

# Jandiekua

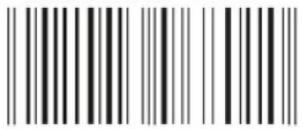
Revista Mexicana de Educación Ambiental



Julio 2025

Número  
Especial

ISSN 2683-1651



# Jandiekua

---



Revista Mexicana de Educación Ambiental

## CONSEJO EDITORIAL

Dra. María Isabel Lázaro Báez  
Dra. Mariana Buendía Oliva  
M.C. Luz María Nieto Caraveo  
**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

Dr. Felipe Reyes Escutia  
**Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**

Dra. Shafia Súcar Súccar  
**Universidad de Guanajuato**

## Coordinadores del número:

**Dra. Mariana Buendía Oliva**  
Agenda Ambiental  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Dr. Gerardo Morales Jasso**  
División de Ciencias Ambientales  
Instituto Potosino de Investigación Científica y  
Tecnológica A.C.

**Dra. Rosalba Thomas Muñoz**  
Centro Universitario de Gestión  
Ambiental  
Universidad de Colima

## COMITÉ EDITORIAL

Dr. José Antonio Caride (España)  
Dr. Julio Carrizosa (Colombia)  
Dr. Édgar González Gaudiano (México)  
Dr. Eduardo Gudynas (Uruguay)  
Dra. Luisa Paré (México)  
Dra. Lucie Sauvé (Canadá)  
Dr. Víctor Manuel Toledo (México)  
Dra. Eloísa Téllez (Perú)

Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes.

Hecho en México.  
Made in Mexico.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Rector:**  
Dr. Alejandro Javier Zermeño Guerra

**Coordinadores del número:**  
Dra. Mariana Buendía Oliva  
Dr. Gerardo Morales Jasso  
Dra. Rosalba Thomas Muñoz

ISSN 2683-1651

Diseño y producción:



UASLP  
Av. Manuel Nava S/N  
Zona Universitaria,  
CP. 78210, San Luis Potosí,  
México. Página web:  
<http://ambiental.uaslp.mx>  
Tels: (52) (444) 8262439,  
2437 y 2435

Gerardo Morales Jasso  
**Cuidado editorial**

Arturo de la Vega Carregha  
**Fotografía de la portada**

Alejandra Arely Quistiano Aguilar  
Leonardo Saldivar Pérez  
Natalia Jhokasta Orta Mata  
**Diseño y diagramación**

Revista Jandiekua  
Página web:  
<http://leka.uaslp.mx/>

Jandiekua. Revista Mexicana de Educación Ambiental, año 10, núm. Especial, julio 2025, es una publicación especial editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Agenda Ambiental, ubicada en Av. Manuel Nava S/N, Zona Universitaria, CP. 78210, San Luis Potosí, México. Tels: (52) (444) 8262439, 2437 y 2435, <http://ambiental.uaslp.mx> y <https://leka.uaslp.mx/>. Editores responsables: Dra. María Isabel Lázaro Báez. Dra. Mariana Buendía Oliva. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo en trámite e ISSN 2683-1651, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Fecha de última modificación: Julio 2025  
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación.

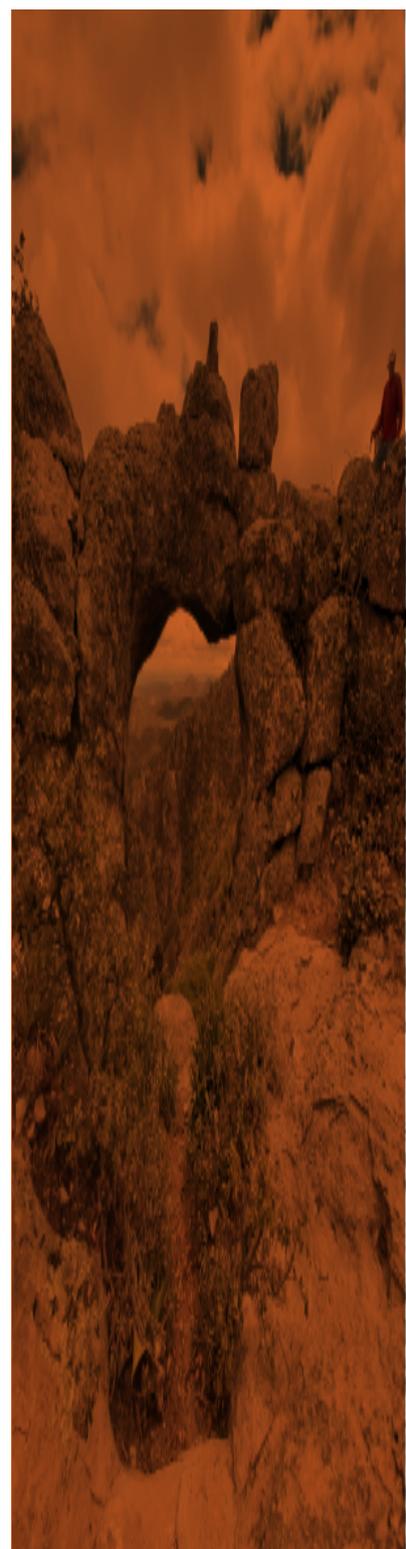
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin la previa autorización de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

# Jandiekua

---

## Editorial

- Introducción al Dossier 6  
*Gerardo Morales Jasso y Mariana Buendía Oliva*
- El liro acuático en una presa: una oportunidad de experimentación educativa. 10  
*Grupo Laboratorio Extramuros IPICYT*
- Formar agentes de cambio con herramientas interdisciplinarias: dos retos en las Ciencias Ambientales. 16  
*Marisa Reyes Orta y B. Ricardo Eaton-González*
- Afrontar la complejidad promoviendo comunidad en un posgrado en ciencias ambientales. Mi experiencia como coordinador. 28  
*Javier Fortanelli Martínez*
- La Huasteca Potosina: Un laboratorio natural para la formación de científicos ambientales. 36  
*Luis Jesús Castillo Pérez, Juan José Maldonado Miranda y Candy Carranza Álvarez*
- ¿Sueño o quimera? Análisis de un programa de licenciatura en ciencias ambientales. 43  
*Aída Atenea Bullen Aguiar*
- La importancia de la materia Participación Social en la formación de científicos ambientales. 52  
*Leonardo Ernesto Márquez Mireles*
- Reflexiones sobre la formación de científicos ambientales desde la química. Una experiencia desde la formación de posgrado. 58  
*Luis Felipe Cházaro*
- Jandiekua: Tejido de voces en torno a la formación de científicos ambientales 65  
*Rosalba Thomas Muñoz*



# Editorial



**L**a formación de los científicos ambientales en el siglo XXI enfrenta retos profundos y apremiantes. A medida que las crisis socioecológicas, los conflictos territoriales, las desigualdades estructurales y los procesos de globalización se convierten en motores de nuestro contexto, la formación de profesionales que puedan conocer y actuar sobre la complejidad del mundo se aleja del mero conocimiento técnico. Esto exige una educación en la que lo que se conoce se hable y se lea, en la que lo local sea reconocido, entrelazado con un aprendizaje interdisciplinario y una ética del cuidado.

Esta propuesta temática de Jandiekua Revista Mexicana de Educación Ambiental reúne diversas voces de varias regiones e instituciones que presentan experiencias, reflexiones y propuestas para formar científicos ambientales desde una perspectiva crítica, participativa y transformadora. Este manuscrito no solo sugiere rutas pedagógicas, sino que invita a las universidades a reflexionar sobre sus estructuras, invita a los docentes a reconsiderar su práctica docente y llama a los propios estudiantes a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje.

Desde la creación de comunidades de aprendizaje hacia el reencantamiento de los territorios y los actores sociales, este *dossier* nos llama a imaginar esa otra educación y otra forma de enseñar y aprender con el ambiente. Agradecemos a quienes nos han brindado generosamente su trabajo y a quienes, a través de su lectura, seguirán abriendo caminos hacia una educación ambiental que no solo interprete el mundo, sino que también ayude a cambiarlo.

Mariana Buendía Oliva



# Introducción al Dossier

Gerardo Morales Jasso y Mariana Buendía Oliva   
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Con el número especial “**Claves para la formación de científicos ambientales**” de Jandiekua: Revista de Educación Ambiental se reconoce que una parte importante del desarrollo de la educación ambiental se enfoca en la educación básica y media. De modo que, aunque también está la que se dedica al nivel profesional, el tema de la formación de los científicos ambientales requiere de mayor atención.

Las particularidades de dicha formación implican que, para abordar problemas ambientales, se requiere de estrategias que van de lo multi a lo interdisciplinario, las cuales requieren una gama de estrategias didácticas alternativas mayor a las estrategias disciplinarias convencionales. La formación de los científicos ambientales tiende a lo sistémico y a lo complejo, necesitando de información proveniente de ciencias naturales y sociales, de humanidades y de tecnologías. También su formación está a cargo de científicos con perfiles profesionales distintos y los programas de licenciatura y posgrado en Ciencias Ambientales están en facultades de ciencias químicas, de ciencias marinas, de ciencias ambientales, entre otras, e incluso, hay instituciones en las que no dependen de una sola facultad, sino de varias. Esto enfrenta a los formadores en Ciencias Ambientales y a sus estudiantes a diferentes paradigmas, métodos, axiologías, objetivos y prioridades provenientes de distintas disciplinas.

Por lo tanto, en este número se procuró visibilizar y contextualizar la educación ambiental en la formación profesional en Ciencias Ambientales e impulsar dicho tema de investigación al vincular a las comunidades de formadores de científicos ambientales y las de educadores ambientales. A través de abordar experiencias educativas en

programas de Ciencias Ambientales y en reflexiones educativas sobre la formación de este tipo de académicos.

Para lo cual se convocó a coordinadores de programas en Ciencias Ambientales, profesores, estudiantes y egresados, así como a científicos ambientales que también son educadores ambientales. Con esto, los artículos de este número temático se unen a otros textos que se dedican a estos temas, como son Quevedo y Sampedro (2024), Camou et al. (2013) y Eschenhagen (2008; 2007)

El artículo “**Formar agentes de cambio con herramientas interdisciplinarias: dos retos en las Ciencias Ambientales**” de Marisa Reyes-Orta y B. Ricardo Eaton-González se centra en la licenciatura en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma de Baja California, creada en 2007. Este texto plantea retos en la formación de los científicos ambientales, muestra elementos invisibles o invisibilizados que son parte del origen de los problemas ambientales y se pregunta qué elementos son suficientes para que el egresado de un programa en ciencias ambientales haga frente a las situaciones ambientales específicas o generales que han de atender. Para lo cual, vincula las ciencias ambientales a la educación para la sostenibilidad y recupera propuestas de distintos autores sobre competencias, las cuales serían necesarias para la formación de científicos ambientales que lideren los cambios necesarios hacia la sustentabilidad. También destaca estrategias de aprendizaje usadas en el programa de licenciatura, así como herramientas integradoras. Su artículo plantea, además, la necesidad de la transformación de las ciencias ambientales en ciencias de la sostenibilidad. Un tema que requiere de posteriores discusiones.

Javier Fortanelli Martínez es el autor de “**Afrontar la complejidad promoviendo comunidad en un posgrado en cien-**

cias ambientales”, que se enfoca en su experiencia como coordinador del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Un Programa con una amplia diversidad formacional tanto de sus profesores, como de sus estudiantes. Un programa que inició en 2002, pero que en 2008 ya había iniciado una maestría de doble titulación con una Universidad alemana. Fortanelli no solo aborda los años como coordinador (2017-2019), sino que aborda su experiencia como profesor del Programa, el cual, debido a la necesidad de cumplir con criterios administrativos, incluso llegó a descuidar la actividad central del posgrado: la formación de científicos. Para luego de una reflexión profunda proponer cambio y lograr destacar las fortalezas del Programa, un caso de estudio que requiere ser comparado con otros Programas de formación en Ciencias Ambientales. Así, este texto complementa ampliamente artículos publicados con anterioridad: uno previamente publicado en esta revista “La importancia de los seminarios multidisciplinarios en la formación de científicos ambientales” (Morales y Márquez 2023), un artículo que sintetiza la investigación realizada en el marco de un Seminario Multidisciplinario del mismo Programa (García et al. 2021) y “Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales”, que también aborda al PMPCA (Morales y Márquez 2024).

El artículo “El lirio acuático en una presa: una oportunidad de experimentación educativa” del Grupo Laboratorio Extramuros del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. (IPICyT) tiene lugar también en San Luis Potosí y atiende el problema del lirio acuático en la Presa San José más allá de la formación de científicos ambientales, pues dicho grupo, que surgió el 2020, está conformado por estudiantes de las cinco divisiones del IPICyT, incluida la de Ciencias Ambientales y realiza una investigación colaborativa e integrativa que pretende generar educación ambiental entre los actores relacionados con el problema ambiental. Es necesario reflexionar en programas como este y atender sus fortalezas y limitaciones para fomentar la resolución de problemas ambientales y la formación de científicos.

“La Huasteca Potosina: Un laboratorio natural para la formación de científicos ambientales” es un artículo de Luis Jesús Castillo Pérez, el cual parte de caracterizar a la educación ambiental y se concentra en ella, pues la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca de la UASLP no cuenta con un programa de formación en Ciencias Ambientales. No obstante, destacan la Licenciatura en Turismo

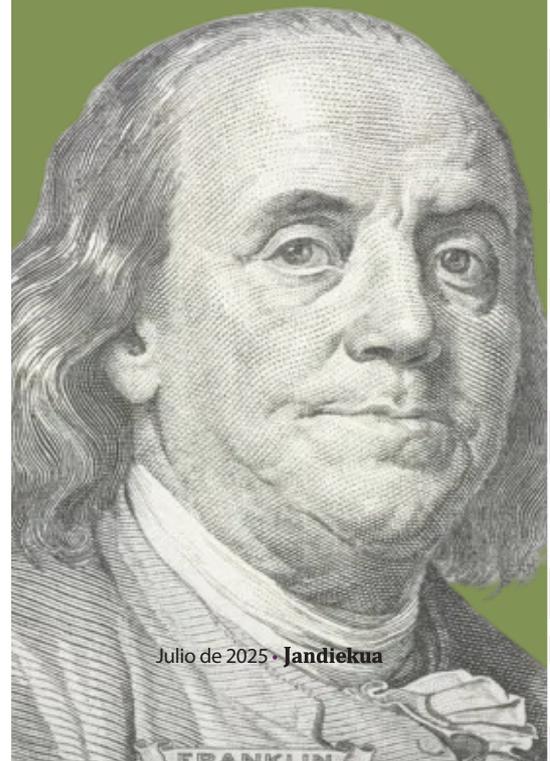
Sustentable y la Licenciatura en Bioquímica, especialmente la última, que cuenta con el Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales, que ha colaborado en la formación de profesionales relacionados con la atención a temas ambientales en un aprendizaje particularmente práctico y contextualizado que destaca que “la educación ambiental no solo educa a los científicos, sino que también los inspira a ser agentes de cambio en sus comunidades y en el mundo”.

“¿Sueño o quimera? Análisis de un programa de licenciatura en ciencias ambientales”, de Aída Atenea Bullen Aguiar destaca aborda la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UNAM en la hoy ENES Morelia, aprobada en 2005 y con nuevo plan de estudios desde el 2012. Su texto destaca que, aunque los programas en Ciencias Ambientales puedan compartir temas y problemas, no comparten las mismas motivaciones, intereses, objetivos o curriculum. Su trabajo vincula a las Ciencias Ambientales con la tecnociencia pero no se limita a estas y, como los cuatro artículos anteriores, destaca la importancia de lo social en la formación de la resolución de problemas ambientales. Así que, se puede afirmar que la temática social no debe ser vista como un lujo en la formación de científicos ambientales de modo que se limite a materias optativas. Sin embargo, la autoevaluación de su licenciatura destaca que el tema social ha sido subestimado y merece mayor atención, especialmente desde una perspectiva crítica. Atiende emocionalmente a los estudiantes, pues estos entran a esa licenciatura por poseer una conciencia ambiental, pero la autora nota que tras los primeros semestres los estudiantes llegan a sentimientos de impotencia e incluso depresión, pues los problemas ambientales llegan a rebasar sus soluciones. Su artículo es abiertamente autocrítico y constituye un modelo a tener en cuenta por otros programas de Ciencias Ambientales, para reflexionar en sus alcances y proponer mejoras sustanciales para alejarnos de las quimeras y materializar los sueños de atención a las problemáticas ambientales.

El texto de Leonardo Ernesto Márquez Mireles es “La importancia de la materia Participación Social en la formación de científicos ambientales”. Éste destaca una materia del Programa en Ciencias Ambientales de la UASLP al enfatizar que para hacer cambios ambientales es imprescindible que la población le de seguimiento a los proyectos y se interesen en estos. Para lo cual los científicos ambientales necesitan de herramientas para trabajar con y para la sociedad, así que requieren de trabajar con la gente para generar verdaderos cambios en el cuidado, manejo y atención de los problemas ambientales. Lo cual es parte de los ob-

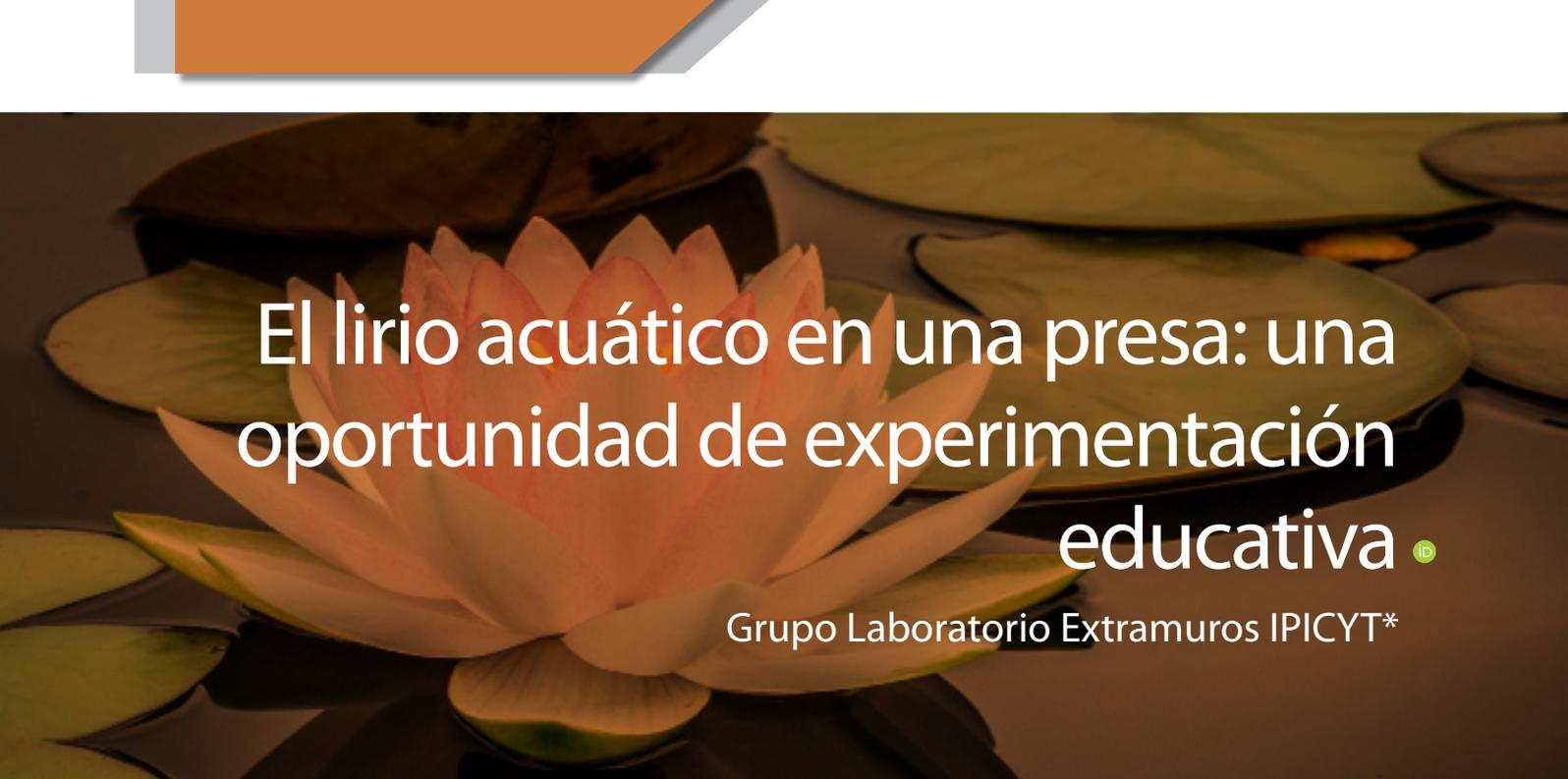
jetivos de la materia Participación Social, que es una materia optativa que, desafortunadamente, no impacta a la totalidad de los egresados del PMPCA. El texto de Luis Felipe Cházaro es “**Reflexiones sobre la formación de científicos ambientales desde la química. Una experiencia desde la formación de posgrado**”. Este texto, como el capítulo de Javier Fortanelli, también lo escribe un excoordinador de un programa de posgrado en Ciencias Ambientales, pero del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Aunque, al ser elaborado por un químico, este interesante capítulo muestra una perspectiva complementaria a la de los textos anteriores. Lo que, a su vez, apunta a la necesidad de más aportes desde la química y su posterior sistematización y vinculación a los que se posicionan desde lo biológico o lo social. Los artículos que integran este número temático ofrecen una amplia gama de reflexiones, propuestas y experiencias que abordan la complejidad inherente a la formación de científicos ambientales en diversas instituciones, programas y contextos. Se trata de aportaciones que, desde distintas perspectivas, contribuyen a responder preguntas fundamentales —algunas frecuentes, otras menos exploradas— que siguen interpelando a quienes nos dedicamos a la educación en Ciencias Ambientales: ¿cuál es el lugar de la educación ambiental en la formación de profesionales en ciencias ambientales? ¿Qué retos pedagógicos y epistemológicos se presentan en este proceso formativo? ¿Cómo diseñar un currículo que responda a las necesidades contemporáneas sin perder el vínculo con los territorios y las realidades socio-culturales? ¿Qué experiencias y prácticas educativas permiten comprender las particularidades —y potencialidades— de la formación en este campo? Más allá de intentar resolver estos cuestionamientos, los textos aquí reunidos invitan a profundizar en ellos desde nuevas aristas: ¿cuáles son las diferencias educativas entre los procesos de formación en el nivel de licenciatura y los de posgrado? ¿Qué lecciones pueden extraerse de los desafíos que enfrentan programas específicos, que sirvan como referencia o advertencia para otros contextos? ¿Qué aprendizajes pueden construir en conjunto quienes forman científicos ambientales y quienes se han especializado en la educación ambiental? Estas preguntas abren la posibilidad de un diálogo genuino entre campos que, si bien distintos, comparten preocupaciones comunes sobre el futuro del planeta y la calidad del conocimiento que generamos para enfrentarlo. Aspiramos a que este número temático contribuya al fortalecimiento de los vínculos entre científicos y educadores ambientales, fomentando espacios de colaboración que nutran sus respectivas prácticas. Esperamos que los textos aquí presentados sean útiles para impulsar mejoras sustantivas en la formación universitaria responsable, ética y transformadora en torno a las Ciencias Ambientales, así como para inspirar nuevas líneas de investigación, rediseños curriculares y modelos educativos pertinentes. Invitamos a nuestras lectoras y lectores a recorrer estas páginas con una disposición abierta al diálogo interdisciplinario, al entrecruce de saberes y a la construcción colectiva del conocimiento, pues, en el tema ambiental es pertinente parafrasear a Benjamín Franklin: **‘si no trabajamos juntos, pereceremos por separado’**.

‘Si no trabajamos juntos,  
pereceremos por separado’  
Benjamin Franklin



## Referencias

- Camou Guerrero, Andrés, Castillo, Alicia y García-Frapolli, Eduardo (Coords.) (2013). Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales. México. UNAM.
- Eschenhagen, María Luisa. (2007). “La educación ambiental superior en América Latina: una evaluación de la oferta de posgrados ambientales”. *Theomai* (16): 87-107. <https://www.redalyc.org/pdf/124/12401608.pdf>
- Eschenhagen, María Luisa. (2008). “Retos epistemológicos y teóricos para el currículum ambiental de posgrados”. *Avaliação: Revista de Avaliação da Educação Superior*. 13(1): 119-130.
- García de la Torre, Mariana, Martínez, Rosa, Fernández, José S., Algara Siller, Marcos, Corpus, Claudia, González, Denisse L., Pérez, Nancy L., Martínez, Verne J., Morales Jasso, Gerardo (2021). “Propuesta metodológica para la colaboración multidisciplinaria. El caso de los barrios urbanos marginados en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales”. *Ciencias Sociales Revista Multidisciplinaria* 3(2): 89-117.
- Morales Jasso, Gerardo, Márquez Mireles Leonardo Ernesto (2023). La importancia de los seminarios multidisciplinares en la formación de científicos ambientales. *Jandiekua Revista Mexicana de Educación Ambiental* 7(9): 6-13.
- Morales Jasso, Gerardo, Márquez-Mireles, Leonardo Ernesto (2024). Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*. Primero Online.
- Quevedo Castañón Natasha Mylena, Sampedro Rosas, María Laura (2024). La formación socioambiental de estudiantes del posgrado en ciencias ambientales en la Universidad Autónoma de Guerrero. *Jandiekua Revista Mexicana de Educación Ambiental* 9(10):34-39.



# El lirio acuático en una presa: una oportunidad de experimentación educativa <sup>id</sup>

Grupo Laboratorio Extramuros IPICYT\*

## Resumen

El Laboratorio Extramuros (LEMUR), un espacio donde estudiantes de diferentes posgrados del IPICYT (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

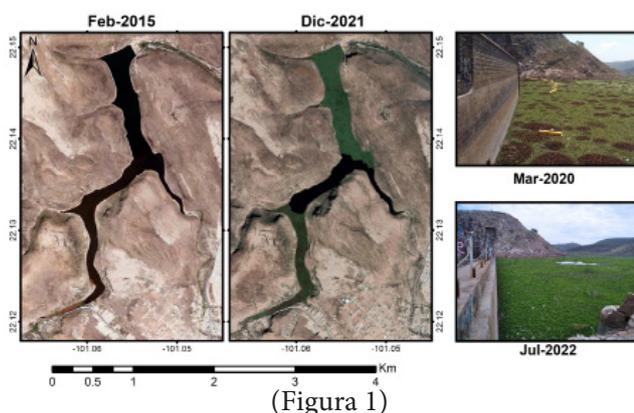
The “outside the walls” Laboratory (LEMUR) is a space where students from different postgraduate programs at IPICYT (CONAHCYT Public Center) collaborate on projects for social benefit. This article aims to share our experiences to inspire the creation of this type of space in other postgraduate programs. 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.

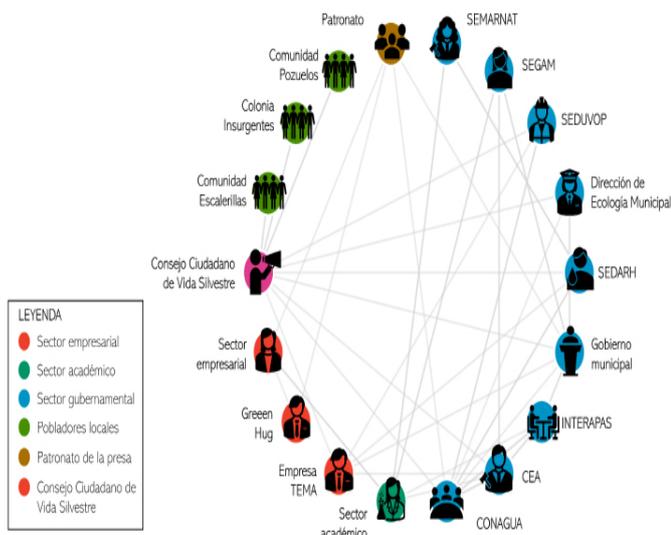
**Tabla 1. Sectores Participantes en las reuniones intersectoriales**

<b>Academia</b>	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C
	Universidad Autónoma de San Luis Potosí El Colegio de San Luis, A. C
<b>Asociaciones civiles</b>	Consejo Ciudadano de Vida Silvestre y Medio Ambiente
	Patronato Pro-Regeneración del Camino a la Presa de San José, A.C.
<b>Gobierno</b>	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.

# Formar agentes de cambio con herramientas interdisciplinarias: dos retos en las Ciencias Ambientales

Marisa Reyes-Orta, y B. Ricardo Eaton-González 

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

## Resumen

La formación en Ciencias Ambientales enfrenta retos como la transición hacia las ciencias de la sostenibilidad, el reconocimiento de conflictos socioambientales y la implementación de soluciones pertinentes. Para lograrlo, se requieren habilidades blandas y duras. Tradicionalmente el abordaje de la enseñanza en las Ciencias Ambientales ha estado centrado en formación disciplinaria. Este documento resalta la importancia de formar agentes de cambio con herramientas científicas interdisciplinarias. Así, el profesional en Ciencias Ambientales fortalece su inteligencia naturalista, desarrollando empatía y valoración por la vida en todas sus formas. Esto le permitirá aplicar pensamiento crítico y científico en diagnósticos que reflejen la complejidad de los entornos. Además, requiere herramientas multidisciplinarias para diseñar, gestionar y evaluar intervenciones innovadoras de largo plazo. Para formar estas competencias se requiere la implementación de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante. Como ejemplo, se analizan estrategias implementadas en la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UABC.

**Palabras clave:** Competencias para la sostenibilidad, resiliencia, interdisciplina, agente de cambio

## Abstract

Environmental science education confronts challenges such as transitioning toward sustainability sciences, addressing socio-environmental conflicts, and implementing relevant solutions. To achieve this, both soft and hard skills are required. Traditionally, environmental science education has focused on disciplinary training. This document highlights the importance of training agents of change equipped with interdisciplinary scientific tools. Thus, environmental science professionals strengthen their naturalistic intelligence by developing empathy and appreciation for life in all its forms. This enables them to apply critical and scientific thinking in diagnostics that reflect environmental complexity. Additionally, they require multidisciplinary tools to design, manage, and evaluate long-term innovative interventions. To develop these competencies, student-centered pedagogical strategies must be implemented. For instance, strategies implemented in the Bachelor's Degree in Environmental Sciences at UABC are analyzed.

**Key words:** competencies for sustainability, resilience, interdisciplinarity, agent of change.

## Introducción

Las Licenciaturas en Ciencias Ambientales surgieron en las Instituciones de Educación Superior como respuesta a la crisis ambiental de la década de los ochenta y el movimiento internacional derivado del Informe Brundtland. Es importante destacar que, México fue pionero en el desarrollo de la primera licenciatura con este nombre, en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1976 (UNAM,s.f.). De acuerdo con Perpexity, IA (2025) en Europa existen a nivel pregrado más de 4000 programas de estudio vinculados a las ciencias ambientales, mientras que el ranking de universidades QS (2025) tiene enlistadas a nivel mundial 514 universidades que ofrecen este programa, entre las que destacan las universidades de Harvard, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la de Stanford y Berkeley en Estados Unidos, así como Wageningen en Holanda, Oxford en Inglaterra y, el Instituto Federal Zuizo de Tecnología.

En México, son pocos los programas educativos a nivel superior que ofrecen la Licenciatura en Ciencias Ambientales. De acuerdo con Juárez et al. (2022) existen 19 programas educativos con esta denominación, 14 en universidades públicas y cinco privadas.

Se reconoce, en la mayoría de los programas educativos, que el egresado de CA contribuye a resolver problemas del entorno y que lo hace tomando en consideración aspectos sociales, ambientales y técnico-científicos, centrados en áreas disciplinarias principalmente de la biología, ecología y química.

El programa de Licenciado en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) inició en febrero de 2007, como una propuesta innovadora y visionaria de la Facultad de Ciencias Marinas, en el seno del Cuerpo Académico de Manejo de Recursos Costeros y Terrestres, conformado por profesionistas interdisciplinarios, líderes en educación e investigación del medio ambiente, gestores de cambio y formadores de profesionistas especialistas en sostenibilidad. Este equipo de trabajo interdisciplinario, ya había sido fundador de programas de posgrado interdisciplinarios como la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (MEZA), fundada en 1990,

el Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo (DMAyD), creado en 2005 y la Especialidad en Gestión Ambiental (EGA), creado en 2006 como sustitución de la Especialidad en administración de Recursos Marinos, la creación de la Licenciatura en CA completo la matriz de formación profesional ambiental dentro de la institución, alumnos que egresaron de la licenciatura en CA, continuaban su formación en la EGA, la MEZA y el DMAyD.

Así, el programa de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC se encuentra actualmente en proceso de reestructuración, considerando estos aspectos en la formación y el enfoque actual de un profesional de las Ciencias Ambientales.

En este documento se reflexiona sobre **los retos en la formación de las ciencias ambientales y, cómo a partir de las competencias para la sostenibilidad que contribuyen a solucionar los problemas del entorno, es preciso incorporar en los programas de Ciencias Ambientales a nivel licenciatura, las perspectivas del ser agente de cambio y la formación interdisciplinaria.** El documento está estructurado en tres apartados, en el primero se presentan los que se consideran los retos que se enfrentan en la formación del profesional del área, en el segundo una revisión de las denominadas competencias para la sostenibilidad y en el tercero, el análisis de la relación que existe entre la formación de competencias y su vínculo con la enseñanza de las Ciencias Ambientales, así como su integración en estas dos líneas de acción: agentes de cambio y formación interdisciplinaria.

El análisis se sustenta en un marco teórico interdisciplinario que reconoce la complejidad en los problemas socioambientales y en la formación de profesionales capaces de abordarlos desde una visión de sistemas (como el socioambiente), con actitud crítica y transformadora. Se basa en el reconocimiento de que la educación en las Ciencias Ambientales debe trascender los enfoques disciplinarios fragmentados, y no solo integrar saberes provenientes de las ciencias naturales, sociales y humanas, si no amalgamarlos, a través de la interdisciplina con el fin de formar agentes de cambio comprometidos con la sostenibilidad.

## Retos en la formación en Ciencias Ambientales

Sin embargo, la formación en el área a partir de 2010 ha presentado una transformación. El reconocimiento de la década 2010-2020 como el decenio para la educación en la sostenibilidad por la UNESCO, que hizo un llamado a la formación en materia de sostenibilidad activa, centrada en el estudiante, y la publicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2015, que han promovido la educación para la sostenibilidad en todos los niveles y áreas de conocimiento.

Actualmente se reconoce que **la formación del profesional en Ciencias Ambientales presenta, entre otros, los siguientes retos:**

**a) Se ha transitado de lo ambiental a lo sostenible.**

Si bien los programas de Ciencias Ambientales surgieron con una perspectiva declarada interdisciplinaria, se centraban mayoritariamente, en un enfoque ecológico. Conforme ha evolucionado el concepto de desarrollo sostenible y la promoción de instrumentos como la Agenda 21 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las fronteras de conocimiento y aplicación de las ciencias ambientales se han fusionado con las ciencias sociales y económicas (ODS 4, ONU 2015).

**b) Es importante el rigor científico, pero es solo un componente.** Para contribuir a la solución de los problemas ambientales se requieren fuertes bases científicas que los evidencien, la comprensión de las relaciones causa-efecto que los originan; sin embargo, ante las crisis ambientales, se demanda un profesional competente para el diseño e implementación de acciones que contribuyan a la solución. Entonces existen dos perspectivas respecto al alcance: las ciencias y la gestión ambientales: la primera se fortalece de la investigación de los impactos negativos al entorno, la segunda transita al diseño y gestión de los instrumentos para la solución de los problemas (Echavarría et al., 2023).

**c) Los conflictos de valor y el análisis de las dinámicas de comportamiento humano son regularmente las causas origen de los problemas ambientales.** Además, estos conflictos de valor regularmente aparecen

también en la toma de decisiones a problemas socioambientales. Además de la base de conocimiento sobre los socioecosistemas para identificar y cuantificar los impactos sobre el entorno, se requiere una clara comprensión de los mecanismos de comportamiento que lo originan, los mecanismos para gestionarlos y la cadena de resultados que permitirán el contribuir a la solución de los problemas.

**d) Los problemas que se abordan pueden ser invisibles o invisibilizados.** El cambio climático, la extinción de especies, la acidificación de los océanos o la desertificación son problemas que no son percibidos comúnmente por la población humana que es afectada, además no se dimensiona adecuadamente el valor de las otras especies que nos permiten mantener los sistemas de vida en el planeta. Esta invisibilidad puede ser también consecuencia de agendas políticas o económicas que priorizan otros temas del socioambiente (Young y Underdal, 2016).

**e) Actualmente la crisis ambiental del entorno no ha sido ampliamente reconocida y tampoco dimensionada,** lo que implica que quizás para muchos temas del socioambiente, las soluciones que se plantean no serán suficientes o se comenzarán a aplicar tarde. Un ejemplo es la restauración de ecosistemas, que es un proceso largo y costoso que podría evitarse con la aplicación de medidas preventivas. Lo anterior se agudiza si se sigue considerando a la sostenibilidad como una moda, dentro de las agendas políticas y académicas, sin consecuencia positiva en productos que brinden solución a los problemas socioambientales (Idejus, s.f.).

## Las competencias para la formación en Ciencias Ambientales

Estos retos y la importancia que ha cobrado la búsqueda de soluciones a problemas ambientales han colocado a las competencias para la sostenibilidad y las estrategias didácticas para formarlas, en el punto central del debate académico. Se reconoce como altamente deseable la educación que promueva la movilización del estudiante, bajo enfoques como el constructivismo o formación de competencias (UNESCO, 2016).

Sin embargo, de acuerdo con Rogiers (2016), el enfoque basado en competencias tiene al menos cuatro interpretaciones. El primero, **las competencias de preparación para la vida**, promovida por la Organización de las Naciones Unidas, **se centran en formación para el respeto y preservación del entorno, la sana convivencia en sociedad**, entre otras. El **enfoque interdisciplinar o transversal** donde se destacan **procesos de metacognición como aprender para aprender, o capacidad de adaptación**. El tercero, es el **enfoque por desempeño**, que permite evaluar el desempeño en las profesiones, se reconocen como estándares centrados en conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permiten a un egresado tener los elementos suficientes para hacer frente a situaciones generales o específicas y, el cuarto enfoque, por escalas, que reconoce familias de competencias que van de las básicas a las específicas en contextos específicos.

Si las competencias tienen cuatro connotaciones distintas, las competencias para la sostenibilidad son un área en construcción durante los últimos quince años. Recientes estudios han documentado este avance. Lozano et al. (2022), consideran el enfoque de competencias de desempeño y, destacan las aportaciones de Wiek et al. (2011), agrupándolas en cinco tipos: pensamiento sistémico, anticipatorio, normativo, estratégico y competencias interpersonales. Kioupi y Voulvoulis (2022) y Martínez Casanovas et al. (2022) también emplean esta base.

También se reconoce el trabajo de Rieckmann (2012), que sugirió 12 competencias (pensamiento sistémico y manejo de la complejidad, pensamiento anticipatorio, pensamiento crítico, actuar de manera justa y ecológica, cooperación en grupos (heterogéneos), participación, empatía y cambio de perspectiva, trabajo interdisciplinario, comunicación y uso de medios, planificación y realización de proyectos innovadores, evaluación, y tolerancia a la ambigüedad y frustración (Lozano et al., 2022).

Por su parte Membrillo-Hernández et al. (2021), se alinean a la clasificación de la UNESCO, que establece ocho competencias: pensamiento sistémico, anticipatorio, normativo, estratégico, colaboración,

pensamiento crítico, autoconciencia y resolución integrada de problemas.

Wang et al. (2022) destaca la contribución de Lozano et al. (2017) que incorpora doce competencias similares a las de Rieckman (2012): incluye pensamiento sistémico; trabajo interdisciplinario; pensamiento anticipatorio; justicia, responsabilidad y ética; pensamiento crítico y análisis; relaciones interpersonales y colaboración; empatía y cambio de perspectiva; comunicación y uso de medios; acción estratégica; compromiso personal; evaluación y tolerancia a la ambigüedad y la incertidumbre.

La mayoría de los trabajos que discuten las competencias para la sostenibilidad también integran de manera obligada los enfoques y estrategias pedagógicas para generarlas. Destacan los trabajos de Wang et al, 2022; Membrillo- Hernández et al, 2021; Brundiers et al., 2021; Cavicchi, 2021; Lozano et al. 2019; Lozano et al. 2017 y Lozano et al. 2015 que destacan la formación activa centrada en el estudiante, empleando estrategias como: aprendizaje basado en retos, proyectos, estudios de caso reales del entorno cercano con alineación a los ODS; juego de roles, aula invertida, aprendizaje basado en la comunidad, entre otros.

Es importante destacar el enfoque transversal de **estas competencias que no son propias de las Ciencias Ambientales, sino que pretenden ser parte de la formación de todo ciudadano**. Este es el punto central del análisis y reflexión sobre las competencias que deberán integrarse en el perfil profesional del profesional de las ciencias ambientales para asegurar su contribución a la solución de los problemas del entorno y cuáles son las estrategias pedagógicas que se deben de incorporar para contribuir para su desarrollo, aprovechando la oportunidad de la transversalidad de la sostenibilidad.

Wang et al (2022), realizan un estudio donde destacan la importancia de las estrategias pedagógicas, separando las competencias en mentalidad/campo de la sostenibilidad y acción/comunicación de la sostenibilidad, permitiendo un mejor enfoque para el diseño y medición del desempeño en la formación de competencias.

## Análisis de las competencias y la educación para la sostenibilidad

Ante este contexto se considera la oportunidad de realizar ajustes estructurales centrados en una perspectiva similar a la que plantean Wang et al. (2022), y el fortalecimiento de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante. A partir de los enfoques y competencias revisadas, se realiza un análisis de los enfoques de las competencias para la sostenibilidad y se clasifican en dos vertientes: competencias vinculadas al ser pro-ambiental, a lo que se denomina intención proambiental y la segunda, que se vincula al campo interdisciplinario que un profesional de las ciencias ambientales debe poseer para guiar a equipos de trabajo interdisciplinarios para la implementación de soluciones interdisciplinarias para la solución de problemas socioambientales.

Lo anterior implica considerar que la formación del profesional en CA sea mediante el enfoque de Educación para la Sostenibilidad, **que integra cuatro ejes fundamentales:**

### El profesional en CA como agentes de cambio

El profesional en CA debe ser un agente de cambio con una doble responsabilidad: **comprender los complejos sistemas y problemas del socioambiente y aplicar el conocimiento técnico y científico** para impulsar acciones y proyectos que buscan la transformación hacia la sostenibilidad. No solo debe saber identificar los problemas, sino ser un puente entre el conocimiento científico y la sociedad, ejerciendo este liderazgo científico con sensibilidad social (Schaltegger et al., 2023). Se le concibe como un profesional interdisciplinario para diseñar políticas públicas, gestionar recursos naturales, desarrollar proyectos de iniciativa comunitaria, buscando además la innovación hacia la sostenibilidad y ser inspiración para el cambio colectivo y la transformación positiva del entorno, los valores y las actitudes de la sociedad en el ambiente.

### El profesional en CA como un científico o interdisciplinario

El profesional en CA debe ser por naturaleza un **científico interdisciplinario que le permita trabajar entre múltiples campos del conocimiento** para abordar problemas socioambientales complejos del mundo contemporáneo. Este enfoque interdisciplinario le permite integrar conceptos y metodologías de disciplinas como la biología, la química, la geografía, la sociología, la economía y la ingeniería, entre otras, y ser entonces un profesionalista que concibe el entorno como sistemas socioambientales. A través de esta perspectiva, el profesional en CA es capaz de desarrollar soluciones que no solo sean técnicamente viables, sino también socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles. Su capacidad para traducir el lenguaje especializado de diversas disciplinas en propuestas integradas lo convierte en un mediador clave entre la ciencia, la política y la sociedad (Kates et al., 2001). De esta manera, el profesional en CA desempeña un papel único como constructor de puentes, promoviendo colaboraciones efectivas que son esenciales para enfrentar los desafíos ambientales más urgentes.

### La inteligencia naturalista

La inteligencia naturalista, identificada por Gardner (1999) como una de las inteligencias múltiples, se refiere a la **capacidad de reconocer, clasificar y comprender patrones en la naturaleza, así como la relación entre los seres vivos y su entorno**. Este tipo de inteligencia es fundamental en los profesionistas en Ciencias Ambientales, ya que permite reconocer con detalle los ecosistemas, identificar problemáticas ambientales, relaciones ecológicas complejas, reconocer indicadores de cambio ambiental, y desarrollar estrategias innovadoras para la conservación y gestión de los recursos naturales, también con base en estas como se desarrollarán soluciones basadas en la comprensión profunda de los socioecosistemas, la habilidad para interactuar con comunidades y facilitar el desarrollo de soluciones con perspectiva local. Esta inteligencia es la que le da la base para ser el mediador entre los seres humanos y el medio ambiente, promoviendo el respeto y la sostenibilidad como principios esenciales de la vida.

## Educación para la resiliencia

La educación para la resiliencia busca **desarrollar competencias que permitan a los individuos y comunidades anticiparse, adaptarse y superar desafíos complejos** como el cambio climático, la degradación ambiental y los desastres naturales, va más allá de la educación ambiental (Tibury y Wordsworth, 2016). A nivel profesional, implica preparar a los estudiantes para diseñar soluciones innovadoras que no sólo aborden los problemas actuales, sino que también fortalezcan la capacidad de los sistemas sociales y ecológicos para responder a futuras crisis ligadas a la sostenibilidad.

El profesional en CA en este enfoque debe actuar como un facilitador de resiliencia así entonces la educación resiliente debe enfocarse en dotar a los estudiantes de herramientas para fomentar la participación comunitaria en la construcción de soluciones sostenibles.

Con base en lo anterior, se revisaron las publicaciones más importantes antes señaladas y se integró la tabla 1, en donde se presentan lo que hemos denominado las competencias para la sostenibilidad.

El análisis mostró que el **enfoque más frecuente es el de agente de cambio, seguido por Interdisciplina y resiliencia. Esto resalta la importancia de preparar profesionales** que actúen como líderes transformadores y que trabajen integrando diversas disciplinas. Las competencias más recurrentes fueron el pensamiento sistémico, la resolución integrada de problemas y las competencias interpersonales. Estas competencias destacan habilidades técnicas y sociales clave para abordar problemas ambientales desde una perspectiva integral. Se reconoce que el pensamiento sistémico se relaciona con el enfoque de interdisciplina e inteligencia naturalista y las competencias interpersonales están alineadas principalmente con el enfoque de agente de cambio. Se considera que las competencias alineadas al enfoque de agente de cambio son las del ser y las de la interdisciplina y la resiliencia son las vinculadas con el saber hacer.

Tabla 1. Competencias para la sostenibilidad basadas en la formación de profesionistas en el ámbito de las ciencias ambientales

Autor	Competencia	Enfoque de coompetencia	Agente de cambio (Intención pro-ambiental)	Campo Interdisciplinario
Wiek et al (2011)	Pensamiento sistémico	Interdisciplina e inteligencia naturalista	X	Enfoques de sistemas, ecología, sistmenas de información geográfica.
	Anticipatorio	Resiliencia	X	Prospectiva, conservación, gestión de riego.
	Normativo	Agente de cambio	X	Legislación, cumplimiento normativo.
	Estrategico	Agente de cambio	X	Planeaciín y gestión estratégica
	Competencias interpersonales	Agente de cambio	X	Investigación social, mediación de conflictos, comunicación.
Rieckman (2012)	Trabajo Interdisciplinario	Interdisciplina	X	Herramientas de diagnóstico y gestión desde distintas áreas de conocimiento .
	Justicia	Agente de cambio	X	Análisis y evaluación técnicas de análisis de conflictos.
	Responsabilidad y ética	Agente de cambio y resiliencia	X	Ética ambiental, ética, profesional, Inteligencia ambiental.
	Pensamiento crítico y análisis	Interdisciplina e Inteligencia naturalista	X	Técnicas de análisis.
	Empatía y cambio de perspectiva	Agente de cambio e interdisciplina	X	Paraecología, ecología de las emociones análisis de conflictos.
	Comunicación y uso de medios	Agente de cambio e interdisciplina	X	Comunicación para la sustentabilidad teoría de cambio de comportamiento.
	Compromiso personal	Agente de cambio	X	Inteligencia ambiental
	Evaluación	Resiliencia	X	Análisis y evaluación, técnicas de análisis de conflictos.
	Tolerancia a la ambigüedad e incertidumbre	Resiliencia	X	Investigación, bases de datos, análisis de escenarios, gestión de riesgos.
Unesco	Autoconciencia	Agente de cambio	X	Inteligencia ambiental
	Resolución integrada de problemas	Interdisciplina, agente de cambio y resiliencia	X	Enfoque de Marco Lógico, indicadores ambientales, planeación estratégica, monitoreo y evaluación. Estrategias basadas en la naturaleza, en el mercado, en la tecnología, en el cambio de comportamiento.

En este contexto, el enfoque integrador es el que nos brinda la educación para la resiliencia, ya que este enfoque fomenta el pensamiento sistémico, la flexibilidad y la adaptabilidad, habilidades esenciales para enfrentar desafíos complejos vinculados a la sostenibilidad. Al integrar herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), metodologías participativas y valores éticos, la educación resiliente no solo prepara a los futuros científicos ambientales para resolver problemas actuales, sino que también les otorga la capacidad de fortalecer los sistemas socioecológicos frente a futuros escenarios de sostenibilidad. Este enfoque se convierte en una prioridad global, integrador en aspectos sociales y ambientales complejos, para promover un desarrollo sostenible que sea inclusivo, adaptable y regenerativo.

## Estrategias y herramientas integradoras

Las estrategias y herramientas integradoras que hemos puesto en práctica en los últimos 15 años de existencia del programa de licenciatura en CA de la UABC son:

**1. El Aprendizaje Basado en Competencias (ABC)**, inherente a nuestro modelo educativo, es una estrategia clave para integrar habilidades, conocimientos y actitudes orientadas a la sostenibilidad. Este enfoque pedagógico permite preparar a los estudiantes para enfrentar problemas complejos del mundo real, conectando directamente la teoría con la práctica y como características notables tiene: centrado en el estudiante, orientado a resultados, interdisciplinario y se ejecuta mediante el aprendizaje activo (Tobón, 2013).

**2. El Aprendizaje Basado en Retos (ABR)**, conveniente para integrar la vinculación con la formación de profesionistas en el ámbito de las CA, es una estrategia pedagógica que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, significativa y relacionada con su entorno, lo que le implica definir un reto e implementar para éste una solución. Este enfoque orienta todo el proceso educativo hacia el desarrollo de competencias para la solución de problemas reales. Se caracteriza por orientarse hacia el aprendizaje vivencial, se centra en la definición de un problema y la solución al mismo, también desarrolla habilidades para la investigación aplicada y habilidades de comunicación de alto nivel (Bolaños y Pérez, 2019).

**3. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**, frecuentemente la hemos utilizado para integrar productos semestrales de varias asignaturas, se considera una estrategia educativa integradora que une a la teoría con la práctica. Promueve el enfoque interdisciplinario y orienta sus productos a la resolución de problemas reales. El ABP se basa en competencias críticas, como el pensamiento sistémico, la gestión de riesgos, y la resiliencia. El elemento más importante del ABP es la formación de habilidades transversales y el fomento al trabajo colaborativo (Catesco-UPF, 2022).

**4. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)** se han integrado a enfoques pedagógicos diversos, y en sí, se pueden considerar como una herramienta y estrategia central para abordar problemas ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria, principalmente por su capacidad para gestionar, analizar y visualizar datos espaciales vinculados a la toma de decisiones para la planificación, gestión y resolución de problemas socioambientales (Goodchild, 1992).

Además, de las anteriores se ha trabajado en la incorporación de herramientas metodológicas que permitan al estudiante integrar competencias e incidir en problemas del entorno, ajustando unidades de aprendizaje para incorporar metodologías que favorezcan la transversalidad de las Ciencias Ambientales y su adecuación a las tendencias de conocimiento y aplicación, se destacan:

**5. El enfoque de Marco Lógico y metodologías ágiles del ciclo de vida del proyecto (CEPAL, 2010)**. El enfoque desarrollado originalmente para intervenciones para el desarrollo en la década de los sesenta continúa siendo una herramienta sólida que permite al estudiante diagnosticar, planificar, gestionar, ejecutar y evaluar proyectos reales en tiempo limitado. Al ser un enfoque genérico, permite su aplicabilidad donde se identifique un problema socioambiental.

**6. El enfoque RESOLVE de la Economía circular**. Se puede considerar un enfoque estratégico con seis acciones de las que derivan metodologías específicas. Sus palabras en inglés las acciones de: Regenerar, compartir (share), optimizar, reincorporar (loop o bucle), virtualizar e intercambiar (Ellen MacArthur Foundation, s.f.). De esta perspectiva se derivan propuestas de economía compartida o subproductos que pueden ser desarrollados con enfoques metodológicos de emprendimiento sostenible (Lean Canva Sostenible). Este enfoque integral no solo busca minimizar los residuos, sino también cerrar los ciclos de vida de los

productos, lo que resulta en una economía más eficiente y menos dependiente de recursos naturales limitados (Ellen MacArthur Foundation, s.f).

**7. Análisis de Ciclo de Vida del Producto.** El ACV es una metodología que permite evaluar y optimizar de manera integral los impactos ambientales (recientemente sociales) asociados a cada etapa de la vida de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. Este análisis considera todas las fases del ciclo de vida, incluyendo la producción, distribución, uso y reciclaje o eliminación del producto, facilitando así la identificación de las principales cargas ambientales generadas en cada etapa (Román, s.f.; Estévez, 2013). Para las ciencias ambientales, el ACV es una herramienta útil para integrarse a procesos de producción y gestionar su sostenibilidad empleando herramientas como las normas ISO.

**8. Estrategias de alta vinculación (aula invertida, Aprendizaje Basado en la Comunidad o Formación Dual).** Si se aspira a formar un perfil inter o transdisciplinario, las estrategias que involucran comunidades en distintos entornos, colaboración con empresas o la aplicación de conocimientos en el aula, favorecerá esta perspectiva. El estudiante, al colaborar con agentes reales de su entorno, desarrollarán habilidades de colaboración, aplicarán pensamiento estratégico para la solución de problemas además de diseñar y gestionar proyectos. El caso del Aprendizaje Basado en la Comunidad integra experiencias de servicio críticas y de fomento al desarrollo (Bringle y Hatcher, 2009).

## Reflexión final: Hacia una Educación ambiental transformadora

La agudización de los problemas ambientales y la transformación de las ciencias ambientales a ciencias de la sostenibilidad, nos brinda la oportunidad de repensar el quehacer que, en las aulas, se desarrollan para formar a profesionales en dicho campo.

Así, en un mundo cada vez más marcado por crisis ambientales, sociales y económicas, la educación en Ciencias Ambientales debe enfocarse en no solo transmitir conocimientos del socioambiente, sino, contar con dos características básicas: a) convertirse en un motor de transformación humana a favor del socioambiental, siendo un agente, b) contar con herramientas interdisciplinarias de las

ciencias naturales, sociales, económicas, planeación estratégica, comunicación y psicología, entre otras que favorezcan la solución de problemáticas desde la causa raíz.

Los profesionales en Ciencias Ambientales no solo deben comprender los complejos sistemas naturales y sociales, sino también actuar como agentes de cambio que integren perspectivas científicas, éticas y culturales en la búsqueda de soluciones sostenibles. Este enfoque requiere una educación resiliente que prepare a los estudiantes para enfrentar escenarios de incertidumbre, promoviendo la adaptabilidad, el pensamiento sistémico y la acción colectiva como herramientas esenciales para construir un futuro más equitativo y sostenible.

La formación de profesionales en Ciencias Ambientales se propone mediante el enfoque de educación para la sostenibilidad, que integra los cuatro ejes antes mencionados, pero con preponderancia de las siguientes competencias: pensamiento sistémico, resolución integrada de problemas y el desarrollo de competencias interpersonales.

Considerar los cuatro ejes de la educación para la sostenibilidad, es una tarea que demanda enfoques innovadores, interdisciplinarios y éticamente comprometidos con la sostenibilidad. Incorporar conceptos como la inteligencia naturalista, la educación para la resiliencia y la justicia ambiental permite desarrollar competencias que trascienden lo técnico, fomentando agentes de cambio de enfrentar los retos globales de manera colaborativa. Al integrar prácticas educativas que conecten teoría, tecnología y comunidad, la educación en Ciencias Ambientales puede posicionarse como un pilar fundamental en la construcción de sociedades resilientes y sostenibles, donde las soluciones a los desafíos ambientales no sólo respondan a las necesidades del presente, sino también aseguren el bienestar de las generaciones futuras.

Finalmente, es relevante considerar el rol de los profesores en este proceso. La formación activa centrada en el estudiante favorece el desarrollo de estos enfoques, al permitir al estudiante tener un rol activo, tomando decisiones y entrenándose en la perspectiva holística de los problemas, proyectos o retos; contribuyendo a solucionar problemas desde que son estudiantes. Así, se favorece la formación de competencias para la sostenibilidad, que significa el ser y el hacer en congruencia y amor por el entorno.

## Referencias

- Bolaños, O., & Pérez, S. M. (2019). Aprendizaje basado en retos (ABR). Centro de Recursos para el aprendizaje CREA. Universidad Icesi, 1-6.
- Bringle, R. G., & Hatcher, J. A. (2009). Integrative civic engagement: A higher education model for service-learning. *Michigan Journal of Community Service Learning*, 16(1), 38-49.
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., ... & Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16, 13-29.
- Catesco-UPF Competencias para la Sostenibilidad. (2022). Guía ABPxODS: Diseño de proyectos para desarrollar las competencias clave para la sostenibilidad. Catesco. Recuperado de <https://catesco.org/es/2024/01/31/guia-abpxods-diseno-de-proyectos-para-desarrollar-las-competencias-clave-para-la-sostenibilidad/>
- Cavicchi, C. (2021). Higher Education and the Sustainable Knowledge Society: Investigating Students' Perceptions of the Acquisition of Sustainable Development Competences. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 664505.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2d86ecfb-f922-49d3-a919-e4fd4d463bd7/content>
- Echavarría Heras, H., Leal Ramírez, C., Solana Arellano, E., Montiel Arzate, E., & Rodríguez Reyes, C. (2023). Método científico y su aplicación en la investigación ambiental. Colección Sobre Epistemología De La Crisis Ambiental Y Economía. Ensayo 2.2. Departamento de Ecología Marina, CICESE. Recuperado de [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/4006/1/Echavarría%20Heras%20et%20al%20\(2023\)%20Ensayo%202.2%20%20Final%2020.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/4006/1/Echavarría%20Heras%20et%20al%20(2023)%20Ensayo%202.2%20%20Final%2020.pdf)
- Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). El marco RESOLVE: un enfoque estratégico para la economía circular. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- Estévez, J. (2013). Análisis de ciclo de vida: Una herramienta para la sostenibilidad. En *Gestión ambiental y desarrollo sostenible* (pp. 45-67). Editorial Universitaria.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York: Basic Books.
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), 31-45
- Reinoso, Paula (2024). La crisis ambiental en tiempos de inflexión: ni un paso atrás. Instituto de Estudios Sobre Derecho, Justicia y Sociedad Recuperado de <https://idejus.conicet.gov.ar/la-crisis-ambiental-en-tiempos-de-inflexion-ni-un-paso-atras/>
- Juárez Agis, A., García Sánchez, S., Olivier Salome, B., Zeferino Torres, J., & Rivas González, M. (2022). Las licenciaturas de ciencias ambientales en México y los
- Objetivos del Desarrollo Sostenible. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 13(25).
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kaspersen, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B., O'Riordan, T., & Svedin, U. (2001). *Sustainability Science*. *Science*, 292(5517), 641–642.
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2022). The contribution of higher education to sustainability: the

development and assessment of sustainability competences in a university case study. *Education Sciences*, 12(6), 406.

- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Pietikäinen, J., Gago-Cortes, C., Favi, C., Jimenez Munguia, M. T. & Gladysz, B. (2022). Adopting sustainability competence-based education in academic disciplines: Insights from 13 higher education institutions. *Sustainable Development*, 30(4), 620-635.
- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Lozano, F. J., & Sammalisto, K. (2019). Teaching sustainability in European higher education institutions: Assessing the connections between competences and pedagogical approaches. *Sustainability*, 11(6), 1602.
- Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozano, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(10), 1889.
- Lozano, R., Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M., Huisingh, D., Lozano, F. J., Waas, T., ... & Hugé, J. (2015). A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey. *Journal of cleaner production*, 108, 1-18.
- Martínez Casanovas, M., Ruíz-Munzón, N., & Buil-Fabregá, M. (2022). Higher education: The best practices for fostering competences for sustainable development through the use of active learning methodologies. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(3), 703-727.
- Membrillo-Hernández, J., Lara-Prieto, V., & Caratozzolo, P. (2021). Sustainability: A public policy, a concept, or a competence? Efforts on the implementation of sustainability as a transversal competence throughout higher education programs. *sustainability*, 13(24), 13989. Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Recuperado de [https://www.buenosaires.iiep.unesco.org/sites/default/files/archivos/ODS4\\_0.pdf](https://www.buenosaires.iiep.unesco.org/sites/default/files/archivos/ODS4_0.pdf)
- Perplexity. (2025). Perplexity AI (Large language model). <https://www.perplexity.ai/>
- QS (2025). QS World University Rankings by Subject 2024: Environmental Sciences. Recuperado de: <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/environmental-sciences>, consultado el 13 de enero de 2025.
- Schaltegger, S., Lüdeke-Freund, F., & Hansen, E. G. (2023). Corporate Change Agents for Sustainability. CBS Research Portal.
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?. *Futures*, 44(2), 127-135.
- Rogiers, A. (2016). El enfoque basado en competencias: Interpretaciones y aplicaciones en la educación. En *Educación y formación para la vida\** (pp. 45-67). Editorial Universitaria.
- Román, A. (s.f.). Análisis del ciclo de vida de un producto. *Manos Verdes*. Recuperado de <https://www.manosverdes.co/analisis-del-ciclo-de-vida-de-un-producto/>
- Tilbury, D., Wordsworth, R. (2016). Engaging Early Career Professionals in Education for Sustainable Development: Empowering Leadership for the Future. *International Journal of Innovation in Education*, 3(2), 165-180.
- Tobón, S. (2013). Competencias, calidad y educación superior en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 104-120. Recuperado de *Competencias, calidad y educación superior - Sergio Tobón Tobón - Google Libros*
- UNAM. (s.f.). Desarrollo de la primera licenciatura en México. Universidad Nacional Autónoma de México.

- 
- UNESCO. (2016). Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4\*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248526>
  - Wang, Y., Sommier, M., & Vasques, A. (2022). Sustainability education at higher education institutions: pedagogies and students' competences. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 174-193.
  - Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6, 203-218.
  - Young, O. R., & Underdal, A. (2016). The effectiveness of international environmental regimes: Causal connections and behavioral mechanisms. *Global Environmental Politics*(pp. 1-20). MIT Press.
-

# Afrontar la complejidad promoviendo comunidad en un posgrado en ciencias ambientales. Mi experiencia como coordinador.

Javier Fortanelli Martínez 

## Resumen

En este texto, Javier Fortanelli Martínez relata su experiencia como coordinador (2017-2019) del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) de la UASLP, enfocado en formar profesionales para resolver problemas ambientales complejos mediante un enfoque multidisciplinario. Al asumir el cargo, enfrentó desafíos como la caída en la categoría del programa ante el CONACYT, la deserción estudiantil y la fragmentación del profesorado en enclaves temáticos. Para reconstruir la comunidad académica, priorizó la formación de estudiantes mediante la actualización de cursos, la evaluación colegiada de profesores (con énfasis en tutorías y coautorías con alumnos) y la revitalización de seminarios multidisciplinarios. Promovió la pertenencia mediante eventos en los aniversarios del PMPCA) y mecanismos de participación estudiantil. Logró recuperar la categoría "Consolidado" en maestría (2018) y fortalecer el programa internacional ENREM, que atrajo al 52% de los estudiantes extranjeros de la UASLP. Destaca la importancia de la comunicación y el consenso en el Comité Académico, así como la necesidad de vincularse con sectores públicos y privados. Concluye que el PMPCA está listo para avanzar hacia un modelo interdisciplinario, gracias a una comunidad cohesionada con identidad y objetivos compartidos.

**Palabras clave:** Coordinación, multidisciplinaria, comunidad, problemas ambientales.

## Abstract

In this text, Javier Fortanelli Martínez recounts his experience as coordinator (2017-2019) of the Multidisciplinary Graduate Program in Environmental Sciences (PMPCA) at UASLP, focused on training professionals to solve complex environmental problems through a multidisciplinary approach. Upon taking office, he faced challenges such as the program's decline in status with CONACYT (National Council of Sciences and Technology), student dropouts, and faculty fragmentation into thematic enclaves. To rebuild the academic community, he prioritized student development by updating courses, peer-reviewing faculty (with an emphasis on mentoring and co-authoring with students), and revitalizing multidisciplinary seminars. He promoted membership through events on PMPCA anniversaries and student participation mechanisms. He managed to regain the "Consolidated" status for master's programs (2018) and strengthen the international ENREM program, which attracts 52% of UASLP's international students. He emphasizes the importance of communication and consensus within the Academic Committee, as well as the need to connect with the public and private sectors. He concludes that the PMPCA is ready to move toward an interdisciplinary model, thanks to a cohesive community with a shared identity and goals.

**Key words:** Coordination, multidisciplinary, environmental problems

En el año 2016 mis compañeros del Área de Recursos Naturales Renovables (ARNR) del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) me propusieron fungir como coordinador de ese posgrado para el período 2017-2019. Después de algunas consideraciones sobre mis fortalezas y debilidades personales, decidí aceptar el desafío formidable de organizar los esfuerzos de 52 profesores investigadores y de casi un centenar de alumnos inscritos en las maestrías nacional e internacional y en el doctorado. Me animó para ello el decidido apoyo de mis colegas académicos y la confianza de estar interiorizado de los problemas del PMPCA por mi gestión en diversos periódicos históricos dentro del Comité Académico (CA), máximo órgano colegiado de ese programa.

Para iniciar mi relatoría, debo decir que lo primero que enseñé a mis alumnos de tesis es a **definir con claridad el objetivo de su trabajo de investigación y a no perderlo de vista durante su desarrollo**. Por ello, para elaborar el plan de trabajo como coordinador presentado en mi primera reunión de profesores en junio de 2017, busqué en el documento que dio origen al PMPCA su objetivo general, mismo que a la letra dice (Díaz-Barriga et al., 2002):

“El Posgrado en Ciencias Ambientales, tiene como objetivo principal la formación de recursos humanos de alta calidad, para el estudio multidisciplinario y la solución de problemas ambientales regionales, nacionales e internacionales.

Aunado a lo anterior, el programa ha sido diseñado para 1) identificar, analizar y caracterizar problemas ambientales críticos; 2) plantear y ejecutar propuestas de solución para los problemas ambientales identificados; 3) realizar investigación y docencia en grupos multidisciplinarios; 4) dominar un lenguaje diverso que facilite una visión amplia de los diferentes problemas ambientales; y 5) lograr la interacción entre la ciencia básica, la ciencia aplicada y el desarrollo de tecnología.”

El proceso que llevó a la formulación del objetivo general y de sus objetivos derivados es muy interesante, pero sería muy extenso relatarlo y no soy la persona más indicada para hacerlo. Baste decir que, en el año 2002, veintitrés académicos participamos en la creación del programa; todos provenientes de diversas disciplinas relacionadas con las Ciencias Ambientales: biólogos, ingenieros químicos, ingenieros agrónomos, geógrafos, entre otras. Horas y horas de discusiones intensas y apasionadas, con argumentaciones muy sólidas y probadas por la experiencia acumulada por los participantes en sus muy diversos campos de especialización. Aquel escenario era el de otra Torre de Babel con sus constructores intentando entenderse en diferentes lenguas.

Y eso es lo que las Ciencias Ambientales representan: la integración de diversas disciplinas que por sí solas no podrían resolver los problemas fundamentales que afectan al ambiente en el que convivimos los seres humanos y la biota, problemas ahora agrupados por el PNUMA (2023) bajo la denominación de **triple crisis planetaria: el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, y la contaminación**. **Ya decía Lipietz (2002), que toda crisis ambiental es resultado de una crisis social**. Así entonces, la solución de problemas ambientales no es un asunto meramente técnico, sino que involucra mínimamente, además de la dimensión ambiental, a las dimensiones económica, social y política. Más aún: frecuentemente los asuntos ambientales críticos forman parte de lo que Block et al. (2018) llaman problemas perversos no estructurados, los cuales están envueltos en un intenso debate ético y carecen de métodos y técnicas suficientemente probados. O como lo dijo Wallerstein en 1997 con toda claridad: **“...en tiempos de crisis y transición el factor del libre albedrío se vuelve fundamental. El mundo del 2050 será lo que hagamos de él”**.

Así entonces, en nuestra propuesta general del programa de posgrado en ciencias ambientales de la UASLP, optamos por iniciar el proceso de acercamiento de las múltiples disciplinas que concurren en estas dimensiones por su nivel más básico, la multidisciplinaria, con la pretensión de que a medida que el programa

madurara, su propia dinámica daría paso de forma natural a un abordaje interdisciplinario de los problemas ambientales y ¿por qué no?, aspirar a una fase culminante transdisciplinaria. Sin embargo, aun siendo la multidisciplinaria el nivel más básico, costó un esfuerzo enorme echarla a andar. De entrada, la misma estructura de nuestra universidad estaba diseñada para la monodisciplina y, no sin complicaciones burocráticas institucionales, logramos romper el esquema clásico de que todo posgrado debería estar anidado dentro de una facultad, para establecer la innovación de tres facultades (Ciencias Químicas, Medicina e Ingeniería) amparando en lo académico a un posgrado, y a una dependencia, la Agenda Ambiental, como su unidad administrativa.

Fue así que, en 2002, con premura, mucho entusiasmo y nula experiencia en un posgrado de este tipo, iniciamos actividades con un grupo de ocho estudiantes de diversas disciplinas. Dentro del programa, la herramienta pedagógica fundamental ha sido siempre el Seminario Multidisciplinario, reunión plenaria en donde los alumnos de maestría y doctorado se integran en equipos para proponer soluciones a problemas ambientales críticos. Este ejercicio era y sigue siendo estupendo y a la vez retador, y algunas veces los resultados no han sido los esperados, incluso han llegado al nivel de desastrosos, pero no por ello su lugar central y su instrumentación se ha puesto en duda. Es importante entender que en el primer quinquenio del nuevo milenio éramos un cuerpo académico que simultáneamente estaba aprendiendo y enseñando multidisciplinaria. Más aún, a los seis años de formado, en 2008, el programa se vinculó con la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia (Alemania) para ofrecer una maestría internacional en Ambiente y Manejo de Recursos Naturales (ENREM, por sus siglas en inglés), la cual incluía un cupo máximo de siete estudiantes por procedencia (Europa, Latinoamérica y México). Esto incrementó la diversidad de estudiantes, disciplinas y procedencias, lo que a la vez que complejizó, enriqueció al programa. Como profesor que impartió en algún momento los cursos básicos, tanto de Ecología General como de Desarrollo Sustentable, puedo dar testimonio de lo complicado que resulta lograr que los estudiantes con diversos perfiles, desde biólogos, agroecólogos, ingenieros ambientales, ingenieros civiles, antropólogos, geógrafos, abogados, pedagogos, historiadores, entre otros, adquieran los conocimientos fundamentales y un lenguaje común que facilite su integración multidisciplinaria.

Por otra parte, durante los tres primeros lustros del programa, el contexto institucional y de política educativa en el que se encontraba inmerso alentaba tanto el crecimiento de la matrícula como la calidad educativa, entendida esta desde el enfoque y los indicadores de las políticas neoliberales de la época. Esto, a la vez que era estimulador,

# Toda crisis ambiental es resultado de una crisis social

**Alian Lipietz (2002)**

generaba la presión de estar incluido dentro del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) para tener acceso a las becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para nuestros estudiantes. Los profesores por su parte debían pertenecer mínimamente al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) y, de manera deseable y remuneradora, al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Así, tanto el programa como sus profesores debían someterse a evaluaciones periódicas para mantener su membresía.

Lo anterior, a mi juicio, fue generando una dinámica desgastante, que a la postre propició desviaciones del objetivo general enunciado en la propuesta original del programa. De entrada, el esquema de evaluación de posgrados del CONACYT no estaba diseñado para programas multi o interdisciplinarios. Recuerdo, cuando ya estaba en funciones, que acudí a un taller del PNPC-CONACYT, en donde por primera vez se nos habló de la inclusión de posgrados multidisciplinares en su esquema; lo curioso e ilustrador para mí, fue que cuando nos pusieron a trabajar en equipos pidieron a los coordinadores que nos incorporásemos a una de las seis áreas del conocimiento en las que estaba organizado el CONACYT. **Mi pregunta al organizador fue: ¿y mi posgrado en cuál de las áreas se debe integrar, si por lo menos cabe en tres de las existentes? La respuesta fue: En la que guste.** Es decir, a pesar de ya formar parte del discurso, éste aún no se había traducido en una inclusión real de la multidisciplinaria en la estructura de la dependencia que nos evaluaba.

Por otro lado, el criterio definitorio de calidad del profesorado era su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores lo cual, dando por sentadas sus bondades, sólo atendía en lo esencial a la investigación, una de las cuatro funciones del docente universitario (las otras son docencia, tutoría y gestión) pero le exigía una dedicación del 50% (20 horas laborables) a una sola de ellas, la investigación. Esto, a mi juicio, en el peor de los casos condujo a los profesores a desviar la atención de la enseñanza, su función sustantiva, a la función subordinada y complementaria de investigar, y en el mejor de los casos, y no por ello menos problemático,

de extender su jornada laboral, y concomitantemente su desgaste físico y emocional, a más horas de las formalmente establecidas. Todo ello, en perjuicio de la impartición de cursos, pero sobre todo de la atención personalizada y rigurosa que demandan los estudiantes dirigidos.

Todo lo anterior contextualiza la problemática del momento (2017) en el que me correspondió asumir la coordinación. Nuestro programa de maestría acababa de caer de la categoría “Consolidado” a la de “En desarrollo”, y se percibía el riesgo de dejar de pertenecer al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad y, consecuentemente, de percibir becas, lo que además ponía en predicamento al programa internacional ENREM. El programa de doctorado, aunque disfrutaba de la categoría de “Consolidado” mostraba problemas de deserción y eficiencia terminal que lo debilitaban para la siguiente evaluación. Los profesores se desentendían de asistir y participar en los seminarios multidisciplinares e incluso llegaban a ausentarse de la evaluación de sus propios alumnos en los seminarios de tesis. **Mi diagnóstico fue muy claro: En primer lugar, habíamos olvidado que en el centro de nuestro objetivo estaba la formación de profesionales posgraduados;** en otras palabras, había descendido la calidad de nuestra participación en la captación y selección de aspirantes y, más crítico aún, en la atención y seguimiento de los alumnos inscritos. **En segundo lugar, por las presiones ya referidas, estaba menguando el interés de los profesores investigadores del PMPCA** por pertenecer y participar comprometidamente en las actividades de la comunidad académica que habíamos construido. **En tercer lugar, que las cinco áreas** que inicialmente se habían formulado para apoyar la integración desde diferentes núcleos temáticos (Recursos Naturales Renovables, Gestión Ambiental, Evaluación Ambiental, Prevención y Control, Salud Ambiental Integrada) derivaban en sentido inverso a su integración, es decir **se habían convertido progresivamente en enclaves académicos cada vez más encerrados en sus propias dinámicas y alianzas.**

Otro problema, no menos importante fue que el enfoque multidisciplinario, que como ya se refirió lí-

neas arriba fue tardíamente considerado por el CONACYT (así fuese declarativamente), tampoco era fácilmente digerible por nuestra universidad; es decir, las facultades (Ciencias Químicas, Medicina e Ingeniería) que amparaban formalmente al PMPCA no se interesaban por evaluarlo, impulsarlo o promoverlo, a tal grado que en alguna ocasión tuve que hacer el reclamo a Ingeniería, una de nuestras facultades madrinas, de que no nos habían incluido en su “Día de Puertas Abiertas” a sus posgrados. **Mi pregunta en ese entonces al encargado del evento fue: ¿somos o no parte de su facultad?** Esto hizo que finalmente nos abrieran un espacio para promocionarnos. Debo también señalar, que el Consejo de Posgrado, el órgano formalmente establecido para la interacción con los directores de nuestras facultades, por razones que desconozco había dejado de operar, y gracias al apoyo del Secretario Académico Dr. Jorge Toro Vázquez, este cuerpo directivo se reactivó y pudimos llevar a cabo varias reuniones de trabajo muy productivas con la asistencia de los directores de Ciencias Químicas, Ingeniería y de un representante del director de Medicina. En una de ellas se planteó y fue apoyada la propuesta de solicitar a la rectoría un nuevo y más amplio espacio para las actividades administrativas y académicas del PMPCA y de la Agenda Ambiental, propuesta que se concretó exitosamente en 2024 bajo la rectoría de la UASLP del Dr. Alejandro Zermeño Guerra y la dirección de la Agenda Ambiental de la Dra. Isabel Lázaro Báez.

En el contexto de los problemas académicos y operativos ya reseñados, mi planteamiento fue que, **para afrontar exitosamente el reto de formar recursos humanos capaces de plantear y resolver de forma multidisciplinaria problemas ambientales críticos y complejos, debíamos comenzar por reconstruirnos y fortalecernos como comunidad académica.** En este sentido, sigo a Peña (2023) en su definición de comunidad como “...un grupo en constante transformación y evolución que, en su interrelación, genera un sentido de pertenencia e identidad social en sus integrantes, los cuales toman conciencia de sí como grupo, fortaleciéndose como unidad y potencialidad social”.

Así entonces, **el punto de partida fue clarificar que en el centro de nuestros esfuerzos** debería estar el (la) **alumno(a) y su proceso de formación**, y que el trabajo en común del **profesorado debía enfocarse en proporcionarles cursos y direcciones de tesis de alta calidad, así como los espacios de interacción para el intercambio de información técnico-científica y el ejercicio de la multidisciplinaria con la participación plena de la plantilla de profesores** y de los estudiantes inscritos. Esto implicaba dar a la investigación un papel subordinado a la docencia y dirección de tesis, sin perder su relevancia como generadora de información actualizada, pertinente y de alta calidad para enriquecer los fines mencionados. Por lo anterior, se promovió la revisión y actualización de los cursos básicos y optativos, se le dio un valor curricular a la evaluación semestral de los trabajos de tesis, y se hicieron modificaciones a los seminarios (de tesis y multidisciplinario) para asegurar la asistencia y participación de todos los alumnos, pero principalmente de todos los profesores. Otro ejercicio que impulsé en el pleno del Comité Académico, máximo cuerpo colegiado de nuestro posgrado, fue el iniciar cada reunión mensual con la revisión de los casos críticos de alumnos rezagados para definir las acciones que condujeran a la superación de los obstáculos que habían generado ese problema y asegurar la graduación del estudiante en el tiempo establecido sin merma de la calidad de su proyecto de tesis.

En segundo lugar, y partiendo del principio de que **el elemento fundamental de la vida en comunidad es el sentido de pertenencia**, se promovieron ejercicios académicos plenarios de reflexión académica aprovechando las celebraciones del XV aniversario de la fundación del PMPCA y del X aniversario del establecimiento del programa de maestría internacional ENREM. Los títulos de los coloquios correspondientes fueron: “Multidisciplina, Ambiente y Sustentabilidad: Reflexiones sobre la Formación de Posgraduados en Ciencias Ambientales” y “Expansión internacional de los programas mexicanos de posgrado”. En estos eventos participaron ponentes de instituciones o dependencias externas con programas semejantes, lo que nos permitió ubicar nuestro enfoque y desempeño en

un contexto más amplio y examinar críticamente nuestros logros y fallas; esto tiene que ver con otro elemento importante dentro de una comunidad que es la construcción de “significados compartidos” (Peña 2023).

Por otro lado, y aún más importante que lo anterior, hicimos por primera ocasión de forma colegiada y sistemática, en las cinco áreas del posgrado, una evaluación de la permanencia de los profesores. De acuerdo con Causse (2009), **el sentido de pertenencia es un factor que permite la movilización, la cohesión y la cooperación entre los habitantes de una comunidad**. La pertenencia, asimismo, implica el establecimiento de compromisos y obligaciones. Así entonces, todos los profesores nos sometimos a la evaluación de su cumplimiento. El instrumento de evaluación, acorde con la priorización de nuestro compromiso docente, destacó aquellos rubros relacionados con la atención a estudiantes, como cursos impartidos, evaluaciones de alumnos, número de alumnos dirigidos y asesorados y, en el caso de publicaciones, no sólo el total de artículos, capítulos o libros publicados por profesor, sino de manera enfática la coautoría de nuestros estudiantes en los mismos.

Todo lo anterior se hizo sin ningún afán punitivo sino más bien con el propósito de identificar en nuestra colectividad a aquellos miembros que necesitaban ser apoyados para cumplir con los requisitos que les permitieran permanecer en nuestro grupo académico. Asimismo, se establecieron mecanismos para facilitar el regreso de aquel profesor que dejara de pertenecer al núcleo básico, una vez que subsanara las deficiencias que lo marginaron. El valor agregado de este ejercicio fue que se despertó en la mayoría de los profesores el orgullo y deseo de seguir formando parte de nuestra comunidad.

En cualquier comunidad hay diferentes tipos y temporalidades de pertenencia a la misma. En un posgrado, el elemento permanente es el profesorado y el efímero es el de los estudiantes (dos años en maestría o cuatro en el doctorado). No obstante, en el caso de los alumnos también consideramos importante fomentar su sentido de pertenencia. Ello lo hicimos con un modelo de coloquio de investigación en el que los tesisistas presentaban su proyecto, mismo que era obligadamente comentado por un profesor y un estudiante; y al resto del público se le exigía como condición para registrar su asistencia el llenado de

una hoja de evaluación del ponente con una serie de reactivos cuantitativos con calificación entre cero y diez, y un espacio en blanco al final en donde se les pedía vertieran libremente sus comentarios y sugerencias al proyecto en cuestión. Esta dinámica generó un involucramiento masivo y una gran riqueza de aportaciones para el estudiante evaluado. Es importante destacar también que, en diversos foros y oportunidades, los estudiantes habían manifestado su malestar por ser una voz débilmente escuchada por las autoridades académicas. Así entonces, se estableció y promovió un comité de enlace alumnos-profesores en el que representantes alumnos de las cinco áreas académicas del PMPCA, coordinados por un miembro del Comité Académico, planteaban sus problemas e inquietudes para que fuesen atendidas en el máximo órgano colegiado de ese posgrado. Igualmente se promovieron y realizaron dos talleres de evaluación por alumnos activos del PMPCA con el objetivo de identificar áreas de oportunidad para mejorar los procesos académicos y administrativos internos. Estos talleres fueron atendidos por los alumnos más participativos quienes deliberaron en un ambiente de libertad y confianza, y sus comentarios críticos e inquietudes se hicieron llegar puntualmente a los miembros del Comité Académico.

Finalmente, y de acuerdo con Peña (2023) considero que **para la construcción de significados compartidos dentro de una comunidad es ineludible el establecimiento de un sistema de comunicación interinfluente**. Esta me parece que es la fortaleza mayor del PMPCA y debo reconocer que está tan sólidamente construida que durante mi gestión, salvo el aprovechamiento de los eventos de aniversario referidos líneas arriba como espacios de reflexión, poco añadí a lo ya creado, y más bien traté de aprovecharlo lo más eficientemente. Vale la pena resaltar la fortaleza del Comité Académico como espacio de deliberación, de resolución de conflictos y de generación de proyectos académicos innovadores. Este órgano colegiado, así como las coordinaciones de área tienen la virtud de renovarse constantemente a tal grado que sus titulares duran sólo aproximadamente dos años en su función. Esta dinámica permite al PMPCA la integración armónica de dos categorías que suelen ser excluyentes: estabilidad y cambio. ¿Cómo se ha logrado eso? Reflexiono, a partir de mi ejercicio temporal de liderazgo del PMPCA, que el

Comité Académico ha construido un espacio de comunicación donde se ejerce la crítica en un ambiente de libertad de expresión y respeto a las opiniones divergentes, y se busca el consenso tomando como faro-guía sus Lineamientos Académicos Generales de Organización y Operación, documento construido, deconstruido y reconstruido ininterrumpidamente durante poco más de dos décadas de funcionamiento del programa.

La comunicación principal es la que se establece con los profesores y los alumnos activos. En este sentido, la estructura de nuestra comunidad académica ha facilitado la comunicación ininterrumpida, en el día a día a través de nuestros instrumentos virtuales electrónicos y también mediante reuniones semestrales programadas en nuestro calendario. Como ya lo dije, traté de usar lo más eficientemente posible estos mecanismos y también aproveché otro tipo de eventos y oportunidades para sentarme a dialogar en grupos focales con agendas específicas. Nuestra comunidad es muy amplia y, fuera del espacio de las instalaciones de la Agenda Ambiental que nos sirve para la administración, el control escolar, la impartición de cursos básicos y la realización de exámenes de grado, los alumnos y profesores también desarrollan sus actividades en las facultades e institutos colaboradores; eso también representa un reto para la comunicación y atención en el sitio de los problemas, pero este obstáculo se ha salvado gracias a la estrecha colaboración de los coordinadores de área. Un caso especial es el del programa ENREM, en donde la comunicación se complica debido a la separación geográfica de nuestra contraparte académica, situada en Colonia Alemania. Además de la barrera del idioma, que es la menor, existen otras derivadas de las diferentes dinámicas académicas, formas de evaluación y enfoques de tutorías de ambas instituciones. Sin embargo, la buena disposición y el planteamiento franco y claro de los problemas académicos y operativos en las reuniones del Comité Coordinador de ENREM nos permitieron salir adelante y mantener una excelente relación académica.

**En relación con la comunicación hacia el exterior, promovimos abiertamente la integración de nuestros estudiantes con facultades afines dentro y fuera de la UASLP, en donde podían cursar materias necesarias para su formación. También, como ya se refirió líneas arriba, aprovechamos nuestros eventos de aniversario para esta-**

**blecer contacto con posgrados afines en el país como la maestría y doctorado en Ciencias Ambientales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la maestría y doctorado en Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Ciencia y Tecnología, y la maestría en Estudios Ambientales y de Sustentabilidad del Instituto Politécnico Nacional. En sentido opuesto, es importante resaltar una tarea que no pude culminar con éxito, aunque se intentó por diferentes vías: el establecimiento y formalización de relaciones de colaboración con los sectores público y privado. Aunque varios profesores, de forma individual, han logrado vincular sus proyectos con algunas empresas privadas y dependencias gubernamentales, considero que esta es una asignatura pendiente para el PMPCA, de gran importancia para el propósito de conectar a nuestros alumnos e influir en la solución de problemas ambientales concretos.**

Concluyo esta relatoría con la apreciación, muy personal y subjetiva, de que durante mi gestión se logró el propósito de mejorar la calidad de la formación académica de nuestros estudiantes. Un indicador de lo anterior es que en 2018 se recuperó la categoría de programa consolidado en el nivel de maestría y, en el año posterior a mi gestión, se mantuvo la categoría de programa consolidado en el nivel de doctorado. Igualmente, el programa ENREM actualizó e hizo más eficiente su funcionamiento, y mejoramos la cooperación académica con nuestros pares de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia. Aquí es importante destacar que, entre 2008 y 2018, ENREM captó el 52% de los estudiantes internacionales inscritos en la UASLP, lo que habla de su exitoso desempeño (Fortanelli y Reyes, 2020). En mi opinión, con el conocimiento que me brindó el acercamiento en profundidad al funcionamiento del PMPCA durante el período 2017-2019, y con algunas evidencias de su desarrollo posterior, podría atreverme a afirmar que en este momento el PMPCA ha alcanzado la madurez suficiente para dar el salto de calidad hacia su transformación en un posgrado interdisciplinario. Lo anterior, gracias al esforzado y comprometido trabajo de sus integrantes, desde los alumnos, profesores, directivos, y el muy profesional trabajo administrativo de la Agenda Ambiental. Todos ellos, y ese es nuestro mayor logro, han **construido una comunidad fuerte, con una historia común y significados compartidos, con esquemas fluidos de comunicación interinfluyente y con un fuerte sentido de identidad y pertenencia.**



## Referencias

- Block, T.; G. Goeminne; K. Van Poeck. 2018. Balancing the urgency and wickedness of sustainability challenges: three maxims for post-normal education. *Environmental Education Research*. 24 (9): 1424-1439.
- Causse C., M. 2009., El concepto de comunidad desde el punto de vista socio-histórico-cultural y lingüístico. *Ciencia en su PC.3*: 12-21 [Consultado: 28 de Febrero de 2025]. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181321553002>
- Diaz-Barriga M., F.; M. Aguilar R.; J.R. Aguirre R.; C. Alfaro de la T.; A. Ávila G.; J. Calderón H.; A. Cardona B.; J. Castro L.; O. Díaz G.; L.M. Flores V.; J. Fortanelli M.; A. López V.; P. Medellín M.; J de J. Mejía S.; M.G. Monroy F.; A. Moreno M.; L.M. Nieto C.; M.D. Ortiz P.; J.M. Pinos R.; J.A. Reyes A.; R.E. Santos D.; L. Yáñez E.; R.I. Yeaton H. 2002. Propuesta para la Creación del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 330 p. más anexos.
- Fortanelli M., J.; J.A. Reyes A. 2020. El programa de colaboración internacional ENREM, experiencias de un viaje académico de diez años. La perspectiva del PMPCA. En: A. van 't Hooft (Ed.) *Environment and Resources Management in Latin America*. Medio ambiente y gestión de los recursos naturales en América Latina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. pp. 9-12. ISBN: 978-607-535-132-2.
- Lipietz, A. 2002. Sustainable development: History and horizons. Lecture at the School of Fine Arts in Paris, November 18, 1996. Transcribed by Valerie Picaude and revised by the author. Included in *Dokumenta X*, Cantz Veriag-Stuttgart 1997.
- Peña-Muñante, G. S. 2023. Crear comunidad. *Socialium*, 7(1), vii-x.
- PNUMA. 2023. Cumplir la promesa. Informe anual 2023. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Organización de las Naciones Unidas. Nairobi, Kenya. 21 p.
- Wallerstein, I. 1997. Utopística o Las Opciones Históricas Del Siglo XXI. Conferencias Sir Douglas Robb, Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, 16, 22 y 23 de octubre de 1997.

# La Huasteca Potosina: Un laboratorio natural para la formación de científicos ambientales

Luis Jesús Castillo Pérez, Juan José Maldonado Miranda y Candy Carranza Álvarez 

## Resumen

La Huasteca Potosina constituye un laboratorio natural para la formación de científicos ambientales. Este artículo destaca las contribuciones del Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales en la capacitación de estudiantes de pregrado y posgrado, a través de diversos proyectos desarrollados en esta región. Entre los proyectos más sobresalientes se encuentra uno enfocado en la conservación de orquídeas amenazadas, y de relevancia medicinal y ornamental. Mediante un enfoque interdisciplinario, se han desarrollado técnicas como la micropropagación biotecnológica, el estudio de fitoquímicos y de interacciones ecológicas y ambientales. Esta experiencia práctica fomenta habilidades científicas y sensibiliza a los estudiantes sobre la importancia de la biodiversidad y la sostenibilidad, preparándolos como agentes de cambio en la conservación ambiental. La Huasteca Potosina ofrece un entorno ideal para investigaciones que contribuyan al conocimiento y la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible, y la comprensión de la interacción entre el ser humano y el ambiente.

**Palabras clave:** Huasteca Potosina, educación ambiental, científicos ambientales

## Abstract

The Huasteca Potosina is a natural laboratory for the training of environmental scientists. This article highlights the contributions of the Environmental Sciences Research Laboratory in the training of undergraduate and graduate students, through various projects developed in this region. Among the most outstanding projects is one focused on the conservation of endangered orchids, and of medicinal and ornamental relevance. Through an interdisciplinary approach, techniques such as biotechnological micropropagation, the study of phytochemicals and ecological and environmental interactions have been developed. This practical experience fosters scientific skills and sensitizes students about the importance of biodiversity and sustainability, preparing them as agents of change in environmental conservation. The Huasteca Potosina offers an ideal environment for research that contributes to the knowledge and conservation of biodiversity, sustainable development, and the understanding of the interaction between humans and the environment.

**Keywords:** Huasteca Potosina, environmental education, environmental scientists

## Introducción

**La educación ambiental es una disciplina híbrida interdisciplinaria que busca comprender y abordar los problemas ambientales mediante la enseñanza, la concientización y la promoción de prácticas sostenibles.** Como ciencia, combina principios de disciplinas como la ecología, la sociología, la economía, la pedagogía y la ética para fomentar un entendimiento holístico de la relación entre los seres humanos y su entorno. Su objetivo es capacitar a las personas para tomar decisiones informadas y actuar de forma ambientalmente responsable (Merritt et al., 2022).

Los inicios de la educación ambiental se remontan a mediados del siglo XX, en respuesta al creciente reconocimiento de los problemas ambientales globales, como la contaminación, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos naturales. La Conferencia de Estocolmo de 1972 sobre el Medio Humano marcó un punto de inflexión, al destacar la necesidad de incluir la educación ambiental en las agendas internacionales (Carter and Simmons, 2010). En 1975, el programa de la UNESCO-UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) lanzó la Carta de Belgrado, que definió los objetivos fundamentales de la educación ambiental, como la sensibilización, la participación y el desarrollo de habilidades para resolver problemas ambientales (Jovanović, 2018).

A lo largo de las décadas, la educación ambiental ha evolucionado de un enfoque meramente informativo hacia un enfoque más participativo y transformador. En los años 80 y 90, se enfatizó la necesidad de integrar los conceptos de sostenibilidad, dando lugar a la educación para el desarrollo sostenible (EDS). Este cambio incluyó la incorporación de temas como la justicia social, la equidad económica y la preservación cultural en la enseñanza ambiental (Carter and Simmons, 2010). En la actualidad, la educación ambiental se apoya en tecnologías digitales y metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas, para fomentar un compromiso más profundo y práctico con los problemas ambientales (Jorgenson et al., 2019).

La educación ambiental desempeña un papel crucial en la formación de científicos ambientales, ya que no solo

proporciona una base sólida en conocimientos técnicos y científicos, sino que también **fomenta habilidades críticas como el pensamiento sistémico, la ética ambiental y la capacidad de trabajar en equipos multidisciplinares.** Al exponer a los futuros científicos a los desafíos ambientales desde una perspectiva integral, se les prepara para abordar problemas complejos, desarrollar soluciones innovadoras y liderar esfuerzos hacia un futuro sostenible. En este sentido, la educación ambiental no solo educa a los científicos, sino que también los inspira a ser agentes de cambio en sus comunidades y en el mundo (Merritt et al., 2022).

La región de la Huasteca Potosina, con su impresionante biodiversidad, paisajes únicos y riqueza cultural, se presenta como un escenario ideal para la educación ambiental y científica. Sus ríos cristalinos, cascadas, selvas tropicales y especies endémicas ofrecen un laboratorio natural para el estudio de ecosistemas, conservación y sostenibilidad. Además, su interacción con comunidades indígenas permite integrar saberes tradicionales con enfoques científicos modernos, promoviendo un aprendizaje significativo y contextualizado. **La Huasteca Potosina no solo inspira la apreciación y el respeto por la naturaleza, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes y profesionales,** convirtiéndose en un modelo de educación ambiental en armonía con las realidades sociales y ecológicas de la región.

## La Huasteca Potosina: riqueza geográfica, cultural y ambiental

La Huasteca Potosina es una de las cuatro regiones geográficas en que se divide el estado de San Luis Potosí. Ubicada en la Sierra Madre Oriental y las llanuras costeras del Golfo de México, abarca una extensión aproximada de 11,409 km<sup>2</sup>, lo que representa el 18.3% de la superficie estatal. Esta región comprende 20 municipios, caracterizados por sus contrastes ambientales, diversidad climática y una riqueza cultural única, fruto de la convergencia de tres grupos étnicos: tének, náhuatl y xi'uy, quienes, junto con la población mestiza, forman un mosaico cultural excepcional (Cabrera, 2002; Larraga-Lara, 2014).

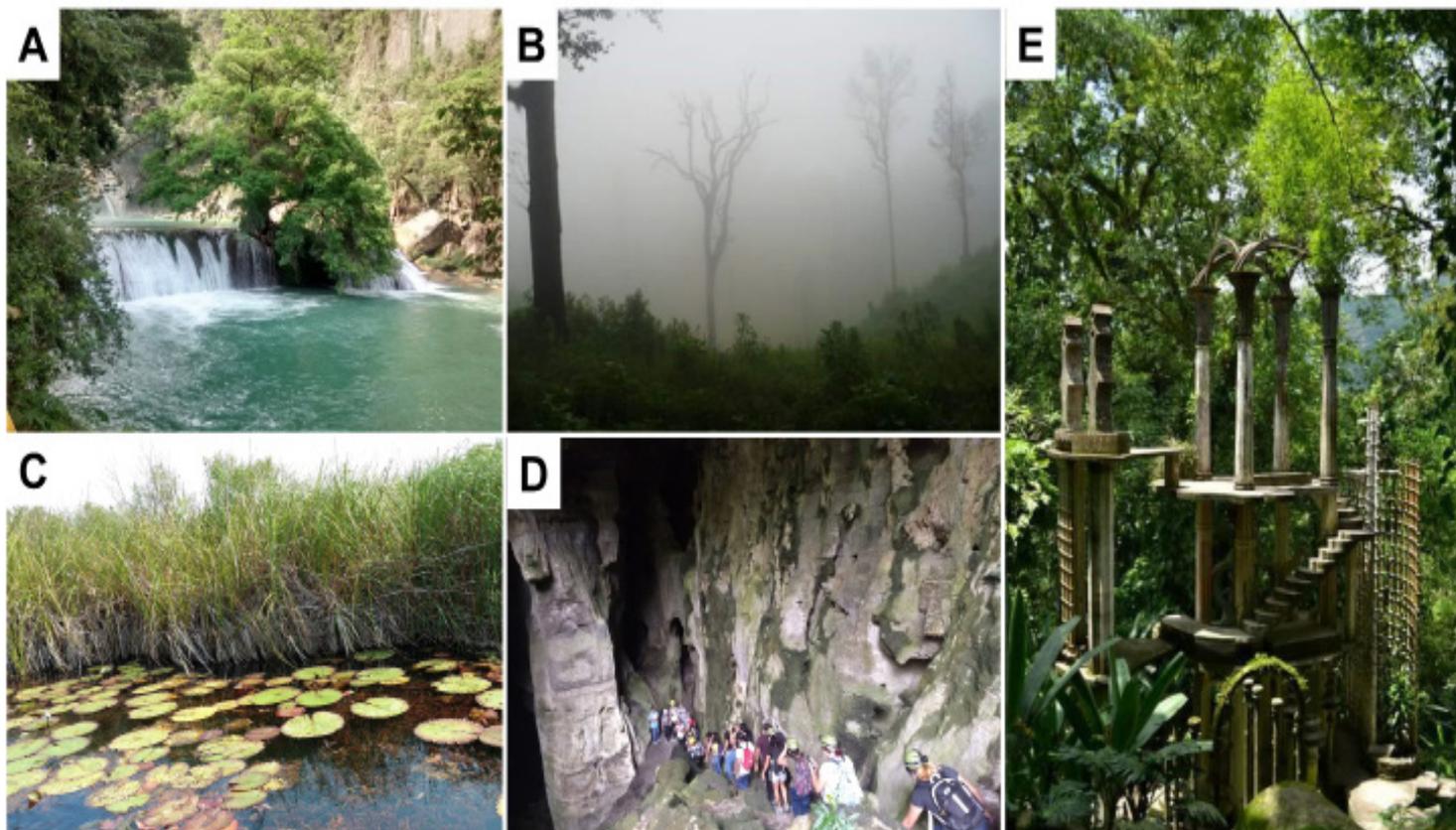


Fig. 1. Diversidad de ecosistemas en la Huasteca Potosina. A) Cascadas de Micos en Cd. Valles. B) Bosque húmedo en Tamasopo. C) Humedal Ciénega de Cabezas en Tamasopo. D) Grutas de los Sabinos en Cd. Valles. E) Selva tropical en Xilitla.

En términos ecológicos, la Huasteca Potosina alberga **diversos ecosistemas, entre los que destacan la selva mediana subperennifolia, la selva baja caducifolia, el encinar tropical y el palmar**. En municipios como Tamasopo y Xilitla se encuentran remanentes de bosques de neblina, considerados áreas prioritarias de conservación debido a su elevada biodiversidad y la presencia de numerosas especies endémicas de flora y fauna. El clima de la región es cálido-húmedo, con una temperatura promedio de 21 °C. Las precipitaciones anuales varían entre 1,000 y 1,200 mm en las zonas bajas, y superan los 3,000 mm en las partes altas de la Sierra Madre Oriental (Larraga-Lara, 2014).

La región incluye áreas de importancia ecológica como la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, que abarca municipios de San Luis Potosí como Ciudad Valles y Tamuín, así como zonas de Tamaulipas. También forma parte de la región terrestre prioritaria "Sierra Gorda – Río Moctezuma", que se extiende a los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro (Larraga-Lara, 2014). Estos sitios son de alta prioridad para la conservación debido a su notable diversidad biológica.

La geografía accidentada de la Huasteca Potosina ha generado una gran variedad de entornos naturales, como cascadas, selvas tropicales, bosques húmedos, humedales y una sorprendente cantidad de cuevas en diferentes municipios (Figura 1). Esta riqueza de ecosistemas convierte a la región en un **laboratorio natural, ideal para el estudio de interacciones biológicas y ecológicas, y la formación de científicos ambientales** comprometidos con la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales.

## Investigaciones precursoras de la educación ambiental

La Huasteca Potosina alberga diversas instituciones educativas que forman estudiantes en todos los niveles, integrando la educación ambiental como un componente esencial en sus programas académicos. Esta temática en algunas ocasiones se aborda de manera transversal en asignaturas como biología, ecología y geografía, **promo-**

**viendo un enfoque integral hacia el conocimiento y la conservación del entorno natural.**

Un ejemplo destacado es la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, donde se ofrecen programas educativos que reflejan el compromiso con la educación ambiental y la formación de científicos ambientales. Entre estos, sobresalen la Licenciatura en Turismo Sustentable y la Licenciatura en Bioquímica. En particular, esta última cuenta con el Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales, donde se han formado profesionales que han contribuido significativamente en áreas como la educación ambiental, el estudio de efluentes naturales y la conservación de especies vegetales a través de la biotecnología y el estudio de la fitoquímica y las relaciones ecológicas, principalmente de orquídeas amenazadas y de interés medicinal y ornamental (Tabla 1) (Carranza-Álvarez et al., 2023). Estos esfuerzos consolidan a la región como **un referente en la educación ambiental y científica en México**, donde se aprovecha la gran diversidad ambiental y cultural que hace funcionar a la Huasteca Potosina como un laboratorio natural (Figura 2).

## Desarrollo científico en torno a las orquídeas de la Huasteca Potosina

El Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales ha destacado por su enfoque interdisciplinario en la conservación de especies vegetales, con especial atención a las orquídeas amenazadas y de importancia medicinal y ornamental. Este grupo de trabajo ha combinado conocimientos de biología, ecología, química y biotecnología para desarrollar estrategias integrales que promuevan la preservación de estas especies emblemáticas. Su labor incluye desde la identificación de orquídeas en riesgo y su propagación en condiciones controladas, hasta el diseño de programas de reintroducción en sus hábitats naturales y la colaboración con comunidades locales para fomentar su uso sostenible (Carranza-Álvarez et al., 2023). Este esfuerzo no solo contribuye a la conservación de la biodiversidad, sino que también **impulsa el desarrollo regional mediante la valorización de los recursos naturales**.

Los científicos ambientales formados en este laboratorio han desarrollado importantes proyectos en sitios

Tabla 1. Actividades desarrolladas por el Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales en la región de la Huasteca Potosina.		
Actividad desarrollada	Objetivo de la actividad	Indicadores evaluados
Recorridos en diferentes ecosistemas de la Huasteca Potosina para la identificación de orquídeas	Capacitar a los estudiantes y población rural en diversos municipios de la Huasteca Potosina para la correcta identificación de especies de la familia Orchidaceae.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Número de especímenes herborizados e identificados.</li> <li>· Número de personas capacitadas.</li> </ul>
Cursos de educación ambiental y capacitación sobre las propiedades medicinales de orquídeas de la región.	Capacitar a estudiantes de pregrado, productores, comerciantes y público en general sobre el manejo sustentable de orquídeas con potencial medicinal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Número de personas capacitadas.</li> <li>· Seguimiento del manejo y comercialización de orquídeas medicinales.</li> </ul>
Prevención y control ambiental de efluentes en la región.	Monitorear diversos efluentes localizados en municipios de la Huasteca Potosina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de calidad de agua.</li> <li>· Asesorías a empresas y pequeños empresarios con negocios de purificadoras de agua.</li> </ul>
Control de patógenos en cultivos de interés en la región Huasteca.	Reducir la incidencia de contaminación y pérdida de productos agrícolas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Identificación de patógenos de cultivos agrícolas.</li> <li>· Productos bioagrícolas elaborados con plantas de la región.</li> <li>· Establecimiento de convenios con empresas como CITROFRUT y asociaciones civiles como la Cooperativa de vainilleros del municipio de Axtla de Terrazas.</li> </ul>

clave de la Huasteca Potosina, como el humedal Ciénega de Cabezas, ubicado en el municipio de Tamasopo. Este humedal, declarado sitio RAMSAR, es prioritario para la conservación y alberga especies como el cocodrilo de pantano, tortugas, peces y aves migratorias que utilizan este ecosistema para su reproducción y anidación. En cuando a especies vegetales, cuenta con una gran cantidad de orquídeas, bromelias, cactus y especies hiperacumuladoras de metales pesados como *Typha latifolia* (Carranza-Álvarez et al., 2016).

Otros de los sitios en los cuales se han realizado investigaciones son las selvas y bosques de municipios como Aquismón, Matlapa Xilitla, Axtla de Terrazas y Ciudad Valles, ampliando el impacto de los proyectos en diversas áreas de la región. Por ejemplo, en los municipios de Axtla de Terrazas y Matlapa se tiene el convenio de trabajo con una asociación productora de vainilla gourmet, con quienes algunos alumnos han contribuido a mejorar el proceso de producción de este producto tanpreciado en la región y en el mundo (Figura 3) (Hernández-Martínez et al., 2020).

Entre los productos destacados de estas investigaciones se encuentra un banco de germoplasma con material vegetal de 15 especies de orquídeas de importancia ambiental, así como protocolos biotecnológicos de micropropagación para especies relevantes como



Fig. 2. Práctica de campo en el bosque de Tamasopo con alumnos de la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca.



Fig. 3. Capacitación de educación ambiental a productores de vainilla en el municipio de Matlapa.

Vanilla planifolia, Catsetum integerrimum, Laelia anceps y Stanhopea tigrina. Además, se ha generado información valiosa sobre los fitoquímicos y las propiedades medicinales de estas especies, fortaleciendo su conservación y posible aprovechamiento sostenible (Ponce-Hernández et al., 2023).

El trabajo del laboratorio refleja varias particularidades de la formación en ciencias ambientales. Una de ellas es el **enfoque interdisciplinario, que integra conocimientos de biología, química, ecología y biotecnología** para abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas (Figura 4). Esto se observa claramente en el estudio y conservación de orquídeas, donde se combinan técnicas de laboratorio con estrategias de manejo ecológico y colaboración comunitaria

Otra característica es el aprendizaje práctico y contextualizado. La participación en proyectos reales, como la propagación de orquídeas en condiciones controladas y su reintroducción en hábitats naturales, ofrece a los estudiantes una experiencia directa en la

aplicación de conceptos teóricos a problemas concretos, lo cual, no solo fortalece sus habilidades técnicas, sino que también los sensibiliza sobre la relación entre biodiversidad, prácticas culturales y desarrollo socioeconómico.

La formación incluye además el diseño de metodologías innovadoras, como las técnicas de micropropagación para la conservación de especies vegetales. **Estas prácticas estimulan el pensamiento crítico y la capacidad de generar soluciones creativas a desafíos ambientales.** Los proyectos del laboratorio también fomentan la colaboración entre especialistas de diversas disciplinas, preparando a los estudiantes para trabajar en equipos multidisciplinarios, una habilidad fundamental en el campo de las ciencias ambientales.

Estas experiencias integrales no solo capacitan técnicamente a los futuros científicos ambientales, sino que también los posicionan como agentes de cambio comprometidos con la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en la Huasteca Potosina.



Fig. 4. Equipo interdisciplinario del Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales, con colegas de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.

## Retos y perspectivas en la formación de científicos ambientales

La formación de científicos ambientales enfrenta retos significativos debido a la complejidad y transversalidad inherentes a los problemas ambientales. **Uno de los mayores desafíos es integrar conocimientos de disciplinas diversas** como biología, química, ecología, geografía y ciencias sociales en un marco coherente que permita a los estudiantes abordar problemas complejos desde una perspectiva sistémica. La necesidad de trabajar en equipos inter y multidisciplinarios y de comunicarse efectivamente con comunidades locales, tomadores de decisiones y otros científicos añade un nivel adicional de complejidad que suele ser diferente en estudiantes de pregrado y de posgrado (Merritt et al., 2022).

Por ello, es necesario también abordar la diferencia que existe entre la formación de estudiantes en estos dos niveles de preparación académica. En el nivel de pregrado, la formación se centra en proporcionar una base amplia y sólida de conocimientos fundamentales en ciencias ambientales, junto con habilidades prácticas básicas. Los estudiantes suelen participar en proyectos de campo y laboratorio que les permiten explorar problemas locales, como los relacionados con la conservación de orquídeas o la restauración de ecosistemas, mientras que a la par se preparan con otros conocimientos inherentes al currículo de su carrera.

Por otro lado, en el nivel de posgrado, la formación es más especializada y orientada a la investigación. Los estudiantes desarrollan proyectos específicos que buscan generar nuevo conocimiento o resolver problemas complejos, como la implementación de protocolos de micropropagación o la evaluación de propiedades fitoquímicas en especies amenazadas, lo cual suele exigir conocimientos y el desarrollo de técnicas más complejas. En este nivel, se espera que los estudiantes contribuyan a la innovación y trabajen de manera autónoma, colaborando estrechamente con otros especialistas.

Un currículo efectivo en ciencias ambientales debe ser interdisciplinario, práctico y adaptable a los cambios dinámicos del entorno global. Es crucial que incluya asignaturas que aborden tanto las bases científicas (ecología, biología, química) como aspectos sociales y éticos (gestión ambiental, políticas públicas, sostenibilidad). La incorporación de proyectos prácticos y colaborativos, como los realizados en el Laboratorio de Investigación en Ciencias Ambientales, debe ser prioritaria para que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos en situaciones reales.

**La formación de científicos ambientales debe ser integral, orientada a la resolución de problemas y centrada en el aprendizaje experiencial.** Solo a través de un enfoque educativo equilibrado, interdisciplinario y comprometido, se pueden preparar profesionales capaces de enfrentar los complejos retos ambientales del presente y del futuro.

---

## Referencias

- Cabrera, A. J. (2002). La Huasteca potosina: ligeros apuntes sobre este país. CIESAS.
- Carranza-Álvarez, C., Hernández-Benavides, D. M., Maldonado-Miranda, J. J. (2016). Micropropagación de orquídeas del humedal natural Ciénega de Cabezas, Tamasopo. *Universitarios Potosinos*, 202, 4-10.
- Carranza-Álvarez, C., López-Morales, A., Cruz-Torres, D. G., Torres-Rico, D., Maldonado-Miranda, J. J. (2023). Orquídeas: amenazas de su existencia, formas de conservación y protección. *Jandiekua, Revista Mexicana de Educación Ambiental*, 7(9), 44-59.
- Carter, R.L., Simmons, B. (2010). The History and Philosophy of Environmental Education. In: Bodzin, A., Shiner Klein, B., Weaver, S. (Eds.) *The Inclusion of Environmental Education in Science Teacher Education*. Springer, Dordrecht.
- Hernández-Martínez, J. L., Carranza-Álvarez, C., Maldonado-Miranda, J. J., Martínez-Soto, D. (2020). Isolation of *Fusarium* from vanilla plants grown in the Huasteca Potosina Mexico. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(3), 475-484.
- Jorgenson, S. N., Stephens, J. C., White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*, 50(3), 160-171.
- Jovanović, J. (2018). New Belgrade: past-present-future, and the future that never came. *Docomomo Journal*, (59), 68-73.
- Larraga-Lara, R. (2014). Caracterización multidimensional de la vivienda tradicional en la Huasteca Potosina. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 2014, 1-22.
- Merritt, E. G., Stern, M. J., Powell, R. B., Frenley, B. T. (2022). A systematic literature review to identify evidence-based principles to improve online environmental education. *Environmental Education Research*, 28(5), 674-694.
- Ponce-Hernández, A., Castillo-Flores, K. E., Castillo-Pérez, L. J. (2023) Aportes al conocimiento biotecnológico, etnofarmacológico y ecológico de las orquídeas en la Huasteca Potosina. En: Maldonado-Miranda, J. J., Carranza-Álvarez, C., Alonso-Castro, A. J. (Eds.) *Tendencias de Biotecnología, Medio Ambiente y Sociedad*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

# ¿Sueño o quimera? Análisis de un programa de licenciatura en ciencias ambientales

Aída Atenea Bullen Aguiar 

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad,  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Resumen

Como educadora ambiental, soñaba con la posibilidad de participar en un proyecto de educación ambiental que pudiera profundizar en las causas de la crisis civilizatoria, sus consecuencias y sus soluciones. Pensaba, que un curso de nivel licenciatura no sería suficiente, un diplomado tampoco, pero un programa de licenciatura, podría lograr esa ilusión. Actualmente, trabajo en una institución de educación superior y me pregunto si ese ideal se ha cumplido, si un programa formal de cuatro años logra el objetivo de la educación ambiental. Retomo el caso de la Licenciatura en Ciencias Ambientales (LCA) de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES), específicamente el plan de estudios vigente, sus objetivos, su estructura y los programas de las asignaturas del área de Investigación en Ciencias Ambientales en las que se enseñan los métodos y las técnicas propias de la investigación de los problemas ambientales.

**Palabras clave:** Educación ambiental, Ciencias ambientales, Educación formal

## Abstract

As an environmental educator, I dreamed of participating in an environmental education project that could delve deeper into the causes of the civilizational crisis, its consequences, and its solutions. I thought that a workshop was not enough, nor a short course, but a bachelor's program could achieve that dream. I currently work at a higher education institution and wonder if that ideal has been fulfilled, if a formal four-year program achieves the goal of environmental education. I review the case of the Bachelor of Environmental Sciences (BES) at the National School of Higher Studies, Morelia (ENES, Morelia), specifically their current curriculum, its objectives, its structure, and the syllabi for the research courses that teach specific techniques and methods that are used to study environmental problems.

**Keywords:** Environmental education, environmental sciences, formal education

## Introducción

Como educadora ambiental, soñaba con participar en un programa formal de educación ambiental, más allá de los talleres, las pláticas y los cursos aislados. Posteriormente, como docente de la asignatura de Educación y Comunicación Ambiental de la Licenciatura en Ciencias Ambientales (LCA) de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES), me pregunté si el programa educativo de las ciencias ambientales, equivalía a un proyecto de educación ambiental formal. La idea me había rondado la cabeza por mucho tiempo, pero no me había permitido reflexionarla con detenimiento. Se trata de una premisa que supone que si los objetivos de la educación ambiental (EA), incluyen el desarrollar la conciencia, los conocimientos, las actitudes, las aptitudes, la participación y la capacidad para evaluar las acciones realizadas, -con la intención de construir sociedades más justas, sanas y sustentables-, entonces los programas de educación superior en ciencias ambientales, constituyen proyectos de educación ambiental formal (PNUMA, 1975, 1978). Si el argumento es correcto, surgen las siguientes interrogantes ¿Logran las carreras como la LCA los objetivos de la educación ambiental, más allá del cumplimiento administrativo de ambientalización de la currícula? ¿Egresan personas comprometidas y congruentes con el cuidado planetario capaces de realizar acciones concretas por más pequeñas que sean? Gracias a la convocatoria de la Revista Jandiekua, se abre la oportunidad para pensar colectivamente al respecto.

## Antecedentes, objetivo y perfil de egreso de la LCA

Antes de iniciar, es importante considerar que no todos los programas de formación ambiental comparten las mismas motivaciones, intereses, objetivos, ni mucho menos su currículum. La reflexión que aquí se propone será exclusiva a la experiencia particular de un caso concreto, que se debe analizar acotado en el tiempo y reconociendo sus cambios internos.

La LCA de la ENES Morelia, fue aprobada por el Consejo Universitario en el año 2005. Nació anidada en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) en el campus de la UNAM en Morelia y heredó la visión de quienes participaron en su diseño; jóvenes investigadores recién llegados de sus posgrados y algunos otros veteranos que se habían trasladado del Instituto de Ecología en la Ciudad de México. También participaron colegas geógrafos que más tarde fundarían el Centro de Geografía Ambiental.

Su creación coincide, con el lanzamiento de la declaración del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, momento en el que resurgía el interés por la sostenibilidad y cuyo impulso pudo haber influido en su aprobación ante el Consejo Universitario el 5 de julio del 2005.

Inicialmente el plan de estudios se organizaba en seis ejes (ecología y geografía, tecnología, sociedad, métodos analíticos, y métodos de investigación e integración), sumando 30 asignaturas impartidas en seis años (Figura 1. Plan de estudios 2005) (Camou, Castillo y García-Frapolli, 2013).

EJES TEMÁTICOS					
SEMESTRE	EJE I ECOLOGÍA Y GEOGRAFÍA	EJE II TECNOLOGÍA	EJE III SOCIEDAD	EJE IV MÉTODOS ANALÍTICOS	EJE V METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN
1	FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA	FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS	MATEMÁTICAS I	FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I
2	ENERGÉTICA E HIDROLOGÍA DEL ECOSISTEMA	ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE	ECONOMÍA ECOLÓGICA	MATEMÁTICAS II	FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA II
3	BIOQUÍMICA DEL ECOSISTEMA	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESPACIAL	EVALUACIÓN CULTURAL Y ETNOECOLOGÍA	ESTADÍSTICAS I	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN I
4	ECOLOGÍA E PUBLICACIONES Y COMUNIDADES	AGRICULTURA ECOLÓGICA	DINÁMICA SOCIAL E INSTITUCIONES	ESTADÍSTICA II	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN II
5	ECOLOGÍA DEL PAISAJE	FUNDAMENTOS DE LA BIOTECNOLOGÍA	POLÍTICA Y GESTIÓN AMBIENTAL	ANÁLISIS CUALITATIVO	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN III
6	BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS	PLANEACIÓN DEL USO DEL SUELO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN IV
					<b>EJE VI INTEGRACIÓN</b>

Figura 1. Plan de estudios 2005

Al nuevo plan se agregaron materias como Ética Ambiental y el curso de Educación y Comunicación Ambiental (ECA), esta última por solicitud de las y los egresados. También se incluyó el campo temático de geografía, que resultó ser uno de las áreas de mayor interés para las y los jóvenes (ENES, s.f. a, p. 9).

Lo interesante del cambio, es que de ser seis materias en el Eje de Sociedad del plan 2005, se redujeron formalmente, a cuatro las asignaturas obligatorias del campo de conocimiento de Sociedad en el plan 2012, puesto que Ética Ambiental y ECA, no son consideradas parte de dicho eje. Pero, de considerarse como tal, el número de asignaturas sociales, únicamente aumentaría por un curso, en comparación con el plan curricular anterior. En cambio, se incrementó el número de asignaturas de geografía y del campo biofísico, no sólo en las materias obligatorias, sino también en las optativas. Este énfasis temático cumple bien con el objetivo del programa que es: **Formar profesionales que contribuyan al estudio y solución de problemas ambientales**, relativos al manejo de ecosistemas y manejo integral del paisaje, **con un enfoque interdisciplinario, con bases sólidas en ciencias naturales y ciencias sociales** que combinen el manejo de conocimientos conceptuales e instrumentales (técnicas, métodos, instrumental y de equipo), con las habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes necesarias para identificar, analizar y resolver problemas ambientales relativos al manejo de ecosistemas y del paisaje (ENES, s.f. a, p.38).

Es necesario subrayar aquí la primera y última frase, cuya intención es el “manejo”, demostrando su carácter práctico y técnico-científico. Esto contrasta con el perfil profesional que espera que la persona egresada poseerá: **Los conocimientos, habilidades y actitudes para desempeñarse en el campo profesional y de investigación para el entendimiento y resolución de problemas ambientales, con una visión interdisciplinaria de los sistemas socioecológicos**. Dependiendo del área de profundización elegida, el profesional en Ciencias Ambientales podrá participar en la facilitación de procesos de organización social, participación ciudadana, vinculación interinstitucional, educación y gestión ambiental; análisis territoriales para la toma de decisiones

<b>Tabla 2. Plan de estudios 2012</b>	
<b>Primer semestre</b>	
Física y química ambiental Fundamentos de ecología Introducción a las ciencias ambientales Introducción a las ciencias sociales Introducción a la estadística Pensamiento geográfico ambiental	
<b>Segundo semestre</b>	
Ética ambiental Geografía física Métodos de investigación social para las ciencias ambientales Procesos sociales y políticos en el territorio	
<b>Tercer semestre</b>	
Fundamentos de investigación en ciencias ambientales I Geografía humana Hidrología y energética del ecosistema Modelación matemática Naturaleza, cultura y sociedad Tecnología y desarrollo sustentable	
<b>Cuarto semestre</b>	
Agricultura ecológica Biogeoquímica del ecosistema Cubiertas y uso del territorio Economía y ambiente Fundamentos de investigación en ciencias ambientales II Modelación estadística	
<b>Quinto semestre</b>	
Educación y comunicación ambiental Tres asignaturas obligatorias por área de profundización Optativa	
<b>Sexto semestre</b>	
Desarrollo de proyectos I Ejercicio de integración Tres asignaturas obligatorias por área de profundización Optativa	
<b>Séptimo semestre</b>	
Desarrollo de proyectos II Tres asignaturas obligatorias por área de profundización	

en ordenamiento ecológico, desarrollo urbano, en planes y programas de conservación y manejo sustentable de recursos naturales, así como en la propuesta e implementación de tecnologías alternativas para el uso sustentable de los recursos. También tendrá las herramientas necesarias para la planeación de políticas públicas sobre áreas naturales protegidas, planes de desarrollo urbano, ordenamientos territoriales, mitigación de cambio climático, y manejo de cuencas hídricas. Los profesionales formados en la Licenciatura en Ciencias Ambientales podrán trabajar tanto en entidades gubernamentales relacionadas con el ambiente, en entidades académicas como centros de investigación y universidades y en organizaciones no gubernamentales relacionadas con la problemática ambiental. (ENES, s.f. a, p.47)

#### **Perfil que debería resultar de una fuerte formación social, con muchas más asignaturas de esas disciplinas.**

Pese a ello, los campos temáticos incluyen las áreas de: Ecología, Geografía, Tecnología, Sociedad, Métodos Analíticos, e Investigación en Ciencias Ambientales (ENES, s.f. a, p.48). Con base en estos, se ofrecen tres opciones de profundización, elegidas por las y los estudiantes en 5to semestre: 1) Manejo de Sistemas Socioecológicos, 2) Ecotecnologías y 3) Sociedad y Ambiente; siendo la primera, la preferida de los alumnos, por ofrecer una “mejor preparación”, según comentó un alumno en clase (E. García, comunicación personal, 5 de diciembre, 2024). Comentario que se repite cuando se interroga a los estudiantes y se les solicita que compartan algunas razones por las que eligen la opción de Manejo y no Sociedad y Ambiente. Esta opinión, merece un examen detallado que escapa a las posibilidades de este breve ejercicio, sin embargo, si se considera el número y variedad de las asignaturas obligatorias y optativas, se advierte una mayor oferta en ésta área biológica que en la social. Además, el objetivo propuesto para la licenciatura, se alinea mejor con el área de Manejo y esto coincide, a su vez, con la investigación que se realiza en el ENES y en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), cuyos investigadores e investigadoras son docentes en la LCA e incorporan a las y los estudiantes en sus proyectos de investigación.

## **La subestimación de las ciencias sociales y su importancia frente a la problemática ambiental**

Por otro lado, es pertinente reconocer que el área de Sociedad y Ambiente, por su naturaleza social, se orienta a la comprensión de los fenómenos sociales (Verstehen), más que a la resolución de problemas (Mardones y Ursúa, 1982, p.72). **Las “ciencias del espíritu”, como las llamaba Dilthey (1949, p.14), buscan el entendimiento, contrario a la visión Baconiana de control de la naturaleza,** que insiste en la intervención, aun cuando históricamente, existen numerosos ejemplos de problemas causados por la actividad humana y sus adelantos tecno-científicos.

La dicotomía entre la explicación para la intervención y la comprensión, ha sido bien documentada por numerosos autores, pero no se ha retomado en las discusiones respecto a la LCA. De allí que sea indispensable reconsiderar los supuestos sobre los que se construye el andamio teórico-metodológico de la carrera y su énfasis en la intervención/solución.

No obstante, el plan actual de la LCA, reconoce que **la problemática ambiental es causada por una sociedad que, “demanda cada vez más recursos naturales para su mantenimiento y desarrollo” y que, “la forma en la que estos recursos se han manejado compromete la existencia y el funcionamiento de los ecosistemas que los producen o albergan”,** por lo que la licenciatura se ve obligada a “encontrar, desde el ámbito de la investigación científica, medios que aporten herramientas teóricas, metodológicas y tecnológicas para alcanzar las metas de la sustentabilidad” (ENES, s.f. a, p.14). Es evidente la centralidad que la “investigación científica” posee para resolver el problema, que se percibe como un asunto de manejo de los ecosistemas frente a la demanda ilimitada de recursos naturales. Lo que lleva a concluir que, el conocimiento necesario provendrá del campo disciplinar propio del estudio de los ecosistemas y su manejo, y no, del campo de conocimiento económico-político, que profundiza en la demanda ilimitada.

Se apuesta por el campo de la ecología y no de la economía política.

El argumento anterior es congruente con la justificación que se presenta para la **“formación de nuevos profesionales, los cuales además de tener cualidades específicas en el ámbito académico, tengan formación en el campo de manejo de los ecosistemas, con un enfoque integral, para la solución de problemas”** (ENES, s.f. a, p.16). Este enfoque es sumamente cuestionado por Enrique Leff (1988), por limitarse a temas tecnocientíficos e ignorar el contexto histórico, político y, -sobre todo-, económico de la problemática ambiental.

Lo que llama la atención del enfoque propuesto para la LCA, es que con una fuerte formación científica en ciencias biofísicas y una limitada formación social, se espere que los y las egresadas atiendan problemas como: “Cambios culturales y pérdida del conocimiento tradicional”, “Riesgos ambientales derivados del uso de biotecnología”, “Desajustes de políticas ambientales con los requerimientos actuales de conservación, ordenamiento y restauración de los ecosistemas”, “Riesgos e impactos ambientales derivados de la industria”, “Problemática de la salud asociada a la degradación ambiental” (ENES, s.f. a, pp. 14-16).

Lamentablemente, sin ofrecer una formación suficientemente amplia para el análisis de fenómenos sociales, ético-políticos y económicos, no se puede comprender efectivamente el origen del problema, ni tampoco se pueden diseñar intervenciones profundas que atiendan el problema de raíz, es decir, soluciones radicales. Todo lo contrario, se quedan a un nivel superficial, a lo mucho remedial.

A falta de un proyecto educativo crítico, que se proponga estudiar las causas de la crisis civilizatoria y sus manifestaciones, -que incluye la crisis ambiental-, la carrera pierde de vista su meta, que es sin duda el objetivo de la educación ambiental. Más bien, para la LCA, el objetivo es la ciencia para el ajuste, manejo, adaptación y restauración. No sorprende entonces, la respuesta de un estudiante de 5to semestre que explicó que no era necesario preocuparse por prevenir o resolver la crisis ambiental, más bien que se trataba de un

asunto de “mitigación” (J. Guzmán, comunicación personal, 17 de noviembre, 2023).

Pareciera entonces que la LCA está formando profesionales prácticos, parcialmente interdisciplinarios, con herramientas y tecnologías especializadas, con una alta competencia técnica, pero sin claridad política-económica y una visión miope, ante la magnitud del problema. (ENES, s.f. a, p.38). **Resultado de un plan de estudios que se limita a formar tecno-científicos, bajo disciplinas híbridas, dominando herramientas diseñadas para proyectos concretos, carentes de una visión profunda y compleja de la realidad.**

A pesar de las buenas intenciones, las inercias históricas se siguen imponiendo, resultado de las propias de-formaciones disciplinares de las generaciones de los últimos años del siglo XX. Si bien, algunas personas académicas, tuvieron la fortuna de recibir una educación interdisciplinaria o de transitar de una disciplina a otra, la mayoría provienen de programas especializados. Por ello, la planta académica encargada del diseño de la LCA, reprodujo un modelo probado, a pesar de los admirables esfuerzos de algunos académicos por lograr una formación diferente.

No así los, las y les jóvenes de las primeras generaciones de la LCA que intentaron romper esquemas y alcanzar la verdadera interdisciplina. Ejemplos de ello los encontramos en Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales (2013), donde estudiantes de la LCA, escribieron dos capítulos interesantísimos sobre sus experiencias en la licenciatura del Plan 2005. Allí relataron sus desvelos por comprender y rebasar las fronteras disciplinares, en la forma de un cuento y una obra de teatro, ambos, ejemplos logrados de la interdisciplina. Es necesario resaltar aquí, el importante papel que jugaron las y los mismos jóvenes en esas primeras generaciones. Sus fuerzas internas y la influencia de jóvenes sobresalientes, como una estudiante/actriz, que se encargó de escribir, dirigir y actuar en varias obras de teatro, ilustra un proceso educativo de formación integral y horizontal. Es necesario decir también, que en esas primeras generaciones de la LCA, hubo varios jóvenes idealistas que con mucha iniciativa, desarrolla-

ron proyectos comunitarios locales e internacionales. Pero las cosas cambian y con el tiempo la matrícula y el profesorado se ha transformado no sólo en términos cuantitativos, sino cualitativos, así como los intereses, anhelos, y compromisos de las y los discentes.

Las transformaciones son inevitables y las condiciones sociales, políticas, económicas y tecnológicas actuales, influyen a las nuevas generaciones. En este nuevo contexto, es necesario preguntarse si **la educación que se ofrece ¿Permite comprender la crisis civilizatoria y la problemática ambiental de manera profunda?** ¿Es adecuada para un mundo de selfies, influencers y Tik Toks?

## ¿Ambientólogos o biólogos- ecólogos?

No hay duda de que quien se inscribe en una licenciatura en ciencias ambientales posee una conciencia ambiental. En su mayoría, el alumnado distingue y prefiere un enfoque “interdisciplinario” a la formación biológica, razón por la que optó por estudiar Ciencias Ambientales y no Biología o Ecología. Están dispuestos a comprometer los próximos cuatro o cinco años de su vida al estudio de un tema que muchas veces es triste y emocionalmente desgastante. También es cierto que en los últimos 12 años, he notado como **el entusiasmo de los primeros semestres, con frecuencia da paso a etapas de depresión y sentimientos de impotencia, frente a problemas demasiado grandes para resolver con soluciones sencillas. Felizmente, al final de la carrera, es posible observar cómo recuperan la esperanza y se emocionan cuando eligen sus temas de investigación para su titulación**, con todo lo que implica investigar, sistematizar y redactar un informe. Estos cambios afectivos y cognitivos corren paralelamente a las asignaturas que van cursando y son retroalimentadas por ellas. Sería muy revelador, revisar las cartas descriptivas de los cursos y documentar su ejecución con el fin de conocer su influencia en los aprendizajes, sentipensares y en las decisiones de las y los universitarios.

En este momento, la malla curricular del plan actual, cuenta con 55 asignaturas. En el campo Social,

se enlistan 14 asignaturas obligatorias (dependiendo del área de profundización), pero hay asignaturas que sólo se ofrece en el área de Sociedad, como lo son Historia e Historiografía Ambiental, Política Pública y Legislación o Impacto Ambiental (ENES, 2022). Como ya se mencionó, la oferta de asignaturas sociales obligatorias es ligeramente menor, que las asignaturas que podrían llamarse de las ciencias naturales. Lo mismo ocurre con las optativas. Del total de cursos optativos, 18 tratan temas biofísicos y tres se centran en la divulgación de la ciencia (Periodismo Ambiental; Medios Audiovisuales y Comunicación; e Introducción a la Escritura de Textos Científicos), sólo una asignatura es claramente ambiental (Planificación Ambiental); pero no hay ninguna social, ni de las humanidades (ENES, 2022). Lo que apunta una vez más, al sesgo disciplinar de la carrera.

## ¿Dónde queda la educación ambiental? La EA y la praxis

Al analizar el sexto campo, de Investigación Acción en Ciencias Ambientales (IACA), encontramos un gran énfasis en el diseño y ejecución de proyectos de investigación, pero poca teorización. Lo que concuerda con el carácter más práctico de la carrera. Coincidentemente, IACA ha sido el área más problemática del plan curricular y el objeto de crítica de las y los alumnos. Esta área se conforma por cuatro asignaturas de las cuales dos son teóricas (Introducción a las Ciencias Ambientales y Ética Ambiental) y dos prácticas (Fundamentos de Investigación en Ciencias Ambientales FICA I y II). Son en estas últimas donde las y los alumnos deben ejercitar sus conocimientos y deben diseñar proyectos de investigación e intervención ambiental. Las experiencias en estas materias, muchas veces son caracterizadas como difíciles o caóticas, a razón de las dificultades del trabajo en equipo y la falta de claridad teórica-metodológica. A pesar de ello, estos ejercicios son sumamente valiosos para el proceso de aprendizaje de las, los y les jóvenes.

En el **primer semestre**, la asignatura de Introducción a las Ciencias Ambientales, arranca con la reflexión de lo que constituye la crisis ambiental. El curso es obligatorio y es más teórico que práctico. Su objetivo general se compromete a “Analizar el papel de la dimensión humana en el manejo de los recursos naturales a través de la revisión de las principales teorías sobre las relaciones entre sociedad y naturaleza, que permitan comprender las causas y alcances de la situación ambiental actual, con la finalidad de incidir” (ENES, s.f. b, s.n.). Aquí aparece el concepto de “manejo de recursos naturales” que es central en la carrera, como ya se ha visto. También se subraya la importancia de estudiar los recursos naturales de forma física, biológica y geográfica. Así lo atestiguan los temas y subtemas de la Unidad 4 y 5, en las que se presentan los “Enfoques para el estudio de los recursos naturales” y se propone el estudio de: “1) la huella ecológica, 2) la cultura, paisaje y territorio, 3) el manejo integrado de cuencas, 4) ordenamiento territorial, 5) concepto y aplicación del concepto de región, empleando ejemplos de experiencias de manejo de recursos naturales y ecosistemas en Latinoamérica y México”, sin considerar los impactos regionales de la economía mundial o del sistema mundo (ENES, s.f. b, s.n.). La prioridad en esta asignatura, es presentar ciertos instrumentos de políticas públicas para la gestión y manejo de recursos y servicios ecosistémicos.

En el **segundo semestre**, se imparte la asignatura de Ética Ambiental, la cual busca entre otros objetivos “Incorporar a la ética ambiental dentro de la praxis de la investigación en ciencias ambientales” a través de una discusión sobre la “Ética en la investigación” (ENES, s.f. b, s.n.).

En **tercer semestre**, la asignatura FICA I versa sobre la investigación y el conocimiento científico. Su objetivo general es “Realizar investigación científica en las ciencias ambientales, a través de la aplicación de la metodología específica” (ENES, s.f. b, s.n.). El énfasis se vuelve a situar en uno de los subtemas de la Unidad 1, que se propone discutir “La ciencia disciplinaria y su papel en las ciencias ambientales y en la in-

terdisciplina” cuyo desarrollo debería incluir los cuestionamientos teórico-metodológicos que esto implica.

La última asignatura del campo de IACA, es FICA II, en **cuarto semestre**. Es aquí, donde por primera vez se hacen referencias explícitas a la investigación acción (IA) y la investigación acción-participativa (IAP), pero se quedan sin explorar los fundamentos propios de la investigación en ciencias ambientales (ENES, s.f. b, s.n.).

De 171 tesis y tesinas registradas para la LCA en Morelia en el Sistema Bibliotecario de la UNAM (TESIUNAM), de agosto del 2008 al 15 de febrero del 2021, sólo 11, es decir un 6.43 por ciento, utilizaron IAP o emplearon metodologías activas o participativas. Asimismo, una búsqueda de las palabras “ciencias ambientales Morelia”, del año 2005 al 12 de diciembre del 2024, lanzó 197 registros, dos, de carreras distintas a la LCA, de los restantes, 79 registros están vinculados a temas biológicos-ecológicos (40.51%) y 116 a temas socio-ambientales propiamente (59.48%). Un porcentaje muy alto para temas biológicos, considerando que la carrera no es de Biología, ni Ecología. En cuanto a los temas socio-ambientales, los trabajos se orientan a problemas concretos y locales, siendo consistentes con los objetivos del programa de la LCA.

**En respuesta a la pregunta inicial para esta sección, se podría decir que poco más de la mitad de las personas que egresan de la LCA son ambientólogos que responden a las problemáticas ambientales a nivel local, el resto son biólogos y ecólogas potenciales.** Es decir, la LCA como un programa educativo de formación ambiental, logra parcialmente los objetivos de la EA, pues forma profesionales comprometidos con el cuidado ambiental, en poco más de la mitad de las personas graduadas. De las que mantienen su interés y conciencia ambiental inicial, se puede decir que profundizan su conocimiento, fortalecen sus actitudes, desarrollan aptitudes, participan en diversas actividades y proyectos de intervención y aprenden a evaluar sus prácticas, sistematizando sus experiencias en sus informes de titulación. **La otra mitad, olvidó el objetivo de la carrera.**

## En suma ¿Sueño o quimera?

Si la LCA es un proyecto de EA, que cumple parcialmente con los objetivos propuestos, ¿qué se puede hacer para mejorar su cumplimiento? En primer lugar, es indispensable reconocer sus deficiencias. Sobresale como una debilidad, su enfoque biofísico y no se trata de un detalle menor, pues el sesgo socava de manera importante los objetivos de la EA.

**El sueño se desvanece y se convierte en una quimera, cuando no se logra el conocimiento, ni la comprensión sobre las causas materiales de la crisis civilizatoria.** Quizá por ello, el primer objetivo de la educación ambiental, como se enlista en la Carta de Belgrado (1975) y en el informe de la Conferencia Intergubernamental sobre la Educación Ambiental en Tbilisi (1978), sea el conocimiento, pues sin una visión correcta de la realidad, es imposible trazar un curso de acción adecuado. Del mismo modo, sin una comprensión crítica de la realidad social, no se puede realizar un diagnóstico acertado del problema, por lo tanto, las propuestas de solución con base en el manejo de ecosistemas o su descripción, serán superficiales y poco útiles.

El plan de estudios encarna su contradicción y mientras que, por un lado, se plantea la “búsqueda de conocimiento nuevo, de conceptualizaciones y explicaciones en el ámbito del medio ambiente, incorporando como agente y sujeto de cambio al ser humano”, por el otro, se concentra en las acciones y el “funcionamiento, a corto y largo plazo, de su base bio-geofísica sobre el planeta” (ENES, s.f. a, p.18). Importante sí, pero no suficiente. Ignorando también, que la situación ambiental en la que se encuentra el planeta, es el resultado de los efectos colaterales de los avances científico-técnicos y su estrecho vínculo con las relaciones de producción. Quedando los conocimientos político-económicos en los márgenes y no en el centro de las discusiones sobre la problemática ambiental.

En ocasiones, da la impresión de que el debate disciplinar ha sido superado, pero la dicotomía, -como lo muestra el plan de estudios de la LCA-, sigue vigente. Es patente una visión decimonónica de ciencia, pese a que se habla mucho de la inter y transdisciplina. Una posibilidad para la pervivencia de estas posiciones, puede encontrarse en las relaciones y en las estructuras mismas de la comunidad universitaria, que comparan los principios de visión y división (habitus) de una ciencia hegemónica, enquistada en las torres de marfil (Bourdieu, 1988). A su vez, estas disposiciones, se manifiestan en los diseños curriculares y en las prácticas docentes que son inculcadas, a través de la acción pedagógica, entendida por Bourdieu y Passeron (1981), como la “violencia simbólica” que resulta de “las relaciones de fuerza entre los grupos o las clases que constituyen una formación social” y que son impuestas por un “poder arbitrario”, -en este caso-, el enfoque temático y disciplinar propuesto para la licenciatura (p.46). Orientación disciplinar que no permite la posibilidad de cuestionar y proponer nuevos enfoques. Las estrategias empleadas para la imposición de las visiones dominantes son variadas, desde la selección y contratación del personal docente, los diseños de las cartas descriptivas, hasta los cursos de formación y educación continua del profesorado.

Afortunadamente, entre los intersticios y los resquicios universitarios, **la pluralidad de ideas existe y resiste.** Es en este contexto, que la educación ambiental crítica, capaz de investigar y cuestionar las estructuras políticas y económicas, se manifiesta. Es cuando las, los y les estudiantes nos desafían, cuando nos retan, nos debaten y cuestionan el sistema político-económico, cuando sentimos que la educación ambiental y la LCA ha logrado su fin, sea esto al final de un taller, un curso corto, una asignatura universitaria o en su examen de grado. **En ese momento el sueño se hace realidad.**

## Referencias

- Bourdieu, P. (1988). *La Distinción. Criterio y bases sociales del gusto*. Taurus.
- Bourdieu P. y Passeron, J.C. (1981). *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. Editorial Laia.
- Camou Guerrero, A., Castillo, A., García-Frapolli, E. (2013). *Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dilthey, W. (1949). *Introducción a las Ciencias del Espíritu. En la que se trata de fundamentar el estudio de la sociedad y de la historia*. Fondo de Cultura Económica.
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES). (2022). *Ciencias Ambientales*. Recuperado el 7 de diciembre de 2024 de: <https://www.enesmorelia.unam.mx/programa-de-asignaturas-de-la-licenciatura-en-ciencias-ambientales/>
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES). (2022b). *Ciencias Ambientales*. Recuperado el 05 de abril de 2025 de: [www.enesmorelia.unam.mx/wp-content/uploads/2022/02/Polip-LCA-ENES19\\_compressed.pdf](http://www.enesmorelia.unam.mx/wp-content/uploads/2022/02/Polip-LCA-ENES19_compressed.pdf)
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES). (s.f.a). Tomo I. Morelia: ENES, UNAM.
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia (ENES). (s.f.b). Tomo II. Morelia: ENES, UNAM
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sustentabilidad/ racionalidad/complejidad/poder*. Siglo XXI Editores.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (1975). *La carta de Belgrado: un marco general para la educación ambiental*. <[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000017772\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000017772_spa)>.
- PNUMA. (1978). *Conferencia Intergubernamental sobre la Educación Ambiental, Tbilisi, U.R.S.S., 14-26 de octubre de 1977: informe final*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763\\_spa?posInSet=5&queryId=d1f83dd6-42e0-49b5-8702-b0f496fb771](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763_spa?posInSet=5&queryId=d1f83dd6-42e0-49b5-8702-b0f496fb771)>.

# La importancia de la materia Participación Social en la formación de científicos ambientales

Leonardo Ernesto Márquez Mireles 

Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

## Resumen

Este artículo analiza el papel fundamental del curso Participación Social en la formación de científicos ambientales dentro del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. A través de un enfoque teórico-práctico, el curso integra perspectivas geográficas, antropológicas y metodologías participativas para fomentar la colaboración entre científicos y comunidades en la solución de problemas ambientales. Se destaca la importancia de superar las barreras epistemológicas y culturales entre los actores, promoviendo una participación social activa, consciente, organizada y sostenida, así como estrategias de gobernanza ambiental y construcción de ciudadanía ecológica. El texto reflexiona sobre los desafíos que enfrentan los estudiantes —provenientes mayormente de áreas tecnocientíficas— al trabajar con comunidades, y propone herramientas para mejorar la comunicación, la codecisión y la legitimación de saberes locales. Finalmente, el texto subraya la importancia de vincular la ciencia ambiental con procesos políticos inclusivos.

**Palabras clave:** Educación superior, metodologías participativas, participación social, ciencias ambientales

## Abstract

This article analyzes the fundamental role of the Social Participation course in the training of environmental scientists within the Multidisciplinary Graduate Program in Environmental Sciences at the Autonomous University of San Luis Potosí. Through a theoretical and practical approach, the course integrates geographical and anthropological perspectives and participatory methodologies to foster collaboration between scientists and communities in solving environmental problems. It highlights the importance of overcoming epistemological and cultural barriers among stakeholders, promoting active, conscious, organized, and sustained social participation, as well as environmental governance strategies and the construction of ecological citizenship. The article reflects on the challenges faced by students—mostly from techno-scientific backgrounds—when working with communities and proposes tools to improve communication, co-decision-making, and the legitimization of local knowledge. Finally, the article underscores the importance of linking environmental science with inclusive political processes.

**Keywords:** Higher education, participatory methodologies, social participation, environmental sciences

## Introducción

En el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) que se imparte como parte de los programas de posgrado interinstitucional de la Universidad Autónoma de San Luis, con sede en Agenda Ambiental se imparte el curso de “Participación Social” el cual tiene el carácter de ser optativo. Por casi 19 años, desde la fundación del posgrado, fue impartido por Miguel Ángel Robledo, quien, desde su formación como geógrafo, le dio un carácter teórico sobre la participación social relacionada con el territorio. En la actualidad está el curso tiene la misma base geográfica, aunque, se han agregado temas desde la antropología y sobre todo técnicas y metodologías participativas, con la idea de entender a los otros y de trabajar con los otros.

Se plantea la Participación Social en su definición más general como: **“proceso de transformación en respuesta a necesidades de diferente orden”** que requiere “presencia activa y decisoria de las personas contestarias para insertarse en los procesos de decisión de la vida política, decisión de cultura, consumo y distribución. Para que existan actores sociales se deben crear procesos de decisión, movilización, entendiéndose ésta como la capacidad de potenciar para ceder y acceder a la toma de decisiones” (Vega, 1997). Es decir, se contempla para los científicos ambientales la creación de una herramienta que los ayude a insertarse en los procesos de decisión de la vida política, decisión de cultura, consumo y distribución, poniendo atención en diversos temas ambientales.

De manera general, el objetivo de estudiar la participación -social, es ahondar en el conocimiento por parte del científico de cualquier área respecto al conocimiento de la población y las causas de sus propios problemas, así como la búsqueda de alternativas de solución tanto de parte del científico como de la población que está implicada en el programa o desarrollo de la ciencia ambiental. Esto tanto para mejorar la comunicación, como la participación de ambos y, de esta forma, tener una mejor aplicación de los conocimientos generados en las investigaciones y con relación con la gente.

Dicha comunicación puede ayudar en el entendimiento de asuntos económicos, administrativos y políticos por mencionar algunos, así como crear y modificar acciones o

generar mas participación, tomando en cuenta el compromiso directo de los ciudadanos y sus comunidades con la administración del Estado, las políticas de interés colectivo y, en el caso particular de las ciencias ambientales, la cooperación con los científicos para diagnosticar los problemas y solucionarlos. En este sentido la participación social es una estrategia política de reinstitucionalización y relegitimación del sistema político. La reinstitucionalización abre mecanismos institucionales para la expresión de las demandas sociales y la relegitimación crea un sistema administrativo y de toma de decisiones incluyente. Es decir, reconoce la legitimidad de los diferentes sectores sociales sobre participar en la definición de las políticas que les conciernen directamente (Restrepo 1995).

## Las características de la participación social

Para trabajar con el científico de participación social, es necesario conocer algunos postulados teóricos, los cual permiten tener un parámetro claro de sus objetivos, métodos, medios y fines. Patricio Hevia (1985: 406), propone contemplar para la elaboración de una estrategia de participación social, los siguientes aspectos:

- La primera tarea para la puesta en práctica de una estrategia de participación comunitaria es **ubicar las organizaciones comunitarias existentes, identificarlas y establecer contacto con ellas**, para actuar así con efecto multiplicador y proyección social.
- Los individuos, familias y grupos comunitarios, participarán efectivamente solo si son consultados e intervienen en sus propias decisiones.
- Se debe tener profunda fe en la capacidad de la comunidad para entender y abordar sus problemas de salud enfermedad
- Es indispensable el reconocimiento y respeto a los conocimientos del pueblo, a su dignidad humana y a sus potencialidades individuales.
- La comunidad debe recibir apoyo logístico y traspaso tecnológico simplificado.
- Deben emplearse modelos endógenos, autosuficientes y conforme a las tradiciones culturales y a la ecología local.

- Es importante la creación de una conciencia crítica que permita discutir factores causales, así como capacitarse en el ejercicio de la democracia participativa.
- Debe haber una intervención consciente y organizada de los propios afectados en todas las fases del proceso de desarrollo.
- Entre los objetivos de la participación está el conocimiento por parte de la población de las causas de sus propios problemas, así como la búsqueda de alternativas de solución.

## Conceptos básicos de la participación social

Para que la participación social sea efectiva, según Zakus (1988:155), se debe cumplir con seis conceptos claros que deben de guiar todo el trabajo de investigación y aplicación de propuestas de solución desde la ciencia. Estos son los siguientes:

- **Activa:** Cuando la gente toma parte en las diferentes etapas.
- **Consciente:** Cuando la gente comprende cabalmente los problemas, los traduce en necesidades sentidas y trabaja para resolverlos.
- **Responsable:** Cuando la gente se compromete y decide avanzar siendo plenamente consciente de las consecuencias y de sus obligaciones.
- **Deliberada:** Cuando la gente expresa su resolución voluntaria
- **Organizada:** Cuando la gente percibe la necesidad de conjuntar esfuerzos para alcanzar un objetivo común.
- **Sostenida:** Cuando se une permanentemente para resolver los diversos problemas de su comunidad.

Se ha demostrado que cuando se trabaja con las comunidades bajo estos puntos se convierte en un asunto estratégico dentro de la ampliación de la ciencia a las soluciones y si se sigue con ella a la reforma política e institucional del Estado.

## El curso de participación social en el PMPCA, UASLP

La importancia del curso, que también es ofertado para la maestría en Environment and Resources Management de doble titulación, radica en que cuando los alumnos ingresan

al posgrado y ya tienen experiencia de aplicar proyectos de desarrollo o aplicación de ciencia con gente de diferentes grupos sociales. Sin embargo, se han dado cuenta que no tienen todas las herramientas necesarias para entender la complejidad de las comunidades con las que trabajan. Algunos de ellos tienen experiencia de trabajar con personas en temas de minería, desarrollo de trabajos de prevención y atención a la salud, desarrollo social a través de proyectos productivos. También, se dieron cuenta que es común que lo que trabajan con las personas no siempre tienen la mejor respuesta social, no hay seguimiento de parte de la población a los programas o proyectos realizados.

En el PMPCA, la formación de los estudiantes es muy diversa, pero cargada a la formación tecnocientífica, sobre todo en las áreas de Ingeniería, salud, biología y química. Los resultados de preguntarles porqué se inscriben al curso, es porque son pocos los estudiantes que han tenido alguna formación en ciencias sociales y humanidades, y que desean trabajar con la gente, para ayudar cambiar para bien las cosas. Los proyectos de investigación de tesis que piensan desarrollar mientras estudian el posgrado, necesitan de herramientas para trabajar con y para la gente, porque es parte de sus planteamientos. Por eso, buscan tener elementos prácticos más que teóricos, porque desean entender las formas de comunicación, las palabras, las frases y las formas cómo se comunica la gente.

Es aquí donde la antropología, que estudia a las otras culturas, reconoce la diversidad cultural, en la cual se reconoce que todas las personas tienen cultura, pero, que la cultura depende del contexto social, histórico, educativo, económico y político en el cual se han desarrollado. Es esta la que permite entender que las personas ven unos problemas como importantes, mientras los científicos ambientales ven otros. Así que, la distancia que existe entre los científicos y las sociedades que estudian limita el reconocimiento de situaciones que la cotidianidad, ayuda a develar.

Entonces, los alumnos, que buscan presentar un “buen proyecto” donde se representan las “muchas ganas de trabajar” para diagnosticar un problema y proponer soluciones, se dan cuenta que no basta solo hacer lo que proponen, sino que se debe de trabajar con la gente. Esto no supone hacer menos el trabajo de la ciencia, de sus análisis, resultados y aportes. Los cuales, parecen no funcionar porque la gente “tiene otra forma de entender las cosas”. Con su experiencia

con la sociedad, los estudiantes aprenden que no solamente es bueno aplicar cuestionarios, estudios químicos de suelo, sangre o aire. Se requiere trabajar con la gente para generar verdaderos cambios en el cuidado, manejo y atención de los problemas ambientales.

Entendemos entonces que la participación Social se vuelve una estrategia importante de vinculación con la gente. Una que permita generar una nueva forma de pensar teóricamente a los científicos con el sentido humanista, pero que al mismo tiempo genere nuevas formas de mediación entre ellos y la gente. Que permita reconocer que la población, también, ha generado conocimientos y que pueden ser utilizados por la ciencia para resolver problemas ambientales.

Por eso, es importante que en el curso de Participación Social se desarrolle y se trabaje en un tema reflexivo sobre el porqué existe una diferencia en las formas de ver el mundo que nos rodea y, al mismo tiempo, que significa el concepto del “otro” que esta entre los compañeros de clase y con la gente que no comparte el mismo sistema de vida. La conclusión de este ejercicio es reconocer que, aunque se habla el mismo idioma, el español, el contexto en el cual se ha desarrollado la vida y los contactos externos que ha tenido a lo largo de su vida, los ha modelado para hablar un español, una forma de ver la vida, los problemas y soluciones que pueden crear conflicto, porque se reconoce que existe una manera superior de uso sobre los otros de ver las cosas.

A partir de ahí se les habla de historia, de cómo estudiar al otro, desde el punto de vista teórico y empírico. Es decir, se abordan los estudios del siglo XVIII cuando se volvió importante explicar porque la gente tiene la conducta que desarrolla en su vida, si nacen violentos o se hacen violentos, si son flojos porque nacieron en el área tropical y son trabajadores por nacer por encima del trópico de cáncer. Luego estudian investigaciones que se hicieron a los diferentes grupos sociales que estaban en proceso de independencia a partir del siglo XVI; siendo que dichos estudios se hicieron para mantener del dominio de los europeos sobre los países dominados.

Esta búsqueda de entender la dominación sobre el otro permitió el desarrollo de teorías y modelos de estudio que ha permitido el desarrollo de un pensamiento crítico sobre las diferentes formas de dominación y /o explotación de unos

grupos sociales por otros. El resultado fue el surgimiento de nuevas corrientes en las que lo que se buscó desarrollar no es la dominación sino la vinculación y luego la participación de la población en los diagnósticos y las propuestas.

De esta manera, es necesario tener en claro que se debe considerar que la participación puede ser vista desde dos ángulos: El primero, la participación parcial, la cual se caracteriza porque dos o mas partes incluyen en las otras a la hora de discutir decisiones, pero al final solo una decide la solución y la otra acepta. La segunda, es la participación de lleno, en la cual la discusión se hace entre todos, porque todos toman las decisiones (Pateman, 1979: 20 citado en Carpentier 2015).

Así, se puede rescatar que enseñarles a los estudiantes a trabajar de manera participativa, ayuda a una mejor producción y recepción de las cosas, en donde existe una codecisión en cuanto al contenido, el uso de medios y tecnologías para solucionar un problema.

## Importancia del curso de Participación Social

Podríamos concluir que la importancia de este curso es analizar las formas de participación y sus diferentes actores, su relación con los problemas ambientales, a través de conceptos como construcción social, conciencia ciudadana, gobernanza ambiental, ciudadanía ambiental, así como escalas políticas y niveles de participación.

Para lograr lo anterior es necesario realizar discusiones sobre lo que es la construcción social e histórica del ambiente a través de los trabajos de Jose Luis Lezama (2004), La construcción social y política del ambiente, donde se pone énfasis en la perspectiva sociológica sobre las formas en que se construye la realidad ambiental a partir la percepción de la contaminación del aire en la CDMX. El segundo trabajo es el de Amartya Sen (2012), “Primero la gente. Una mirada desde la ética del desarrollo a los principales problemas del mundo globalizado”, aquí se resalta que **es necesario priorizar el bienestar y la dignidad de las personas en la toma de decisiones económicas y políticas.**

Después de discutir la importancia de priorizar a la población y a otras formas de generar conocimiento científico, es necesario reconocer las formas de construcción social e histórica del ambiente. Se pone énfasis en las políticas

ambientales en América Latina, para responder la política de cómo se construye la conciencia ambiental. Los autores que ayudan a este proceso son: Jesús Frausto Ortega (2007), “La construcción de la conciencia ambiental en torno al agua, El caso de Nuevo Laredo, Tamaulipas”; en este trabajo se pone énfasis en cómo la gente ha construido la conciencia ambiental sobre el agua, considerando los factores cognoscitivos, normativos y simbólicos mediados por la sequía, la escasez y la calidad del agua. El segundo documento a discutir son los trabajos de María Griselda Günther y Ricardo A. Gutiérrez (2017), “La política del ambiente en América Latina. Una aproximación desde el cambio ambiental global”. La intención es introducir a los estudiantes a las investigaciones que han explicado las transformaciones de los ecosistemas debido a la acción humana en los entornos latinoamericanos, a través de los estudios de las políticas, locales o nacionales, para combatir la crisis ambiental.

El tercer tema de discusión es el de gobernanza ambiental, a través de discutir la importancia de la participación social a través del constructo “tragedia de los comunes” y la globalización. Los trabajos que guían son Garrett Hardin (2005) “La tragedia de los comunes”; donde se presenta la idea que, aunque hay una idea general de cuidar el ambiente, no existe una única forma de hacerlo. Lo cual se complementa con las siguientes lecturas. Por ejemplo, el texto de Fabio de Castro et al. (2015), Gobernanza ambiental en América Latina, donde se exploran se analizan las diferentes formas de gobernanza ambiental, sus dinámicas y experiencias en América Latina, como lo es la descentralización y privatización, iniciativas políticas y económicas, así como los desafíos de desigualdad, pobreza corrupción y la limitada capacidad institucional.

Miriam Alfie Cohen (2013), “Democracia deliberativa y gobernanza ambiental; ¿Conceptos transversales de una nueva democracia ecológica?”; con este trabajo se busca que los alumnos aprendan que es necesario trabajar con la construcción de un enfoque que busque integrar la participación ciudadana y la deliberación en la toma de decisiones ambientales. El reporte de WRI/UNDP/UNEP (2004), “World Resources 2002-2004. Decisions for the Earth” enfatiza la gobernanza ambiental a través de la exploración de cómo los ciudadanos, los gobernantes y empresarios realizan la toma de decisiones a través de las necesidades de las personas y los ecosistemas con una

perspectiva de equidad y balance. Por último, en el curso la discusión final es sobre “la ciudadanía ambiental”, donde destacan Zandra Muñoz Garzón (2018), “La ciudadanía ambiental... Una apuesta de construcción colectiva”; donde se pone atención en lo colectivo, en las acciones comunitarias para tomar decisiones en favor de la atención de lo ambiental. También está Fonseca Zárat y Carlos Hildebrando (1999), “Eco productividad urbana y simbiosis ciudad-región: hacia las ciudades sostenibles”; con esos se profundiza en los marcos teóricos y las aplicaciones prácticas, a través de estudios de casos o proponiendo estrategias sobre cómo las ciudades pueden aprovechar la eco-productividad y la simbiosis ciudad-región para volverse más sostenibles. Edgar González Gaudiano (2003), es autor de “Educación para la ciudadanía ambiental”, texto que busca que los estudiantes motiven a que la gente participe, se involucre en conductas proambientales, a defender políticas ambientales y participar en procesos de toma de decisiones ambientales.

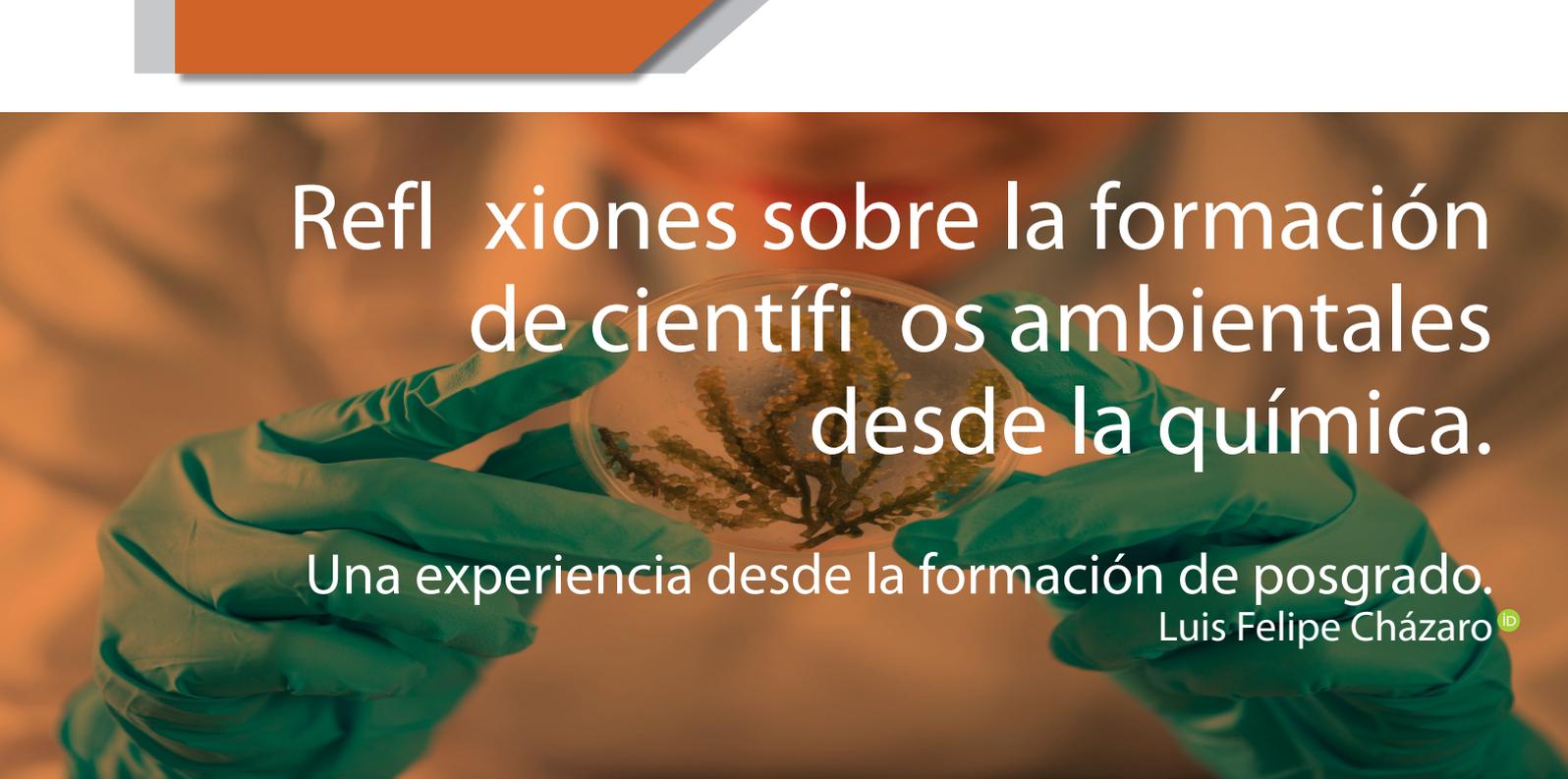
La lectura de Raúl Pacheco Vega y Obdulia Vega López (2001), “Dos modalidades de participación ciudadana en política ambiental” tiene como objetivo entender las posibilidades de participación ambiental, como es la consultiva/informativa y la colaborativa/deliberativa, así mismo la participación de tipo activista/movilización. Mientras que, el texto de Jesús Pérez Calderón (2010) “La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos” pone atención en hacer una evaluación de la política ambiental mexicana, su evolución sobre la atención de problemas de saneamiento, la preservación ecológica y el desarrollo sostenible.

Así, la **materia de Participación Social complementa la formación altamente técnica que tienen los científicos ambientales en el PMPCA**. Aunque, se requiere enfatizar que lo hace sólo para los estudiantes que la toman, de modo que este enfoque no beneficia a la totalidad de los egresados y hay elementos para plantear que esta limitación debería cambiar.

---

## Referencias

- Alfie Cohen, M. (2013). Democracia deliberativa y gobernanza ambiental: ¿conceptos transversales de una nueva democracia ecológica?, 28(80), pp. 73-122.
- Carpentier, N. (2015). Differentiating between access, interaction and participation. *Conjunctions. Transdisciplinary Journal of Cultural Participation*, 2(2).
- Castro, F de, Hogenboom, B. y Baud, M. (2015). Gobernanza ambiental en América Latina. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; ENGOV.
- Fonseca Zárate, C. H. (1999). Ecoproductividad urbana y simbiosis ciudad-región: hacia las ciudades sostenibles. 1er foro de ciudades sostenibles.
- Frausto Ortega, J (2007). La construcción de la conciencia ambiental en torno al agua, el caso de Nuevo Laredo, Tamaulipas. Tesis de Doctorado en ciencia sociales con especialidad en estudios regionales. El colegio Frontera Norte
- González Gaudiano, E. (2003). Educación para la ciudadanía ambiental. *Interciencia*, 28(10).
- Günther, M. G y Gutiérrez, R. A. (Coord.) (2017). La política del ambiente en América Latina. Una aproximación desde el cambio ambiental global. Clacso, UAM.
- Hardin, G. (2005). La tragedia de los comunes. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 4(10), Universidad de Los Lagos, Santiago, Chile.
- Hevia Rivas P. (1985). Participación de la comunidad en la atención primaria de la Salud. *Salud Pública*, México.
- Lezama, J. L. (2004). La construcción social y política del medio ambiente. México: El Colegio de México, pp. 25-72.
- Molina Roa, J. A. (2011) Minería en los páramos de Colombia y la construcción de una conciencia ecológica. *Hacia la búsqueda de la justicia ambiental. Revista ecología política* (41), pp. 74-81.
- Muñoz Garzón, Z. (2018). La ciudadanía ambiental... Una apuesta de construcción colectiva. Tesis de maestría, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá Colombia.
- Pacheco Vega, R., Vega López, O. (2001). Dos modalidades de participación ciudadana en política ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio*, 3(9), enero-junio, 2001, pp. 25-61. El Colegio Mexiquense, A.
- Pateman, C. (1970). *Participation and democratic Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez Calderón, J. (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano*, (162), julio-agosto, pp. 91-97 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.
- Restrepo, D. I. (1995). La participación social como construcción del interés público entre el Estado y la sociedad. *Nómadas*, (3).
- Sen, A. y Kliksberg, B. (2007) *Primero la gente. Una mirada desde la ética del desarrollo a los principales problemas del mundo globalizado*, Barcelona.
- Vega, M. C. (1997). *Curso Participación y Promoción social en el Nuevo Modelo de Atención en Salud*. CENDEISS, San José de Costa Rica.
- WRI/UNDP/UNEP (2004). *World Resources 2002-2004. Decisions for the Earth. Balance, Voice and Power*. WRI/UNDP/UNEP.
- Zakus, D. (1988). La participación comunitaria en los programas de atención primaria a la salud en el tercer mundo". *Salud Pública*, 30(2).



# Reflexiones sobre la formación de científicos ambientales desde la química.

Una experiencia desde la formación de posgrado.  
Luis Felipe Cházaro 

## Resumen

Este artículo reflexiona sobre los desafíos y estrategias en la formación de científicos ambientales desde la perspectiva de la química, basándose en la experiencia del autor como profesor y coordinador académico en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. Se destaca la complejidad intrínseca de las ciencias ambientales, que requieren enfoques interdisciplinarios para abordar problemas multifacéticos. El autor, químico de formación, analiza las dificultades de enseñar química a estudiantes con perfiles diversos que no se reducen a los de perfil químico, y enfatiza la necesidad de adaptar métodos pedagógicos para hacer accesibles y relevantes los conceptos químicos en la formación de científicos ambientales. Entre las lecciones clave se incluyen: fomentar la conciencia ambiental, promover la colaboración interdisciplinaria e integrar problemas reales en la enseñanza. Además, se aboga por ampliar las perspectivas laborales más allá de la academia y se resalta la importancia de comunicar la ciencia efectivamente. Las conclusiones llaman a un enfoque educativo flexible e inclusivo que prepare científicos ambientales capaces de enfrentar desafíos dinámicos e interconectados.

**Palabras Clave:** Formación interdisciplinaria, Química ambiental, Posgrado, Complejidad ambiental

## Abstract

This article reflects on the challenges and strategies in the training of environmental scientists from the perspective of chemistry, based on the author's experience as a professor and academic coordinator in the Environmental Sciences Division of the Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. The article highlights the intrinsic complexity of environmental sciences, which require interdisciplinary approaches to address multifaceted problems. The author, a chemist by training, discusses the difficulties of teaching chemistry to students with diverse profiles that are not reduced to those with a chemical profile and emphasizes the need to adapt pedagogical methods to make chemical concepts accessible and relevant in the training of environmental scientists. Key lessons include fostering environmental awareness, promoting interdisciplinary collaboration, and integrating real-world problems into teaching. In addition, it advocates broadening job prospects beyond academia and highlights the importance of communicating science effectively. The conclusions call for a flexible and inclusive educational approach that prepares environmental scientists capable of addressing dynamic and interconnected challenges.

**Key Words:** Interdisciplinary training, environmental chemistry, postgraduate, environmental complexity

## Introducción

No es sencillo definir ¿qué son las ciencias ambientales?, y la respuesta a esta pregunta sería determinante para responder ¿qué debería enseñar un posgrado en ciencias ambientales? Así que, para responder esta pregunta quizá los profesores partimos del sesgo de que nuestras disciplinas (la química, la biología u otra) son las más importantes, aún sabiendo que los problemas ambientales son problemas complejos que tienen que ver con la biología, la química, las geociencias, la física, entre otras disciplinas.

Tomando en cuenta que responder esta pregunta sin la primera supone un sesgo, en este artículo se hablará de la importancia de la química en la formación de los científicos ambientales desde la experiencia que he tenido como profesor investigador en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT), así como desde mi experiencia como coordinador académico del posgrado en Ciencias Ambientales entre 2017 y 2019. Se toma esta perspectiva a sabiendas de que **la química no es la única disciplina que atiende lo ambiental, sino que es parte de las disciplinas que atienden el sistema ambiental.**

Tengo una licenciatura en ciencias en el área terminal en fisicoquímica y un doctorado en ciencias químicas. Antes de llegar a esta división no trabajaba el tema ambiental, me enfoqué en la química organometálica y en la electroquímica molecular, las cuales son áreas de las ciencias químicas. En mi segundo posdoctorado me enfoqué en la síntesis y caracterización de compuestos cuya preparación ni siquiera tenía un impacto ambiental favorable; es decir, que no se apega a alguno de los principios de la química verde. Estuve, por ejemplo, usando disolventes y precursores que, en ese entonces, a pesar de que sabía que causaban algún tipo de daño, no lo dimensionaba ambientalmente. En mi postulación a la plaza de la división, uno de los requisitos fue el planteamiento de un proyecto de investigación con el cual me insertara, con base en mi experiencia, para lo cual hice una propuesta sobre el desarrollo de sensores electroquímicos para la detec-

ción de contaminantes inorgánicos en el agua. Esa fue la primera vez que me di cuenta de que mi experiencia en investigación me permitía abordar un problema ambiental de contaminación del agua, pero solo un aspecto de tantos en un problema ambiental tan amplio y complejo. Entonces, soy un químico inorgánico con una formación en un aspecto del amplio campo de la electroquímica enfocado en la temática ambiental. La electroquímica ambiental no es una especialidad (Rajeshwar e Ibanez, 1997), pues es transversal a especialidades como electroquímica de materiales, electroquímica molecular, ingeniería electroquímica, entre otras.

Hay química inorgánica, orgánica, analítica, especializaciones como química organometálica o química de materiales, química computacional y química atmosférica. Dentro de esa clasificación, también existe la química ambiental (Chan-Keb et al., 2022), que trata los procesos químicos del ambiente (Baird, 2018), así que cada especialista de la química orienta sus conocimientos a atender problemáticas ambientales vinculadas a su especialidad. Ahora bien, mi formación no estuvo relacionada con problemas ambientales reales, sino que asimilé conceptos y reacciones en abstracto. La química era la química y con saber química, por ejemplo, con saber caracterizar y entender el comportamiento de una molécula en un medio químico determinado, esto era válido para otros escenarios. Pero, esa formación que fue válida para mí y para quienes estudiaron química, no es óptima para todos los estudiantes que estudian un posgrado en ciencias ambientales, no es posible obligar a estudiantes con formaciones distintas a razonar en mi lenguaje, por lo que no es deseable creer que para todos es igual de fácil asimilar los conocimientos de la química tal como a mí me fueron enseñados y por todo el tiempo que le dediqué durante mi formación académica y ahora como investigador.

## Enseñar química a científicos ambientales en formación

El IPICYT tiene tres líneas de investigación: Ecología y Cambio Ambiental Global, Sistemas Ambientales Complejos y Biotecnología Ambiental. **La**

**primera** se enfoca en la restauración, conservación y uso sostenible de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos. **La segunda** estudia procesos biológicos y fisicoquímicos para la depuración de efluentes, la remediación de sitios contaminados y la generación de fuentes alternativas de energía renovable; además, apunta al desarrollo y aplicación de tecnologías para el aprovechamiento y reutilización de subproductos industriales y urbanos. **La tercera** se diseñó con el propósito de que se establecerían colaboraciones entre quienes pertenecemos a una u otra, para en principio proponer y desarrollar proyectos multidisciplinarios, ya de que por nuestra formación individual se dificulta, por simplemente los diferentes lenguajes que cada persona maneja en su área; de hecho, a la fecha seguimos trabajando en la configuración de esta tercera línea. De modo que, la química es central en dos de las líneas de la División de Ciencias Ambientales.

En el currículo del posgrado en ciencias ambientales se contemplan cursos relacionados con la química, en el curso propedéutico para aquellos que se postulan a ingresar a la maestría, o en los cursos de tronco común de la maestría, pues a los estudiantes sí se les pide que estudien o repasen —si es que en sus licenciaturas han abordado el tema— conceptos básicos de química general, como el enlace químico, la estructura del átomo, la configuración electrónica, cómo leer una tabla periódica (que es la base para un químico) para saber interpretarla, y temas relacionados con la termodinámica. Entre las materias que hoy día se imparten relacionadas con la química están: Principios y aplicaciones de procesos fisicoquímicos; Conceptos de electroquímica; Química del agua; Tratamiento biológico y fisicoquímico de emisiones; y Fundamentos en Biotecnología e Ingeniería Ambiental, entre otras.

Los perfiles deseables para ingresar al posgrado, maestría o doctorado en ciencias ambientales del IPI-CYT son egresados de licenciaturas o ingenierías en Agronomía, Agroecología, Agroindustrias, Biología, Bioquímica, Bioprocesos, Biotecnología, Ciencias Ambientales, Ciencias Forestales, Ecología, Química, Microbiología, Recursos Naturales, pero también han

ingresado un físico o ingenieros en tecnología, pues hay apertura para otras áreas afines.

Fue sobre la marcha de convertirme en formador de científicos ambientales, por casi 15 años, que me di cuenta de **1) los químicos requieren preparar nuevas sustancias y diseñar materiales, pero que también para llevarlo a cabo se requiere promover la responsabilidad de cómo hacer que esos procesos cumplan con los principios de la química verde**, o dicho de otra manera, para mitigar el efecto sobre el ambiente, o como hacer a algunos procesos químicos sostenibles (Anastas, et al., 1998). Si ya no va a tener un uso lo que se sintetizó, al menos se debería destruir, se debería buscar regenerar lo que se impactó y tener la visión de cerrar el ciclo al responder ¿qué efecto tienen los compuestos creados sintéticamente en los organismos vivos, en los sedimentos, en cuerpos de agua, en el aire, en los centros de almacenamiento?, ¿se va a degradar o a propagar? Y así, buscar ser lo menos contaminantes posible. Así que, también sería muy benéfico que químicos con posgrado en ciencias ambientales sean formadores de las siguientes generaciones de químicos y añadan esa dimensión ambiental a su formación, que hace falta formar desde los programas de licenciatura y así, las nuevas generaciones de químicos no limiten sus precauciones a la normativa vigente que deben cumplir.

Me di cuenta de que **2) quien se va a dedicar a las ciencias ambientales requiere estar motivado a atender problemas ambientales, poseer conciencia del cuidado ambiental; 3) que debería de tener la curiosidad de aprender de otras disciplinas distintas a las de su especialidad y estar abiertos a aprender de diferentes áreas del conocimiento**, lo que le permita asimilar conocimientos de diferentes disciplinas.

También **4) de lo importante que es que los profesionales en ciencias ambientales estudien algunos aspectos básicos de la química, adquieran conciencia de la importancia de la química en el contexto ambiental** y sean conscientes de que al menos debes contactar a un profesionista formado en química para entender ciertos aspectos de la química o de procesos químicos. En ocasiones hay estudiantes con mayor conocimiento de química, que en el curso propedéutico se les facilita el repaso de algunos conceptos básicos de química ge-

neral, como los que se mencionaron arriba, ya sea porque tuvieron una amplia formación en estos temas o que solo lo hayan visto en los primeros semestres de sus carreras. Pero, también hay quienes requieren estudiar lo anterior para el examen de admisión en los cursos de posgrado, prácticamente empezando de cero, porque estos temas no se incluyeron en la currícula de sus licenciaturas o maestrías.

Como químico, será muy fácil enseñarles tal como fui enseñado, asumir que la manera en la que yo aprendí es la mejor manera de que otros aprendan química. Pues cuando estudié se me convenció que ese era el estilo de aprender y trabajar, es el estilo que me funcionó, y me siento cómodo con ello. Así que, podría dar por sentado que todos los estudiantes ya tienen un conocimiento básico de la química y que basta con utilizar los ejemplos que hay en los libros que ayudaron y aún ayudan a formar a los químicos, para que ellos lo aprendan, pero me he dado cuenta de que estudiarlos por primera vez, sobre todo a nivel de posgrado, es un gran reto que inclusive puede ser frustrante. Sería ideal que los estudiantes estudien e identifiquen procesos químicos que ocurren en su vida cotidiana, como la preparación de alimentos por ejemplo (Córdova, 2017).

Pero, precisamente, la experiencia como profesor en esta División generó un choque con estos supuestos, pues inicié impartiendo clases como las recibí y fue necesario cambiar mi sistema de enseñanza según las necesidades de los estudiantes con sus diferentes perfiles profesionales.

**Formar a científicos ambientales con diversos antecedentes formacionales requiere buscar ejemplos que estén relacionados con sus diferentes conocimientos adquiridos, sobre todo en cuestiones relacionadas con el ambiente** para 1) enseñar química y para 2) enseñar la importancia de la química para atender problemas ambientales. También requiere de 3) ser empáticos con las diferentes formaciones y cambiar el lenguaje del que se usaría con químicos a uno para un público más amplio. No todos manejan el mismo lenguaje. Es a través de los cursos que lo van a aprender y a diferentes ritmos de asimilación. Todo lo anterior añade complejidad a la labor docente, porque le exige al profesor que va a dar clases a futuros científicos ambientales una adaptación a los perfiles de sus estudiantes. Lo que requiere de la imaginación necesaria para seleccionar los

ejemplos que más se relacionen con sus diferentes antecedentes de licenciatura o profesionales si tuvieron alguna experiencia laboral antes de retomar los estudios.

Por ejemplo, en el caso de los biólogos, selecciono temas que tienen que ver con lo que saben. Por ejemplo, la actividad enzimática por la importante función que cumplen las enzimas en el metabolismo de los organismos vivos. Entonces esto crea un mejor anclaje para transmitirles el mensaje. Es decir, hay una tensión entre enseñar química a los estudiantes y enseñarlos a ser científicos ambientales, pues los estudiantes con perfil de químico que se orientaron a las ciencias ambientales tienen necesidades y orientaciones específicas que no comparten con sus compañeros de posgrado con otras formaciones. Ya que estos tienen diferentes necesidades, intereses y orientaciones. En este contexto, **mi función es la de explicar los contenidos para hacerles más sencillo el proceso de asimilación de los aprendizajes básicos de la química para volverse científicos ambientales. Para lo cual, he buscado cómo transmitir conocimientos de la química ligada a problemas reales que son ambientalmente relevantes**, lo que a su vez me ha hecho transitar de un electroquímico molecular a un electroquímico ambiental.

Es más fácil que me entienda un químico e, incluso, alguien con formación en química, pues usan mi lenguaje técnico. Mientras que, profesionales con otros perfiles no traen estos conocimientos tan a la mano. Esto supone que en varias generaciones se requiere partir desde cero cuando he impartido el curso de Química general, Termodinámica (cuando así se llamaban las unidades que integraban los cursos, o los mismos cursos, así como en el curso de fundamentos de la biotecnología e ingeniería ambiental en el que impartí una unidad sobre reacciones químicas redox, que no son las únicas reacciones que ocurren en la naturaleza, pero son reacciones muy comunes. En estas materias me ha sido difícil transmitir el mensaje de que es importante la química a quienes no tienen una formación previa en esta y el reto más grande que tengo es transmitirles conciencia sobre la importancia de la química en los problemas que atienden, que sean conscientes de asimilar sus conceptos, que sean capaces de razonar para entenderlos para luego relacionarlos con cuestiones reales y utilizar estos conceptos en la investigación cotidiana.

De modo que, he procurado que los estudiantes que no se dedicarán a hacer una propuesta de investigación en la que la química es central, no teman en incluirla. El ejemplo que pongo, regularmente, es que, si su investigación está relacionada con los suelos, deberían caracterizar el suelo, sus contenidos de sustancias químicas o sus propiedades químicas. O, si quieren ver cuál es el efecto de algún fertilizante o pesticida en una comunidad biótica sería adecuado que contactaran a un químico para que los apoye en la caracterización de aquel compuesto.

Desafortunadamente si la investigación que harán no es primordialmente química, es poco común que se enriquezcan dichas investigaciones con este tipo de estudios. Esto puede ser porque los mismos estudiantes tienden a especializarse en las áreas que están, para no complicarse o por el tiempo en el que tienen que obtener su grado de maestría o doctorado; y allí, los requisitos impuestos a los posgrados tienden a que se cumpla con la disciplinaria, pero llegan a ser una barrera para la interdisciplinaria deseada en las ciencias ambientales. Puede ser esa inercia disciplinaria heredada de formaciones previas o el mismo tiempo que tienen para cumplir su proyecto dos de las grandes barreras para que los estudiantes limiten sus proyectos, pues con mis colegas profesores comparto la idea de que los estudiantes no deben estar enfocados solamente en la disciplina en la que fueron formados previamente, ni en la que lo fuimos nosotros.

Entonces, como nosotros no tuvimos esa formación que les estamos dando, sino que buscamos que la perspectiva de los estudiantes llegue a ser más amplia que la nuestra y, debido a que un problema ambiental abarca muchos aspectos; procuramos que los estudiantes sean capaces de identificar sus limitaciones teórico-metodológicas y que procuren formar un equipo de trabajo y ver sus proyectos en un marco más amplio. Queremos que cuando estén en un ámbito profesional, sean conscientes de que su trabajo requiere tener al menos un enfoque multidisciplinario, aunque lo ideal es que sea interdisciplinario y que estén dispuestos a colaborar con especialistas que han cultivado otras disciplinas, ya sean geoquímicos, biólogos, bioquímicos, biotecnólogos, ingenieros agroindustriales, ecólogos, o los de geociencias, por nombrar algunas disciplinas. Aunque yo enfatizo que quienes no necesariamente van a formarse vinculados a la química, requieren contactar

a un especialista en esta para que les permita abordar ese aspecto del sistema que se está estudiando.

## **Experiencia como coordinador académico de la División de Ciencias Ambientales**

Ahora bien, considero que haber sido coordinador académico de la División de Ciencias Ambientales permite tener una perspectiva distinta a la que tenía previamente. Por eso, creo que todos los profesores deben ser en algún punto coordinadores, porque el coordinador muy fácilmente puede darse cuenta de que no solo los estudiantes tienen puntos de vista distintos y diferentes formas de trabajar, también lo tienen los profesores. Mientras el profesor tiende a relacionarse principalmente con quienes tienen su línea de investigación, el coordinador tiene la obligación de conocer más a detalle a toda la comunidad de profesores y estudiantes, y así, brindarles atención personalizada. Pues, lo ideal sería que todos los investigadores que conforman el programa de posgrado sepan cómo va el desempeño académico de los estudiantes, estén relacionados con sus avances de tesis o no, les den clases o no. Lo cual, es complicado de lograr, pero el coordinador requiere tener esa atención y es el momento para desarrollarlo adecuadamente.

**El coordinador requiere desarrollar sus capacidades de negociación y empatía, es un puesto de sensibilización a otros tipos de problemas relacionados con la investigación y la enseñanza,** pero también externos a estos. Por lo tanto, ayuda a formar a las nuevas generaciones a través de su seguimiento y a que también se desarrollen sus capacidades dentro del contexto de sus proyectos de tesis y durante su vida académica durante su estancia en el instituto. También, el coordinador necesita voltear hacia afuera de la institución, a otros posgrados en ciencias ambientales y tras esto reconocer sus oportunidades de mejora y buscarlas.

## **Otros elementos a destacar en la formación de ciencias ambientales**

En la División de Ciencias Ambientales, cada semestre se hacen dos exámenes tutoriales en los que los proyectos están expuestos a una crítica y los estudiantes a

una retroalimentación, esto ayuda a disminuir parte de los problemas previamente abordados, como que las investigaciones sean menos disciplinares y cubran los requisitos de ser de ciencias ambientales. Este proceso también obliga al estudiante a no sólo aprender conocimientos, sino a organizarse para cumplir con su plan de actividades y a comunicar sus hallazgos adecuadamente a un grupo de evaluadores.

Otra cosa que destaca en los posgrados del IPICYT es el Congreso Interdisciplinario de Posgrados (CONIP), el cual es organizado por los estudiantes de los distintos programas del IPICYT. Lo cual es importante, precisamente porque la experiencia en la organización de eventos académicos brinda experiencia en labores de gestión que llegan a descuidarse en la formación de los científicos ambientales. Ya sea que los estudiantes sean organizadores o miembros del staff aprenden qué hay detrás de la organización de un evento académico. No sólo asistir a estos Congresos, sino participar activamente en ellos ayuda a aumentar las redes académicas de los estudiantes y puede ponerlos en contacto con futuros directores de tesis, anfitriones de estancias posdoctorales, colaboradores o profesionistas en la iniciativa privada o en instituciones públicas. La labor que implica organizar un evento grande como el CONIP requiere que haya un equipo grande para que las tareas estén bien divididas y no les reste tiempo a sus trabajos de investigación. Así que la organización de eventos académicos es un buen ejercicio para formar equipos, asumir y deslindar responsabilidades desde el acuerdo, y lograr un proyecto donde el beneficio es común, en el que se busca que los errores se den al mínimo posible.

Pero, mi experiencia en la División también me permite llamar la atención sobre posibilidades que falta discutir. Considero que, es necesario indicar a nuestros estudiantes que no necesariamente al egresar se van a dedicar a la academia, que hay otros ámbitos: pueden ser consultores ambientales, pueden fundar una empresa; pues dentro de las empresas se requieren profesionales con formación ambiental, y que atiendan el impacto de sus actividades, e incluso, que no se limiten a atender la normatividad, sino que busquen mejorar sus procesos, y que generen un menor impacto ambiental.

También sería benéfico mostrarles que las posibilidades que tienen como científicos ambientales son amplias

y que pueden incluso impactar en la misma normatividad y cambiar las políticas ambientales tomando en cuenta a la ética ambiental. Pero, para esto, es imprescindible consultar la normatividad y las metodologías plasmadas en la legislación ambiental; entender si estas se apegan a la realidad o han sido superadas, porque el problema ambiental es dinámico. Atender esto podría favorecer que los egresados tengan incidencia en la legislación ambiental.

Aunque, para favorecer la incidencia, se requiere tanto de los docentes como de parte de los estudiantes la comunicación de la ciencia. Algo que se requiere inculcar en nuestros estudiantes. Pero no como algo esporádico, sino como algo cotidiano. Como parte de la responsabilidad de los científicos ambientales para fomentar la conciencia ambiental. Para lo cual, es fundamental que aprendan a hablar para públicos amplios, no para especialistas.

## Conclusión

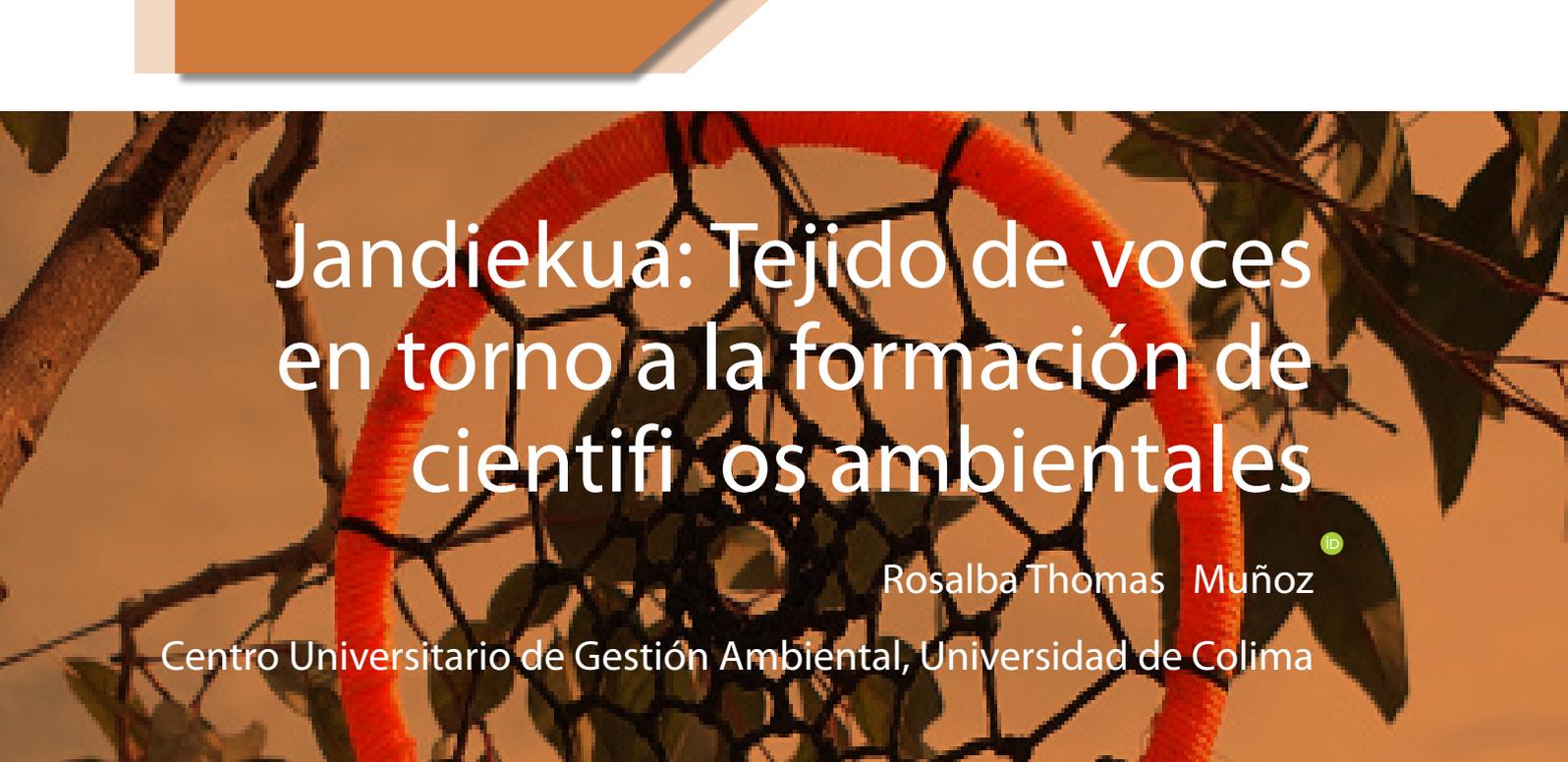
Las ciencias ambientales nacieron de la imposibilidad de que las disciplinas aisladas atendieran la problemática ambiental. Por eso **hay aprendizajes a cada paso dado y, sobre la marcha, se van transformando.**

Formar a científicos ambientales requiere dotarles de conciencia sobre la importancia de las disciplinas que menos conocen e impulsar que desarrollen dicha conciencia, pues es posible que, en general, en la formación en ciencias ambientales se descuide la enseñanza de la química entre los estudiantes cuyos proyectos están orientadas a otras disciplinas y que entre estos profesionales se descuide la conciencia de su importancia. También es posible que esto aplique a otras disciplinas necesarias en las ciencias ambientales, por lo que es necesario impulsar esa conciencia de necesidad multi, y de preferencia, interdisciplinaria, que va desde el interés propio hasta la atención de los problemas ambientales por medio de equipos formados por profesionales con distinta formación.

También **es fundamental que los profesores nos demos cuenta de los cambios de las nuevas generaciones**, para lo cual se requiere observar la recepción de la enseñanza de parte de los estudiantes y si es necesario cambiar las dinámicas de enseñanza, o impulsar otras habilidades docentes, inclusive con un enfoque más actual sobre métodos de enseñanza-aprendizaje. Para esto, **se requiere mejorar el vínculo entre la enseñanza de las ciencias ambientales y la educación ambiental.**

## Referencias

- Anastas, P. T. y Warner, J. C. (1998) Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York,
  - Baird, C. (2018). Química ambiental. Reverte.
  - Chan-Keb, C. A., Agraz-Hernández, C. M., Pérez-Balán, R. A., Gutiérrez-Alcantara, E. J. (Coords) (2022). Química Ambiental. Ecorfan.
  - Córdova Frunz, J. L. (2017) La química y la cocina. Fondo de Cultura Económica.
  - Rajeshwar, K. e Ibanez, J. G (1997). Environmental Electrochemistry Fundamentals and Applications in Pollution Abatement. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-576260-1.X5000-1>
-



# Jandiekua: Tejido de voces en torno a la formación de científicos ambientales

Rosalba Thomas Muñoz 

Centro Universitario de Gestión Ambiental, Universidad de Colima

En una época que nos exige coraje epistemológico y sensibilidad política, este número especial de Jandiekua nos invita a mirar de frente uno de los temas más urgentes y poco explorados con la profundidad que merece: la formación de científicos ambientales. No como simples técnicos de la gestión de lo natural, sino como sujetos ético-políticos que transitan en territorios complejos donde la ciencia, la comunidad y la vida dialogan, tensan y transforman sus bordes.

Este dossier titulado “Claves para la formación de científicos ambientales” es un tejido polifónico. No hay una única entrada, ni una sola narrativa triunfante. Lo que emerge es una constelación de experiencias y reflexiones que van desde programas de licenciatura que se preguntan si su sueño no ha devenido en quimera (Bullen Aguiar, 2025), hasta ejercicios transdisciplinarios como el del colectivo LEMUR, que demuestra cómo el lirio acuático puede ser al mismo tiempo síntoma de crisis y oportunidad pedagógica. Hay en estas páginas una invitación a desmontar las certezas tecnocráticas y abrir paso a metodologías situadas, dolorosamente humanas, profundamente transformadoras.

Destacan artículos como el de Reyes-Orta y Eaton-González (2025), que reclaman competencias interdisciplinarias para formar agentes de cambio, vinculando ciencia ambiental con resiliencia afectiva, y el texto de Fortanelli Martínez (2025), que hace una crónica lúcida de la formación posgradual como una comunidad en construcción, donde lo académico y lo afectivo se entrelazan en los pasillos del posgrado.

La reflexión pedagógica es transversal. Desde la experiencia formativa en la Huasteca potosina, donde la educación ambiental ocurre en el territorio y no entre cuatro paredes, hasta la defensa de materias como Participación Social, que enseñan no a investigar “a” las personas, sino “con” ellas.

En diálogo con el enfoque de educación ambiental para la vida, este número desestabiliza las narrativas lineales del desarrollo. Retoma la pregunta por los saberes que importan, no sólo por los que se publican. Es decir, se convierte en un espacio fértil para imaginar otra pedagogía ambiental posible: una que no busque solamente competencias, sino también conciencia.

La lectura de estas páginas nos deja claro que la formación de científicos ambientales no puede depender solo de planes curriculares, sino de procesos vivos, tejidas con los cuerpos, los territorios y las contradicciones. En palabras de Leff (2004), “la educación ambiental ha de abrir el espacio de reconstrucción de la racionalidad instrumental en una racionalidad ambiental articulada a los sentidos de la vida”. Y en este número, ese espacio se vislumbra, se habita y se celebra.

Así que, colegas educadores ambientales -en formación o ya caminantes de largo aliento-, lean este número con la curiosidad que se reserva a los paisajes nuevos. Compártanlo como quien ofrece una palabra bien dicha en medio de tanta prisa. Es un número para pensarnos, para incomodarnos, para reencantar el acto pedagógico.

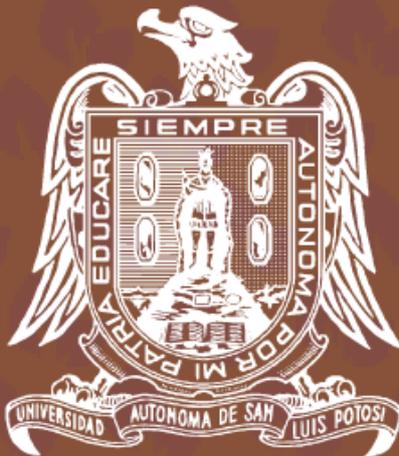
**¿Estamos formando científicos ambientales para sostener lo que existe... o para transformar lo que urge?**

---

## Referencias

- Bullen Aguiar, A. (2025). ¿Sueño o quimera? Análisis de un programa de licenciatura en ciencias ambientales. *Jandiekua*, 10(Especial), 41–49.
- Fortanelli Martínez, J. (2025). Afrontar la complejidad promoviendo comunidad en un posgrado en ciencias ambientales. *Jandiekua*, 10(Especial), 26–33.
- Leff, E. (2004). *La Apuesta por la vida: Imaginación sociológica y racionalidad ambiental*. Siglo XXI Editores.





**UASLP**

Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí