

1 The Biologist (Lima), 2023, vol. 22 (1), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.62430/rtb20242211756>

3 Este artículo es publicado por la revista The Biologist (Lima) de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad
4 Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia
5 Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que
6 permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su
7 fuente original.



8

9 COMMENTARY / COMENTARIO

10

11 EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

12

13 ENVIRONMENTAL EDUCATION IN ECOLOGICAL RESTORATION

14

15 Luis Angel Lopez-Castro^{1*}, Flor Guadalupe Pérez-Ramos¹, George Argota-Pérez^{2,3} &

16 María Amparo Rodríguez-Santiago^{3,4,5,6}

17

18 ¹Programa de Maestría en Restauración Ecológica. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad
19 del Carmen, Campeche, México. castro2494_@hotmail.com; ramosflor931215@gmail.com

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

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

23 ⁴Consejo Nacional de Ciencia de Humanidades, Ciencia y Tecnología “CONAHCYT”. Ciudad
24 de México, México. marodriguezsa@conhacyt.mx

25 ⁵Laboratorio Ambiental de Parasitología, Centro de Investigación en Ciencias Ambientales,
26 Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Carmen “UNACAR”. Ciudad del
27 Carmen, Campeche, México.

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

30

31 *Corresponding author: castro2494_@hotmail.com


32 Titulillo: environmental education in ecological restoration

33 Lopez-Castro *et al.*

34

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

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

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

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

39

40 **ABSTRACT**

41 The educational system has the obligation to train people responsible for the care and
42 preservation of ecosystems. When there is environmental education in the population, then the
43 awareness towards the implementation of programs and projects is more adequate, the exchange
44 of knowledge dialogues is responsible and community participation becomes a priority. The
45 objective of the study was to describe environmental education in ecological restoration. Ethical
46 and axiological questions are assessed in the relationship between environmental education and
47 ecological restoration. Likewise, it is indicated from the conceptualization of environmental
48 economics and ecological economics, a new base influence to make environmental education
49 responsible for ecological restoration. Environmental education as a process suggests the
50 obligation to show awareness towards the care of natural resources, while ecological restoration
51 again facilitates ecosystem services. It is concluded that environmental education in ecological
52 restoration promotes interest in the interdependence and interconnection with natural resources in
53 an efficient manner. Together, it contributes to the well-being and sustainable enjoyment of the
54 unitary values of each resource as a heritage of natural identity.

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

57

58 **RESUMEN**

59 El sistema educativo tiene la obligación de formar a personas responsables con el cuidado y la
60 preservación de los ecosistemas. Cuando existe educación ambiental en la población, entonces la
61 conciencia hacia la implementación de programas y proyectos resultan más adecuada, el
62 intercambio de diálogos de saberes es responsable y la participación comunitaria se convierte en

63 prioridad. El objetivo del estudio fue describir la educación ambiental en la restauración
64 ecológica. Se valoran interrogantes éticas y axiológicas en la relación entre la educación
65 ambiental y la restauración ecológica. Asimismo, se indica desde la conceptualización de la
66 economía ambiental y la economía ecológica, una nueva influencia de base para responsabilizar a
67 la educación ambiental en la restauración ecológica. La educación ambiental como proceso
68 sugiere la obligación de mostrar conciencia hacia el cuidado de los recursos naturales, mientras
69 que la restauración ecológica facilita nuevamente, los servicios ecosistémicos. Se concluye, que
70 la educación ambiental en la restauración ecológica promueve el interés a la interdependencia e
71 interconexión con los recursos naturales de manera eficiente. De manera conjunta, contribuye al
72 bienestar y goce sostenible hacia los valores unitarios de cada recurso como patrimonio de
73 identidad natural.

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

76
77 El avance económico global ha mejorado la calidad de vida material, pero con consecuencias
78 ambientales adversas. La contaminación y la pérdida de biodiversidad son efectos colaterales
79 significativos. La actividad industrial y la explotación de recursos naturales deterioran los
80 ecosistemas, amenazando la salud humana y la estabilidad ambiental a largo plazo. Esto puede
81 conducir a cambios en los ciclos biogeoquímicos y la disminución de los servicios ecosistémicos
82 vitales para la humanidad. Es crucial adoptar enfoques sostenibles que integren consideraciones
83 ambientales en la planificación económica. Políticas que promuevan la conservación de la
84 biodiversidad son imperativas para abordar estos desafíos y asegurar un desarrollo equilibrado y
85 sostenible para las generaciones presentes y futuras (Song & Deng, 2017; Ming *et al.*, 2022; Ran
86 *et al.*, 2022).

87 Los humedales, como ecosistemas acuáticos, enfrentan amenazas globales que comprometen su
88 salud. La degradación de estos ambientes impacta directamente en la provisión de servicios
89 ecosistémicos esenciales, como la purificación del agua y la protección contra inundaciones. Esta
90 pérdida de funcionalidad compromete la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y afecta a las
91 comunidades que dependen de ellos. Es crucial tomar medidas para conservar y restaurar estos
92 humedales, salvaguardando así su valor ambiental y los beneficios que proporcionan a nivel local
93 y global (Ma *et al.*, 2022; Hou *et al.*, 2022; He, & Shi, 2022).

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

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

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

118 La relación entre la EA y la RE es esencial para proteger los recursos naturales. Sin embargo, la
119 priorización de agendas gubernamentales, como la economía baja en carbono, a menudo relega la
120 acción práctica. Esto puede conducir a una desconexión entre la conciencia ambiental y la
121 restauración efectiva de ecosistemas. Para abordar esta deficiencia, se necesita una coordinación
122 más estrecha entre la EA y la RE, priorizando acciones concretas que promuevan la
123 sensibilización y la restauración simultáneamente (Jin *et al.*, 2014; Robertson, 2015),
124 ecologización de la producción (Yong *et al.*, 2016; Cucchiella *et al.*, 2017), minería y conflictos

125 sociales (Govindan *et al.*, 2014; Pimentel *et al.*, 2016), y el crecimiento sostenible (Sekulova *et*
126 *al.*, 2013; Lorek & Spangenberg, 2014).

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

137

138

139

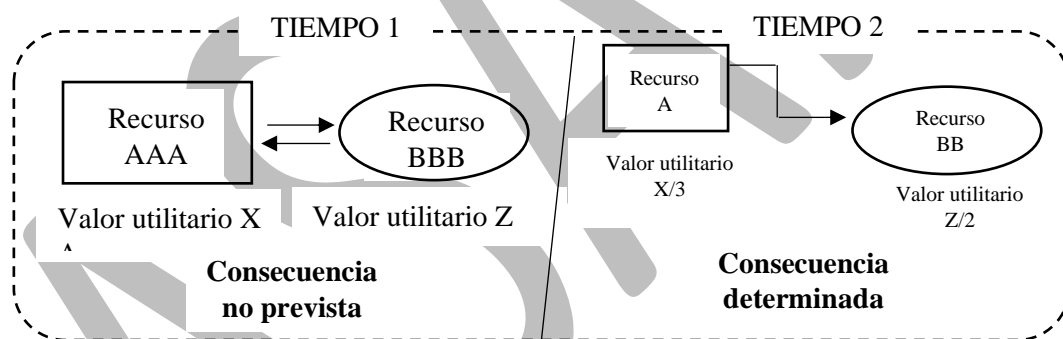
140

141

142

143

144



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

146

147

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

148

149

150

151

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

152

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

153

1) ESEAE = estimación sostenible de la economía ambiental y economía ecológica

154

2) Costo estimado del recurso = CER

155

3) Costo de beneficio temporal = CBT

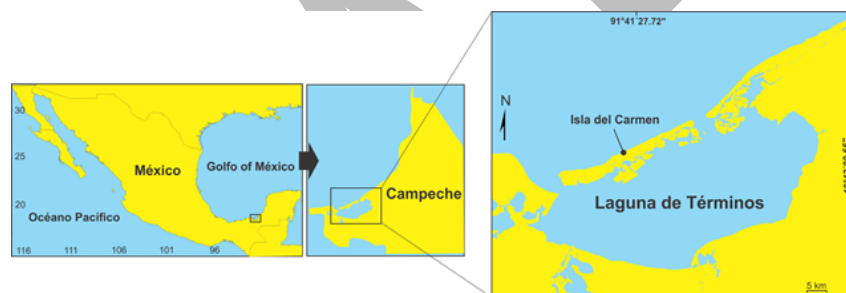
156

4) Impacto social atribuible = ISA

157

- 158 5) Tasa de disponibilidad necesaria = TDA
159 6) Valor de demanda futura generacional = VDFG (constante = 1)
160 7) 5, representa el valor de la cantidad de indicadores

161 La comprensión de la interacción entre la economía ambiental y la economía ecológica
162 proporciona una base teórica sólida para abordar la relación entre la EA y la RE. Esta perspectiva
163 es especialmente relevante para un ecosistema acuático como la Laguna de Términos en
164 Campeche, México (Fig. 2). Al considerar los aspectos económicos y ecológicos de la gestión de
165 este ecosistema, se pueden diseñar estrategias educativas y programas de restauración más
166 efectivos y adaptados a las necesidades específicas de conservación y desarrollo sostenible de la
167 laguna que está afectada por impactos antropogénicos (Echeverría *et al.*, 2019; Borges *et al.*,
168 2021), donde la EA para preservar sus recursos es limitada y a la vez, necesita de la RE.



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

176
177 La principal limitación del estudio fue la falta de evidencia directa sobre programas de EA que
178 impacten la RE. Esta carencia impidió comprender cómo la conciencia ambiental se traduce en
179 acciones concretas. No obstante, esta brecha ofrece oportunidades para futuras investigaciones y
180 estrategias que integren la EA para impulsar la RE de manera efectiva y duradera.

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

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

190

191 **Author contribution:** CRediT (*Contributor Roles Taxonomy*)

192 LALC = Luis Angel Lopez-Castro

193 FGPR = Flor Guadalupe Pérez-Ramos

194 GAP = George Argota-Pérez

195 MARS = María Amparo Rodríguez-Santiago

196

197 **Conceptualization:** LALC, FGPR, GAP, MARS

198 **Data curation:** LALC, FGPR, GAP, MARS

199 **Formal Analysis:** GAP, MARS

200 **Funding acquisition:** LALC

201 **Investigation:** LALC, FGPR

202 **Methodology:** LALC, FGPR, GAP, MARS

203 **Project administration:** LALC

204 **Resources:** LALC

205 **Software:** MARS

206 **Supervision:** GAP, MARS

207 **Validation:** GAP, MARS

208 **Visualization:** LALC, FGPR

209 **Writing – original draft:** GAP, MARS

210 **Writing – review & editing:** GAP, MARS

211

212 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

213 Argota, P.G., Iannacone, J., Córdova, S.C., & Rodríguez, C.J.C. (2019). Estimación sostenible de
214 la economía ambiental y economía ecológica: una cara, dos monedas. *Biotempo*, 16, 165-
215 172.

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

219 Bryan, B.A., Gao, L., Ye, Y., Sun, X., Connor, J.D., Crossman, N.D., Stafford, S.M., Wu, J., He,
220 C., Yu, D., Liu, Z., Li, A., Huang, Q., Ren, H., Deng, X., Zheng, H., Niu, J., Han, G., &
221 Hou, X. (2018). China's response to a national land-system sustainability emergency.
222 *Nature*, 559, 193-204.

223 Cucchiella, F., Gastaldi, M., & Trosini, M. (2017). Investments and cleaner energy production: A
224 portfolio analysis in the Italian electricity market. *Journal of Cleaner Production*, 142, 121-
225 132.

226 Echeverría, Á.S., Pérez, C.R., Zaldívar, J.A., Canales, D.J., Brito, P.R., Merino, I.M., & Vovides,
227 A. (2019). Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la
228 restauración hidrológica. *Madera y bosques*, 25, 1-14.

229 Govindan, K., Kannan, D., & Shankar, K.M. (2014). Evaluating the drivers of corporate social
230 responsibility in the mining industry with multi-criteria approach: A multi-stakeholder
231 perspective. *The Journal of Cleaner Production*, 84, 214-232.

232 He, J., & Shi, X. (2022). Detection of social-ecological drivers and impact thresholds of
233 ecological degradation and ecological restoration in the last three decades. *Journal of*
234 *Environmental Management*, 318, 115513.

235 Hou, M., Zhong, S., Xi, Z., & Yao, S. (2022). Does large-scale ecological restoration threaten
236 food security in China? A moderated mediation model. *Ecological Indicators*, 143, 1-11.

237 Jin, M., Granda, M.N.A., & Down, I. (2014). The impact of carbon policies on supply chain
238 design and logistics of a major retailer. *The Journal of Cleaner Production*, 85, 453-461.

239 Kumar, Y.S., Banerjee, A., Kumar, J.M., Swaroop, M.R., Raj, A., Khan, N., Kumar, S., &
240 Sheoran, S. (2022). Chapter 19: Environmental education for sustainable development.
241 *Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability*, 415-431.

242 Lorek, S., & Spangenberg, J.H. (2014). Sustainable consumption within a sustainable economy–
243 beyond green growth and green economies. *The Journal of Cleaner Production*; 63, 33-44.

244 Ma, S., Wang, H.Y., Wang, L.J, Jiang, J., Gong, J.W., Wu, S., & Luo, G.Y. (2022). Evaluation
245 and simulation of landscape evolution and its ecological effects under vegetation
246 restoration in the northern sand prevention belt, China. *Catena*, 218, 106555.

- 247 Ming, L., Chang, J., Li, C., Chen, Y., & Li, C. (2022). Spatial temporal patterns of ecosystem
248 services supply-demand and influencing factors: A Case study of resource-based cities in
249 the pellow river basin, China. *International Journal of Environmental Research and Public
250 Health, 19*, 1-22.
- 251 Pimentel, B.S., Gonzalez, E.S., & Barbosa, G.N. (2016). Decision-support models for sustainable
252 mining networks: fundamentals and challenges *The Journal of Cleaner Production, 112*,
253 2145-2157.
- 254 Ran, Y., Lei, D., Li, J., Gao, L., Mo, J., & Liu, X. (2022). Identification of crucial areas of
255 territorial ecological restoration based on ecological security pattern: A case study of the
256 central Yunnan urban agglomeration, China. *Ecological Indicators, 143*, 1-12.
- 257 Robertson, S. (2015). A longitudinal quantitative-qualitative systems approach to the study of
258 transitions toward a low carbon society. *The Journal of Cleaner Production, 128*, 221-233.
- 259 Sekulova, F., Kallis, G., Rodríguez-Labajos, B., & Schneider, F. (2013). Degrowth: from theory
260 to practice. *The Journal of Cleaner Production, 38*, 1-6.
- 261 Song, W., & Deng, X. (2017). Land-use/land-cover change and ecosystem service provision in
262 China. *Science of The Total Environmen, 576*, 705-719.
- 263 Yong, J.Y., Klemeš, J.J., Varbanov, P.S., & Huisingh, D. (2016). Cleaner energy for cleaner
264 production: modelling, simulation, optimisation and waste management. *Journal of
265 Cleaner Production, 111*, 1-16.
- 266 Zhang, D., Zhang, Y., & Ge, W. (2020). Evaluating the vegetation restoration sustainability of
267 ecological projects: A case study of Wuqi County in China. *Journal of Cleaner
268 Production, 264*, 1-47.
- 269 Received February 24, 2024.
- 270 Accepted April 16, 2024.