



The Biologist (Lima)



COMMENTARY / COMENTARIO

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN ECOLOGICAL RESTORATION

Luis Angel Lopez-Castro^{1*}, Flor Guadalupe Pérez-Ramos¹, George Argota-Pérez^{2,3}
& María Amparo Rodríguez-Santiago^{3,4,5,6}

¹ Programa de Maestría en Ciencias en Restauración Ecológica. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche, México. castro2494_hotmail.com; ramosflor931215@gmail.com

² Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI". Ica, Perú. george.argota@gmail

³ Grupo de investigación One Health-Una Salud, Universidad Ricardo Palma, Lima.


⁴ Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías "CONAHCYT". Ciudad de México, México. marodriguezsa@conahcyt.mx


⁵ Laboratorio Ambiental de Parasitología, Centro de Investigación en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Carmen "UNACAR". Ciudad del Carmen, Campeche, México.

⁶ Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de Posgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

* Corresponding author: castro2494_hotmail.com

Luis Angel López-Castro:  <https://orcid.org/0009-0006-2061-313X>

Flor Guadalupe Pérez-Ramos:  <https://orcid.org/0009-0002-3575-4251>

George Argota-Pérez:  <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

María Amparo Rodríguez-Santiago:  <https://orcid.org/0000-0003-0616-237X>

ABSTRACT

The educational system must train people responsible for the care and preservation of ecosystems. When there is environmental education in the population, then the awareness towards the implementation of programs and projects is more adequate, the exchange of knowledge dialogues is responsible and community participation becomes a priority. The objective of the study was to describe environmental education in ecological restoration. Ethical and axiological questions are assessed in the relationship between environmental education and ecological restoration. Likewise, it is indicated from the conceptualization of environmental economics and ecological economics, a new base influence to make environmental education responsible for ecological restoration. Environmental education as a process suggests the obligation to show awareness towards the care of natural resources, while ecological restoration again facilitates ecosystem services. It is concluded that environmental education in ecological restoration promotes interest in the interdependence



and interconnection with natural resources efficiently. Together, they contribute to the well-being and sustainable enjoyment of the unitary values of each resource as a heritage of natural identity.

Keywords: ecological awareness – conservation – environmental responsibility – natural resources – protected ecosystems

RESUMEN

El sistema educativo tiene la obligación de formar a personas responsables con el cuidado y la preservación de los ecosistemas. Cuando existe educación ambiental en la población, entonces la conciencia hacia la implementación de programas y proyectos resultan más adecuada, el intercambio de diálogos de saberes es responsable y la participación comunitaria se convierte en prioridad. El objetivo del estudio fue describir la educación ambiental en la restauración ecológica. Se valoran interrogantes éticas y axiológicas en la relación entre la educación ambiental y la restauración ecológica. Asimismo, se indica desde la conceptualización de la economía ambiental y la economía ecológica, una nueva influencia de base para responsabilizar a la educación ambiental en la restauración ecológica. La educación ambiental como proceso sugiere la obligación de mostrar conciencia hacia el cuidado de los recursos naturales, mientras que la restauración ecológica facilita nuevamente, los servicios ecosistémicos. Se concluye, que la educación ambiental en la restauración ecológica promueve el interés a la interdependencia e interconexión con los recursos naturales de manera eficiente. De manera conjunta, contribuye al bienestar y goce sostenible hacia los valores unitarios de cada recurso como patrimonio de identidad natural.

Palabras clave: conciencia ecológica – conservación – ecosistemas protegidos – recursos naturales – responsabilidad ambiental

El avance económico global ha mejorado la calidad de vida material, pero con consecuencias ambientales adversas. La contaminación y la pérdida de biodiversidad son efectos colaterales significativos. La actividad industrial y la explotación de recursos naturales deterioran los ecosistemas, amenazando la salud humana y la estabilidad ambiental a largo plazo. Esto puede conducir a cambios en los ciclos biogeoquímicos y la disminución de los servicios ecosistémicos vitales para la humanidad. Es crucial adoptar enfoques sostenibles que integren consideraciones ambientales en la planificación económica. Políticas que promuevan la conservación de la biodiversidad son imperativas para abordar estos desafíos y asegurar un desarrollo equilibrado y sostenible para las generaciones presentes y futuras (Song & Deng, 2017; Ming *et al.*, 2022; Ran *et al.*, 2022).

Los humedales, como ecosistemas acuáticos, enfrentan amenazas globales que comprometen su salud. La degradación de estos ambientes impacta directamente en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales, como la purificación del agua y la protección contra inundaciones. Esta pérdida de funcionalidad compromete la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y afecta a las comunidades que dependen de ellos. Es crucial tomar

medidas para conservar y restaurar estos humedales, salvaguardando así su valor ambiental y los beneficios que proporcionan a nivel local y global (Ma *et al.*, 2022; Hou *et al.*, 2022; He & Shi, 2022).

Dos desafíos ante la problemática ambiental pueden mencionarse: la educación ambiental: EA y la restauración ecológica: RE. En el caso de la primera, es un proceso complejo que permite el desarrollo de capacidades, y un adecuado conocimiento para el desarrollo sostenible (Kumar *et al.*, 2022). Mientras, que la segunda requiere de la intervención sobre aquellos sistemas ecológicos degradados (Bryan *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2020).

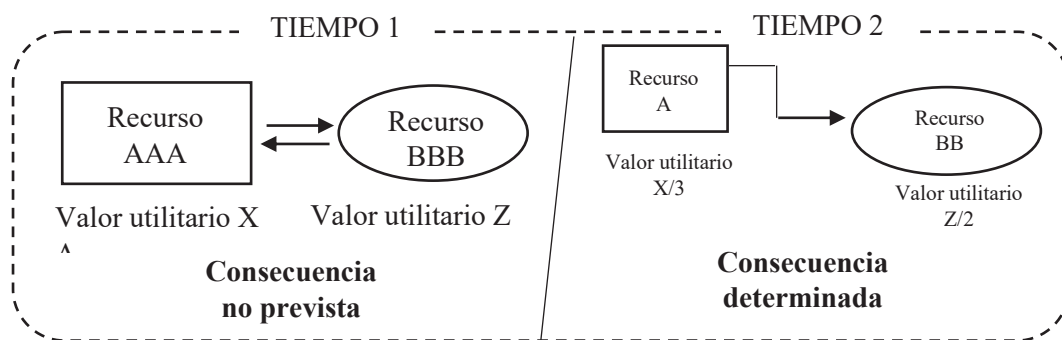
Es importante mencionar, que la relación entre la educación ambiental y la restauración ecológica es imprescindible. Todo Estado debe garantizar mediante sus instituciones educativas la enseñanza de los conceptos básicos de EA y RE. Por tanto, la trasmisión de conocimientos necesarios de manera teórica y empírica posibilita preservar los recursos naturales de cada región. Diversas preguntas de tipo ética y axiológicas deben considerarse por cada Estado en los sistemas educativos para cumplir la relación EE y RE. Por ejemplo:

1. ¿Cómo se generan reflexiones críticas para mitigar los impactos ambientales?
2. ¿Cuáles conocimientos y habilidades mejoran el compromiso social y ambiental de los ecosistemas?
3. ¿Qué actividades permiten promover la conservación ambiental de los ecosistemas?
4. ¿Quiénes son los responsables para el beneficio socioeconómico y cultural de los servicios ecosistémicos?
5. ¿Dónde se transfieren los conocimientos de educación ambiental y la restauración ecológica?
6. ¿Cómo se expande los objetivos de la educación ambiental y la restauración ecológica en programas sociales sostenibles?
7. ¿Qué tipos de prioridades requiere la educación ambiental y la restauración ecológica?
8. ¿Cuál es la influencia de la formación en educación ambiental y la restauración ecológica con la responsabilidad del desarrollo ambiental sostenible?

La relación entre la EA y la RE es esencial para proteger los recursos naturales. Sin embargo, la priorización de agendas gubernamentales, como la economía baja en carbono, a menudo relega la acción práctica. Esto puede conducir a una desconexión entre la conciencia ambiental y la restauración efectiva de ecosistemas. Para abordar esta

deficiencia, se necesita una coordinación más estrecha entre la EA y la RE, priorizando acciones concretas que promuevan la sensibilización y la restauración simultáneamente (Jin *et al.*, 2014; Robertson, 2015), ecologización de la producción (Yong *et al.*, 2016; Cucchiella *et al.*, 2017), minería y conflictos sociales (Govindan *et al.*, 2014; Pimentel *et al.*, 2016), y el crecimiento sostenible (Sekulova *et al.*, 2013; Lorek & Spangenberg, 2014).

La comprensión entre la economía ambiental y la economía ecológica es fundamental para contextualizar la relación entre la EA y la RE. La economía ambiental se centra en cómo gestionar los recursos naturales dentro del marco económico, considerando costos y beneficios. Mientras tanto, la economía ecológica examina las interacciones entre el sistema económico y los ecosistemas naturales. Una comprensión adecuada de ambas disciplinas permite diseñar políticas y acciones que integren la conservación ambiental con el desarrollo económico, lo que afecta directamente la implementación efectiva de programas de educación ambiental y restauración ecológica. Argota *et al.* (2019), mostraron la dinámica interpretativa desde la economía ambiental y la economía ecológica, a partir de la consecuencia no prevista desde el valor unitario de los recursos naturales (Figura 1)



Fuente: Argota *et al.* (2019).

Figura 1. Consecuencia no prevista y determinada del valor utilitario / tiempo / economía ambiental – economía ecológica.

Se indicó una expresión para la estimación sostenible de la economía ambiental y la economía ecológica (ESEAAE) con base en cinco indicadores (Argota *et al.*, 2019):

$$ESEAAE = \sum (CER + CBT + ISA + TDN + VDFG) / 5$$

- 1) ESEAAE = estimación sostenible de la economía ambiental y economía ecológica
- 2) Costo estimado del recurso = CER

- 3) Costo de beneficio temporal = CBT
- 4) Impacto social atribuible = ISA
- 5) Tasa de disponibilidad necesaria = TDA
- 6) Valor de demanda futura generacional = VDFG (constante = 1)
- 7) 5, representa el valor de la cantidad de indicadores

La comprensión de la interacción entre la economía ambiental y la economía ecológica proporciona una base teórica sólida para abordar la relación entre la EA y la RE. Esta perspectiva es especialmente relevante para un ecosistema acuático como la Laguna de Términos en Campeche, México (Fig. 2). Al considerar los aspectos económicos y ecológicos de la gestión de este ecosistema,

se pueden diseñar estrategias educativas y programas de restauración más efectivos y adaptados a las necesidades específicas de conservación y desarrollo sostenible de la laguna que está afectada por impactos antropogénicos (Echeverría *et al.*, 2019; Borges *et al.*, 2021), donde la EA para preservar sus recursos es limitada y a la vez, necesita de la RE.

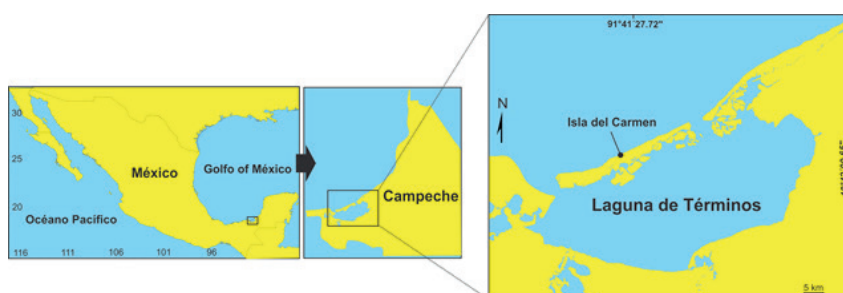


Figura 2. Sistema ecológico de la Laguna de Términos, Campeche, México.

La principal limitación del estudio fue la falta de evidencia directa sobre programas de EA que impacten la RE. Esta carencia impidió comprender cómo la conciencia ambiental se traduce en acciones concretas. No obstante, esta brecha ofrece oportunidades para futuras investigaciones y estrategias que integren la EA para impulsar la RE de manera efectiva y duradera.

Se concluye que la integración de la EA en la RE no solo fomenta un mayor aprecio por la interdependencia y la interconexión con los recursos naturales, sino que también contribuye de manera significativa al bienestar y al disfrute sostenible de dichos recursos. Esta sinergia fortalece la percepción de los recursos naturales como parte integral de nuestro patrimonio de identidad natural, promoviendo así una actitud de cuidado y respeto hacia ellos para las generaciones presentes y futuras.

Aspectos éticos: La información presentada se basó en un adecuado parafraseo de la interpretación de la literatura científica. Se garantizó el carácter fidedigno en la construcción teórica del comentario para su comprensión, facilitándose una conclusión relevante.

Author contribution: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

LALC = Luis Angel Lopez-Castro

FGPR = Flor Guadalupe Pérez-Ramos

GAP = George Argota-Pérez

MARS = María Amparo Rodríguez-Santiago

Conceptualization: LALC, FGPR, GAP, MARS

Data curation: LALC, FGPR, GAP, MARS

Formal Analysis: GAP, MARS

Funding acquisition: LALC

Investigation: LALC, FGPR

Methodology: LALC, FGPR, GAP, MARS

Project administration: LALC

Resources: LALC

Software: MARS

Supervision: GAP, MARS

Validation: GAP, MARS

Visualization: LALC, FGPR

Writing – original draft: GAP, MARS

Writing – review & editing: GAP, MARS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argota, P.G., Iannacone, J., Córdova, S.C., & Rodríguez, C.J.C. (2019). Estimación sostenible de la economía ambiental y economía ecológica: una cara, dos monedas. *Biotempo*, 16, 165-172.

Borges, J.K.P., Cú-Vizcarra, J.D., Escalona, S.G., & Vargas, C.J.A. (2021). Refugios diurnos del murciélago *Rhynchonycteris naso* (Chiroptera: Emballonuridae) en Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 69, 274-229.

- Bryan, B.A., Gao, L., Ye, Y., Sun, X., Connor, J.D., Crossman, N.D., Stafford, S.M., Wu, J., He, C., Yu, D., Liu, Z., Li, A., Huang, Q., Ren, H., Deng, X., Zheng, H., Niu, J., Han, G., & Hou, X. (2018). China's response to a national land-system sustainability emergency. *Nature*, 559, 193-204.
- Cucchiella, F., Gastaldi, M., & Trosini, M. (2017). Investments and cleaner energy production: A portfolio analysis in the Italian electricity market. *Journal of Cleaner Production*, 142, 121-132.
- Echeverría, Á.S., Pérez, C.R., Zaldívar, J.A., Canales, D.J., Brito, P.R., Merino, I.M., & Vovides, A. (2019). Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la restauración hidrológica. *Madera y bosques*, 25, 1-14.
- Govindan, K., Kannan, D., & Shankar, K.M. (2014). Evaluating the drivers of corporate social responsibility in the mining industry with multi-criteria approach: A multi-stakeholder perspective. *The Journal of Cleaner Production*, 84, 214-232.
- He, J., & Shi, X. (2022). Detection of social-ecological drivers and impact thresholds of ecological degradation and ecological restoration in the last three decades. *Journal of Environmental Management*, 318, 115513.
- Hou, M., Zhong, S., Xi, Z., & Yao, S. (2022). Does large-scale ecological restoration threaten food security in China? A moderated mediation model. *Ecological Indicators*, 143, 1-11.
- Jin, M., Granda, M.N.A., & Down, I. (2014). The impact of carbon policies on supply chain design and logistics of a major retailer. *The Journal of Cleaner Production*, 85, 453-461.
- Kumar, Y.S., Banerjee, A., Kumar, J.M., Swaroop, M.R., Raj, A., Khan, N., Kumar, S., & Sheoran, S. (2022). Chapter 19: Environmental education for sustainable development. *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability*, 415-431.
- Lorek, S., & Spangenberg, J.H. (2014). Sustainable consumption within a sustainable economy—beyond green growth and green economies. *The Journal of Cleaner Production*, 63, 33-44.
- Ma, S., Wang, H.Y., Wang, L.J., Jiang, J., Gong, J.W., Wu, S., & Luo, G.Y. (2022). Evaluation and simulation of landscape evolution and its ecological effects under vegetation restoration in the northern sand prevention belt, China. *Catena*, 218, 106555.
- Ming, L., Chang, J., Li, C., Chen, Y., & Li, C. (2022). Spatial temporal patterns of ecosystem services supply-demand and influencing factors: A Case study of resource-based cities in the pellow river basin, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1-22.
- Pimentel, B.S., Gonzalez, E.S., & Barbosa, G.N. (2016). Decision-support models for sustainable mining networks: fundamentals and challenges *The Journal of Cleaner Production*, 112, 2145-2157.
- Ran, Y., Lei, D., Li, J., Gao, L., Mo, J., & Liu, X. (2022). Identification of crucial areas of territorial ecological restoration based on ecological security pattern: A case study of the central Yunnan urban agglomeration, China. *Ecological Indicators*, 143, 1-12.
- Robertson, S. (2015). A longitudinal quantitative-qualitative systems approach to the study of transitions toward a low carbon society. *The Journal of Cleaner Production*, 128, 221-233.
- Sekulova, F., Kallis, G., Rodríguez-Labajos, B., & Schneider, F. (2013). Degrowth: from theory to practice. *The Journal of Cleaner Production*, 38, 1-6.
- Song, W., & Deng, X. (2017). Land-use/land-cover change and ecosystem service provision in China. *Science of The Total Environment*, 576, 705-719.
- Yong, J.Y., Klemeš, J.J., Varbanov, P.S., & Huisingh, D. (2016). Cleaner energy for cleaner production: modelling, simulation, optimisation and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 111, 1-16.
- Zhang, D., Zhang, Y., & Ge, W. (2020). Evaluating the vegetation restoration sustainability of ecological projects: A case study of Wuqi County in China. *Journal of Cleaner Production*, 264, 1-47.

Received February 24, 2024.

Accepted April 16, 2024.