

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 km², 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 Cié-nega 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"> · Número de especímenes herborizados e identificados. · Número de personas capacitadas.
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"> · Número de personas capacitadas. · Seguimiento del manejo y comercialización de orquídeas medicinales.
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"> · Análisis de calidad de agua. · Asesorías a empresas y pequeños empresarios con negocios de purificadoras de agua.
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"> · Identificación de patógenos de cultivos agrícolas. · Productos bioagrícolas elaborados con plantas de la región. · Establecimiento de convenios con empresas como CITROFRUT y asociaciones civiles como la Cooperativa de vainilleros del municipio de Axtla de Terrazas.

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, Catasetum 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., Frenshley, 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.