógeno y el fósforo presentes en aguas residuales, un solo individuo puede producir 65 mil descendientes en un año; es decir, en ese tiempo bastarían 10 individuos iniciales para cubrir casi la mitad de la superficie de un campo de fútbol (Center y Spencer, 1981) (Figura 1).



(Figura 1)

Su crecimiento desmedido provoca afectaciones directas a diversos organismos que cohabitan en el agua, principalmente porque provoca la disminución del oxígeno disuelto. Además, el lirio es un hospedero natural de larvas de mosquito, que son vectores de enfermedades como el dengue o el zika. Por otra parte, la abundancia del lirio **obstruye los canales de riego y amenaza de manera significativa la infraestructura**

de almacenamiento, suministro y tratamiento de agua dulce (Kriticos y Brunel, 2016). Ante esta situación, se ha propuesto controlar el crecimiento del lirio o removerlo por métodos mecánicos o químicos, lo cual no solo conlleva elevados costos y tiempos prolongados (incluso de varios años) para lograr una eliminación parcial, sino que omite enfrentar la raíz del problema (Gutiérrez et al., 1996).

En contraste, la presencia del lirio acuático también se ha sugerido como deseable dentro de ciertos contextos. **Esta planta posee la capacidad de secuestrar metales pesados, lo que puede ser aprovechado para fines de remediación del agua.** Otros usos que se le han dado al lirio son como **materia prima para la fabricación de papel, fibras textiles y como fertilizante de suelos.** Igualmente, el lirio representa una alternativa para generar energía limpia, ya que **puede ser usado para la producción de biocombustibles.** Debido a que el lirio posee un alto contenido de nutrientes, se ha propuesto su uso para la alimentación de animales de granja. Finalmente, al lirio acuático también se le ha usado de manera tradicional para el tratamiento de diversos males como la fiebre, el dolor de cabeza, diarrea y diabetes, entre otros (Lata y Dubey, 2010).

El lirio tiene un carácter muy controversial, por lo que la visión sobre sus posibles virtudes o perjuicios varía de acuerdo con la perspectiva desde la que sea observado. En este contexto, abordar la complejidad que rodea y da origen al lirio acuático requiere un enfoque que no esté limitado a una sola visión; este enfoque conjunta la perspectiva desde distintas disciplinas (acercamiento interdisciplinario) y desde distintos sectores (acercamiento transdisciplinario).

¿Cómo enfrentar problemas socioambientales complejos desde la educación nivel posgrado?

Una novedosa estrategia Inter y Transdisciplinaria

Con el objetivo de realizar investigación interdisciplinaria y aplicada a la solución de problemas de impacto social, en enero del 2020 surgió el “Laboratorio Extramuros” (LEMUR), una iniciativa de los posgrados del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C (IPICYT). El LEMUR está conforma-

do por estudiantes de las cinco divisiones del IPICYT: geociencias, ciencias ambientales, biología molecular, materiales avanzados y matemáticas aplicadas, quienes interactúan con el profesorado institucional. A grandes rasgos la metodología participativa puede describirse como una comunidad de aprendizaje que co-define sus propios objetivos y co-construye la forma de abordarlos basada en aspectos clave como son la convivencia horizontal, acuerdos por consenso, la comunicación abierta, el respeto a la diversidad de pensamiento y conocimientos.

El primer proyecto que abordamos fue la situación del lirio acuático en la Presa San José. En un acercamiento inicial, en el grupo LEMUR nos hicimos la pregunta detonante: **¿Cuáles son las causas de la expansión del lirio acuático en esta presa?** Mediante la construcción de modelos mentales (mapas cognitivos difusos, Bakhtavar et al., 2021) encontramos que al interior del grupo teníamos diferentes respuestas, lo cual nos reveló inmediatamente la complejidad de la situación.

Nuestro siguiente paso consistió en realizar el mismo ejercicio a grupos de personas e instituciones que están directamente involucradas o se ven afectadas por el lirio en la Presa San José, a través de reuniones virtuales durante la época de pandemia y presenciales a partir de que fue posible hacerlas. Una respuesta común fue que localidades marginadas en el área de la presa vierten aguas residuales sin tratar, potenciando las condiciones que favorecen el crecimiento del lirio. Por su parte, el gobierno del estado de San Luis Potosí invirtió dinero para contener el lirio con barreras flotantes y removerlo de forma mecánica (De la Rosa, 2021); sin embargo, no se tuvo éxito a largo plazo. Desde el sector académico, se han hecho esfuerzos para realizar diagnósticos del estado de la presa (Limones, 2024), aunque se han quedado principalmente en reportes técnicos, lo que limita que este conocimiento sea accesible para otros sectores. Paralelamente, un par de asociaciones civiles (Tabla 1) preocupadas por la conservación del área de la presa expresan su desánimo al no encontrar eco en sus iniciativas de protección y restauración de la zona. En nuestro acercamiento advertimos la frustración de algunos actores (Tabla 1) al

observar la degradación incesante de una presa que, de manera histórica, ha funcionado no solo como reserva de agua sino también como área de esparcimiento para la población e incluso como fuente de ingresos mediante la venta de alimentos.

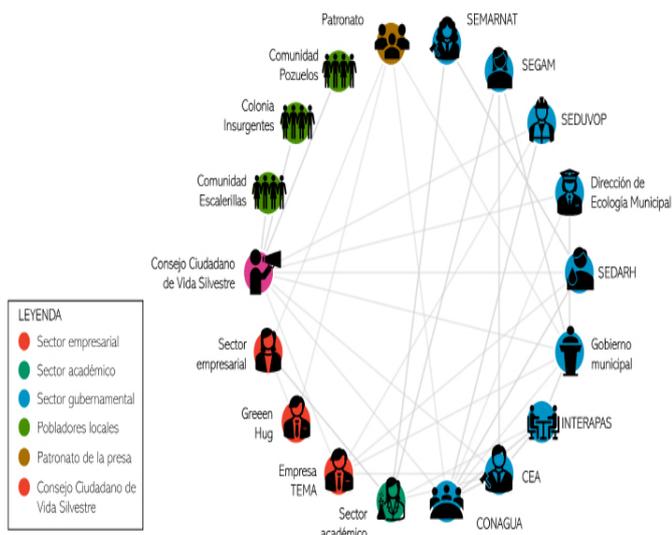
Tabla 1. Sectores Participantes en las reuniones intersectoriales

Academia	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C
	Universidad Autónoma de San Luis Potosí El Colegio de San Luis, A. C
Asociaciones civiles	Consejo Ciudadano de Vida Silvestre y Medio Ambiente
	Patronato Pro-Regeneración del Camino a la Presa de San José, A.C.
Gobierno	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Delegación San Luis Potosí Comisión Nacional de Agua

Parecía entonces que debíamos desenredar una red de múltiples conexiones donde cada actor proporcionaba nuevas piezas. Nos encontramos, con que cada visión se enfocaba en una escala espacial propia: a nivel de la planta misma, del vaso de la presa o de los procesos sociales y ambientales en la cuenca. En cada una de las escalas (espaciales y temporales) se entrecruzan aspectos biofísicos con otros de justicia ambiental, marginación, acceso equitativo al agua, bienestar humano, política pública y participación ciudadana. En resumen, es un sistema socioecológico complejo (Challenger et al., 2014). **¿Cómo abordar esta situación? Pero, sobre todo, ¿Cómo encontrar una solución favorable para todos los actores involucrados, presentes y futuros?**

Para abordar este reto, hay que reconocer que el lirio acuático invasor está unido a un gran número de problemáticas socioambientales actuales, las cuales tienen una característica en común: lo visible es tan solo un síntoma o consecuencia de una cadena de elementos y procesos interrelacionados que confluyen en un tiempo y espacio común. Comprendemos entonces que cualquier solución que involucre únicamente al lirio acuático será superficial y, por tanto, insuficiente. Asimismo, los intentos de entender las causas y proponer soluciones desde una única visión (ya sea académica, gubernamental o social) resultarán tan limitados como intentar mirar un paisaje a través de una lupa, por lo que será difícil encontrar soluciones definitivas. Por el contrario, si logramos conjuntar las percepciones de un número de actores lo suficientemente diversos y conocedores de la situación (lo observado a través de múltiples lupas), podremos tener un entendimiento apropiado de aquello que sostiene a la red flotante que es el lirio acuático y reconstruir así el paisaje completo.

En el grupo LEMUR se decidió ir más allá de considerar solo una solución puntual (como la construcción de una planta de tratamiento de agua en una localidad). Los objetivos del LEMUR se expandieron hacia establecer alianzas con otros sectores para generar en conjunto nuevo conocimiento útil, que contribuya a solucionar la problemática de manera integral. Así, el proyecto se transformó en una investigación colaborativa con todos los sectores involucrados, trabajando ahora con el objetivo de avanzar hacia la Sostenibilidad de la Presa San José (Figura 2).



Problemas complejos: Soluciones múltiples, siempre integrales y sostenibles

El primer gran reto de la colaboración multisectorial fue generar espacios de diálogo y confianza a través de reuniones presenciales y dinámicas grupales, en donde cada sector pudiera expresar su visión. Así que realizamos una serie de encuentros (virtuales, debido a la pandemia) en las que participaron tres instituciones académicas, dos asociaciones civiles y ocho instituciones gubernamentales pertenecientes a los tres niveles de gobierno (Tabla 1). Utilizando herramientas participativas, como los mapas mentales, para representar gráficamente el conocimiento de cada sector acerca de la situación de interés (Gray et al., 2015), se promovió el intercambio de conocimiento para construir un panorama global acerca del lirio en la Presa San José, en donde se identificaron los elementos del sistema socioecológico y las relaciones de causa-efecto que guardan entre sí. De esta manera, se identificaron orígenes del problema, profundos y a diferentes escalas espacio-temporales, como la marginación, el cambio en los regímenes de lluvia, las decisiones políticas, entre otros (Figura 3).



Fig. 3

Gracias a esta metodología participativa, identificamos los elementos en los que todos los sectores coinciden; estos puntos de convergencia sirven para formar puentes entre los actores y así plantear acciones conjuntas. Pero no solo los puntos en común son constructivos: las divergencias permiten apreciar la perspectiva de las contrapartes. Convergencias y divergencias conforman las piezas complementarias de una gran red que permite entender el sistema completo. Alrededor del tema de la Presa San José, algunos de los elementos con más coincidencias entre sectores fueron la carencia de información y la falta de vinculación entre actores. Asimismo, los distintos sectores reconocen la relevancia que tiene la inclusión del sector académico, pero no saben cómo acceder a la información que la academia genera. Esta desconexión nos señala cuánto trabajo hay por delante para lograr un acercamiento real y productivo entre todas las partes.

Dentro de los mayores aportes de la estrategia que hemos seguido se encentra la identificación de áreas de oportunidad y nuevos caminos transitables de cooperación. Dentro de las oportunidades identificadas se encuentra la generación de bases de datos que incluyan la información ecológica y social de la zona de la presa generada por los sectores de gobierno y academia. También sabemos que es necesario mejorar la comunicación y la vinculación entre los sectores interesados en la zona, así como incluir otros actores clave que podrían fortalecer la red de colaboración y que en la actualidad están desvinculados (por ejemplo, las comunidades alrededor de la presa, el sector inmobiliario o la ciudadanía potosina). Por último, desde la academia reconocemos la necesidad de abrir líneas de investigación específicas que aborden los intereses y necesidades locales y regionales, llevando a cabo un diálogo directo y horizontal con los sectores que serán partícipes en la generación de este conocimiento. Actualmente nos encontramos trabajando con todos los sectores para abordar estas oportunidades.

La situación del lirio acuático en la Presa San José presenta retos considerables, y desde el grupo LEMUR, a través de reuniones multisectoriales convocadas desde el sector académico, hemos abierto canales de comunicación intersectorial y participativa que

permitirán encontrar soluciones. Al mismo tiempo, de manera alentadora, estamos promoviendo en nuestros posgrados la formación de profesionales con capacidad de adaptación al cambio, capaces de intervenir ante los grandes retos de formas creativas y productivas, con resultados de beneficio social.

A lo largo de estos años han participado 30 estudiantes, 3 posdoctorantes y más de 10 integrantes del personal académico. Aunque el camino para alcanzar la sostenibilidad de la Presa San José es largo, a la fecha, desde LEMUR están en proceso diferentes proyectos, por ejemplo, la elaboración de un mapeo participativo con las comunidades para identificar sitios que requieren atención y que definirá las áreas que son apropiadas para la realización de diagnósticos más específicos sobre los grados de contaminación y su origen, así como posibles sitios de monitoreo a largo plazo. Aunado a esto, se tiene como perspectiva realizar un programa de educación ambiental co-generado con las comunidades y diferentes instituciones gubernamentales de acuerdo con sus necesidades e intereses. Se está realizando una revisión sistemática de información sobre el área de influencia de la Presa que se pondrá a disposición en un repositorio público. Finalmente, se espera que la información recabada y los análisis realizados por el grupo LEMUR puedan contribuir a la generación de política pública.

En una era definida por nuestra huella ambiental como seres humanos (el Antropoceno), la experiencia transdisciplinaria en instituciones de educación superior y en programas de posgrado serán una vía importante en el camino hacia soluciones integrales, duraderas y sostenibles.

* Integrantes que contribuyeron en este trabajo

Integrantes actuales:

Estudiantes Doctorado: Andrea Valeria Guzmán
Miranda, Rodrigo Dávila Ortiz

Investigadoras e investigadores: Fredy Alexander
Alvarado Roberto, Felipe Barragán Torres, Leonar-
do Chapa Vargas, Elisabeth Huber-Sannwald, Natalia
Martínez Tagüeña, Braulio Gutiérrez Medina y Nguyen
Esmeralda López Lozano (autora de correspondencia).

Ex- integrantes:

Estudiantes Doctorado: Felipe de Jesús Barraza
García, Benjamín Portillo Rodríguez, Roque Sánchez
Salas, Eyra Judith Hernández Hernández, María del

Carmen González López, David Ricardo Martínez Var-
gas, Joel de Jesús Gutiérrez Martínez, Sandra D. Her-
nández Valdez, Andrea S. González Vera, Ricardo I.
Mata Páez, Isaac L. López García, Ana Karen Ramírez
López.

Estudiantes Maestría: Elizabeth Alessandra
López Anaya, Alejandra Sandoval Avilez, Luis Emir
Ramírez Castillo, Saliha del Carmen Barbosa Martí-
nez, Gabriela González Olimón.

Investigadoras e investigadores: Claudia Lorena
Lauterio Martínez (Posdoctorante), Víctor Manuel Re-
yes Gómez (INECOL)

Referencias

- Bakhtavar, E., Valipour, M., Yousefi, S., Sadiq, R., & Hewage, K. (2021). Fuzzy cognitive maps in systems risk analysis: a comprehensive review. *Complex & Intelligent Systems*, 7, 621-637.
- Center, T.D., Spencer, N.R., 1981. The phenology and growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in a eutrophic north-central Florida lake. *Aquat. Bot.* 10, 1–32. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(81\)90002-4](https://doi.org/10.1016/0304-3770(81)90002-4)
- Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Chavero, E.L., Maass, M., 2014. La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investig. Ambient.* 6, 1–21.
- De la Rosa P. (2021, 20 de septiembre). Lirio acuático problemática sin fin. Plano Informativo. <https://planoinformativo.com/811195/lirio-acuatico-problematica-sin-fin/espectaculos/>
- Gray, S.A., Gray, S., Kok, J.L. De, Helfgott, A.E.R., Dwyer, B.O., Jordan, R., Nyaki, A., 2015. Using fuzzy cognitive mapping as a participatory approach to analyze change, preferred states, and perceived resilience of social-ecological systems. *Ecol. Soc.* 20.
- Gutiérrez, E., Huerto, R., Saldaña, P., Arreguín, F., 1996. Strategies for waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) control in Mexico. *Hydrobiologia* 340, 181–185. <https://doi.org/10.1007/BF00012752>
- Kriticós, D.J., Brunel, S., 2016. Assessing and Managing the Current and Future Pest Risk from Water Hyacinth, (*Eichhornia crassipes*), an Invasive Aquatic Plant Threatening the Environment and Water Security. *PLoS One* 11, e0120054. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120054>.
- Lata, N., Dubey, V., 2010. *Eichhornia crassipes* a Suitable Economic Feed: The World's Worst Aquatic Weed. *J. Food Technol.* 8, 102–105. <https://doi.org/10.3923/jf-tech.2010.102.105>
- Limones Carranza, C. J., 2024. Estudio De La Problemática De Contaminación De La Presa San José En San Luis Potosí.. Tesis de Maestría. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, AC.