

## COMMENTARY / COMENTARIO

TELEOLOGY OF BIOECOTOXIMONITORS IN  
AQUATIC ECOTOXICOLOGY

TELEOLOGÍA DE LOS BIOECOTOXIMONITORES EN  
ECOTOXICOLOGÍA ACUÁTICA

George Argota-Pérez<sup>1,2\*</sup>, María Amparo Rodríguez-Santiago<sup>2,3,4,5</sup> & José Iannacone<sup>2,5,6,7</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI". Ica, Perú. [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

<sup>2</sup> Grupo de investigación One Health-Una Salud, Universidad Ricardo Palma, Lima.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología "CONAHCYT". Ciudad de México, México. [marrodriguezsa@conahcyt.mx](mailto:marrodriguezsa@conahcyt.mx)

<sup>4</sup> Laboratorio Ambiental de Parasitología, Centro de Investigación en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Carmen "UNACAR". Ciudad del Carmen, Campeche, México.

<sup>5</sup> Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de Posgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

<sup>6</sup> Laboratorio de Zoología. Grupo de Investigación "One Health". Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. [jose.iannacone@urp.edu.pe](mailto:jose.iannacone@urp.edu.pe)

<sup>7</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. [joseiannacone@gmail.com](mailto:joseiannacone@gmail.com)

\* Corresponding author: [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

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

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

José Iannacone: <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>

## ABSTRACT

The search for biotools for the assessment of the environmental quality of aquatic ecosystems is a priority. Bioindicators and biomonitors are adequate for judgment, but not excellent in controlling multiple biases on ecotoxicological predictions. The objective was to describe the teleology of bioecotoximonitors in aquatic ecotoxicology. The teleology of bioecotoximonitors is based on a pyramid that guides the identification of ecosystem service importance, guidance on damage consequences, differential significance between one resource and another, as well as the need to apply assessments with bioecotoximonitors towards understanding the dynamics of ecosystem processes. The explanatory use of the existential applicability of natural conditions, and in this case of the contamination of aquatic ecosystems, is what

Este artículo es publicado por la revista *Neotropical Helminthology* de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú auspiciado por la Asociación Peruana de Helmintología e Invertebrados Afines (APHIA). Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.



DOI: <https://dx.doi.org/10.24039/rnh20231721687>

is relevant in the teleology of bioecotoximonitors. It is concluded that the teleology of bioecotoximonitors in aquatic ecotoxicology enables the measurement of the least amount of biases, the selective explanation of which would be essential in the applicational understanding.

**Keywords:** applicability value – aquatic ecosystem – biological indicator of contamination – ecotoxicological prediction – logical relationship

## RESUMEN

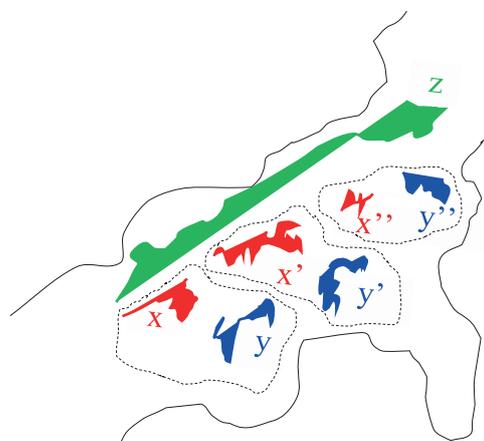
La búsqueda de bioherramientas para la evaluación de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos es una prioridad. Los bioindicadores y biomonitores son adecuados para el dictamen, pero no excelentes en el control de los múltiples sesgos sobre las predicciones ecotoxicológicas. El objetivo fue describir la teleología de los bioecotoximonitores en ecotoxicología acuática. La teleología de los bioecotoximonitores se basa en una pirámide que orienta la identificación de importancia del servicio ecosistémico, la orientación sobre las consecuencias de daños, la significación diferencial entre un recurso y otro, así como la necesidad de aplicar las evaluaciones con los bioecotoximonitores hacia el entendimiento de la dinámica de los procesos ecosistémicos. El uso explicativo hacia la aplicabilidad existencial de las condiciones naturales, y en este caso de la contaminación de los ecosistemas acuáticos, es lo relevante en la teleología de los bioecotoximonitores. Se concluye, que la teleología de los bioecotoximonitores en ecotoxicología acuática posibilita, la medición sobre la menor cantidad de sesgos, cuya explicación selectiva sería esencial en la comprensión aplicativa.

**Palabras clave:** ecosistema acuático – indicador biológico de contaminación – predicción ecotoxicológica – relación lógica – valor aplicativo

El gradiente escalar para valorar en tiempo y espacio la contaminación de los ecosistemas acuáticos es una necesidad cotidiana que permite la corrección de errores interpretativos sobre los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad del agua (Kumari & Maiti, 2019; Debén *et al.*, 2019). Las actividades humanas ocasionan la perturbación ecológica de los sistemas acuáticos donde el valor de uso de los recursos cada vez es limitante (Keyes *et al.*, 2021). En consecuencia, algunos elementos no deseados pueden estar biodisponibles y luego bioacumularse con lo cual, traen consigo daños a la salud humana (Mathiesen *et al.*, 2021; Hu *et al.*, 2021).

Probablemente, en una misma zona de muestreo puede que ocurra una gran fluctuación de la calidad ambiental del agua (Fig. 1), y, por tanto, la bioevaluación con peces como organismos superiores de la calidad trófica resulta un método trascendental cuantitativo para caracterizar, el impacto del ecosistema acuático (Bellino *et al.*, 2020; Marin *et al.*, 2023; Nunes *et al.*, 2023).

No obstante, la conceptualización superior sobre la evaluación analítica asociada con un organismo cohabitante como son los bioecotoximonitores ofrece la mayor de las ventajas descriptivas en los cambios que ocurren dentro del ecosistema (Argota, 2023).

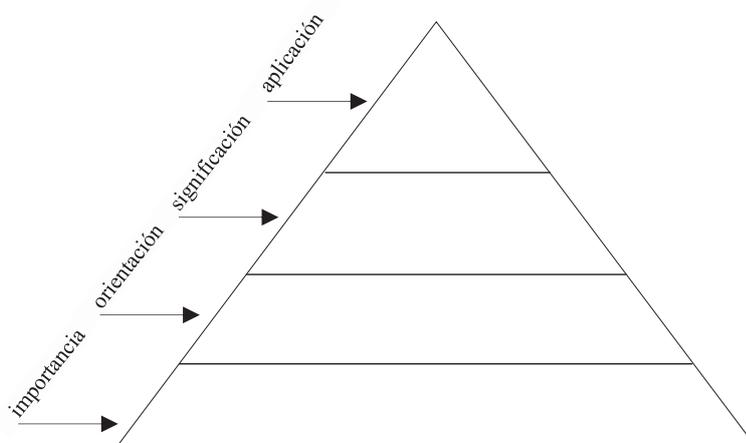


**Figura 1.** Fluctuación de la calidad del agua ( $x$ ,  $x'$ ,  $x''$ ;  $y$ ,  $y'$ ,  $y''$ ) en una zona de muestreo ( $z$ ) del ecosistema acuático.

El enfoque de paradigma de un bioecotoximonitor en su condición de asegurar el estado ambiental de la calidad del ecosistema acuático, tiene su base en la transición de las terminologías bioindicador (Morales *et al.*, 2019), a biomonitor (Dalzochio *et al.*, 2016). Pero, el fin último de cualquier proceso de investigación científica, no debe obedecer, únicamente a un origen y supuesto alcance por falsa repetición de citas para indicar, la flexibilidad del conocimiento científico como razón

dialógica compleja mediante la diversidad aplicada de métodos, técnicas o instrumentos. Por el contrario, lo que se requiere es reconocer el significado que tiene la investigación, a partir de la aplicabilidad de la teoría. En tal sentido, la teleología de los bioecotoximonitors permite que las correlaciones entre la exposición y la matriz biológica sea válida para establecer, comparaciones intra y extraestaciones de muestreo. Asimismo, su análisis temporal de efecto inmediato, mediano y a largo plazo. La Figura 2 muestra la pirámide teleológica para los bioecotoximonitors donde lo trascendental radica en el último fin (aplicabilidad), y es la mayor predicción

de riesgo ambiental en el ecosistema acuático. Es decir, existe una identificación de la importancia como servicio ecosistémico que debe integrar, cada una de las matrices y su interacción directa con el bioecotoximonitor (cómo hacer), la orientación hacia las consecuencias próximas de daños por transferencia y uso del recurso acuático (en qué hacer), la significación diferencial entre lo particular y general con respecto a otro(s) recurso(s) de interés (por qué hacer), y finalmente, la necesidad de aplicarse para que la dinámica de los procesos ecosistémicos no sean irreversibles (para qué hacer).



**Figura 2.** Pirámide teleológica de los bioecotoximonitors en ecotoxicología acuática.

Si bien es cierto, que la generación tributaria de contaminantes puede conocerse, pero la resultante de las interacciones entre contaminantes con las características del medio receptor y los bioecotoximonitors es difícil de estimar. Cuando en ecotoxicología acuática se atribuyen modelos estadísticos para explicar “de forma delirante”, alguna teoría desde acontecimientos aleatorios, entonces se muestra un exceso de pensamiento teleológico (Feyaerts *et al.*, 2021; Scott, 2022). Por el contrario, el uso explicativo hacia la aplicabilidad existencial de las condiciones naturales (Roberts *et al.*, 2020), y en este caso de la contaminación de los ecosistemas acuáticos, sería lo relevante en la teleología de los bioecotoximonitors. Finalmente, la postura intencional de la teleología de los biomonitors en ecotoxicología acuática debe considerar el supuesto racional que, al aplicarse, entonces se considerará la mejor estimación del estado de calidad ambiental.

Se concluye, que la teleología de los bioecotoximonitors en ecotoxicología acuática no supone que el análisis sobre

la calidad ambiental se realiza porque el organismo está presente, y, en consecuencia, indicará alguna información cuantitativa. La justificación que orienta el uso de los bioecotoximonitors puede resultar incorrecto en la crítica científica de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos. Un organismo bioecotoximonitor, significa la resultante de unas condiciones de contaminación entendiéndose, que la contaminación es el estado natural no deseado del ecosistema acuático. Por tanto, la teleología del bioecotoximonitor debe posibilitar, la medición sobre la menor cantidad de sesgos, cuya explicación selectiva sería esencial en la comprensión aplicativa.

**Aspectos éticos:** se realizó un adecuado parafraseo para la construcción informativa del comentario. Asimismo, se usó un lenguaje científico para la explicación existencial sobre el concepto bioecotoximonitor basado en las condiciones ambientales.

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

GAP = George Argota-Pérez

MARS = María Amparo Rodríguez-Santiago

JI = José Iannacone

**Conceptualization:** GAP, MARS, JI**Data curation:** GAP**Formal Analysis:** GAP, MARS, JI**Funding acquisition:** GAP**Investigation:** GAP, MARS, JI**Methodology:** GAP, MARS, JI**Project administration:** GAP**Resources:** GAP**Software:** GAP**Supervision:** GAP, MARS, JI**Validation:** GAP, MARS, JI**Visualization:** GAP**Writing – original draft:** GAP**Writing – review & editing:** GAP, MARS, JI**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Argota, P.G. (2023). Necesidad social de protocolos ambientales con peces como biomonitores de metales pesados en ecotoxicología acuática. *Neotropical Helminthology*, 17, 85-89.
- Bellino, A., Alfani, A., De Riso, L., Gregorio, R., Pellegrino, T., & Baldantoni, D. (2020). A promising cosmopolitan biomonitor of potentially toxic elements in freshwater ecosystems: concentration gradients in sensitive areas. *Ecological Indicator*, 109, 1-9.
- Dalzochio, T., Simões, R., Airton, L., Santos de Souza, M., Prado, R.G.Z., Petry, I.E., Andriguetti, N.B., Silva, H., Gláucia, J., Günther, G., & Basso da Silva, L. (2017). Water quality parameters, biomarkers and metal bioaccumulation in native fish captured in the ilha river, southern brazil. *Chemosphere*, 189, 609-618.
- Debén, S., Aboal, J.R., Giráldez, P., Varela, Z., & Fernández, J.A. (2019). Developing a biotechnological tool for monitoring water quality: *in vitro* clone culture of the aquatic moss *Fontinalis antipyretica*. *Water*, 11, 1-10.
- Feyaerts, J., Henriksen, M.G., Vanheule, S. Myin-Germeys, I., & Sass, L.A. (2021). Delusions beyond beliefs: A critical overview of diagnostic, aetiological, and therapeutic schizophrenia research from a clinical-phenomenological perspective. *Lancet Psychiatry*, 8, 237-249.
- Hu, L., Luo, D., Wang, L., Yu, M., Zhao, S., Wang, Y., Mei, S., & Zhang, G. (2021). Levels and profiles of persistent organic pollutants in breast milk in China and their potential health risks to breastfed infants: a review. *Science of the Total Environment*, 753, 1-15.
- Keyes, A.A., McLaughlin, J.P., Barner, A.K., & Dee, L.E. (2021). An ecological network approach to predict ecosystem service vulnerability to species losses. *Nature Communications*, 12, 1-11.
- Kumari, P., & Maiti, S.K. (2019). Health risk assessment of lead, mercury, and other metal (loid)s: A potential threat to the population consuming fish inhabiting, a lentic ecosystem in Steel City (Jamshedpur), India. *Human and Ecological Risk Assessment*, 25, 2174-2192.
- Marin, V., Arranz, I., Grenouillet, G., & Chucherousset, J. (2023). Fish size spectrum as a complementary biomonitoring approach of freshwater ecosystems. *Ecological Indicator*, 146, 1-8.
- Mathiesen, L., Buerki, T.T., Pastuschek, J., Aengenheister, L., & Knudsen, L.E. (2021). Fetal exposure to environmental chemicals; insights from placental perfusion studies. *Placenta*, 106, 58-66.
- Morales, F. N., Rodríguez, M. A., Gelabert, R., & Flores, L. M. (2019). Parasites of fish *Poecilia velifera* and their potential as bioindicators of wetland restoration progress. *Helgoland Marine Research*, 73, 1-8.

- Nunes, L.S., Lund, A.L., & Guiarrizzo, T. (2023). A multi-tissues comparison of biomarkers in *Serrasalmus rhombeus* (Teleostei: Serrasalminidae) and *Prochilodus nigricans* (Teleostei: Prochilodontidae) from two Amazonian rivers with distinct levels of pollution. *Ecological Indicator*, 147, 1-11.
- Roberts, A.J., Wastell, C.A., & Polito, V. (2020). Teleology and the intentions of supernatural agents. *Consciousness and Cognition*, 80, 1-17.
- Scott, M.J. (2022). Reasons things happen for a reason: An integrative theory of teleology. *Perspectives on Psychological Science*, 17, 452-464.

Received November 1, 2023.

Accepted December 4, 2023.