

Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

## AESTHETIC VALUE FROM A PHILOSOPHICAL PERSPECTIVE IN THE ENVIRONMENTAL BIOMONITORING OF HEAVY METAL POLLUTION IN AQUATIC ECOSYSTEMS

## VALOR ESTÉTICO DESDE UNA PERSPECTIVA FILOSÓFICA EN EL BIOMONITOREO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

George Argota-Pérez<sup>1,2\*</sup>, José-Iannacone<sup>2,3,4,5</sup> & María Amparo Rodríguez-Santiago<sup>2,3,6,7,8</sup>

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

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

<sup>3</sup> Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de Posgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

<sup>4</sup> Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. [jose.iannacone@urp.edu.pe](mailto:jose.iannacone@urp.edu.pe)

<sup>5</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal.

<sup>6</sup> Consejo Nacional de Ciencia de Humanidades, Ciencia y Tecnología "CONAHACYT". Ciudad de México, México. [marodriguezsa@conahacyt.mx](mailto:marodriguezsa@conahacyt.mx)

<sup>7</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>8</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación El Carmen, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad del Carmen, Campeche, México.

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

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

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

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

### ABSTRACT

The study aimed to describe the aesthetic value from a philosophical perspective in environmental biomonitoring of heavy metal pollution in aquatic ecosystems. Conducted between March and August 2023, the study focused on assessing aesthetics in this context. Aesthetic appreciation, aesthetic disturbance, and aesthetic integration were considered primary dimensions along with their respective indicators. It was emphasized that aesthetic appreciation in biomonitoring of heavy metal pollution highlights the importance of considering visual beauty and its relationship with environmental health. From a philosophical standpoint, this aesthetic assessment reflects the ecosystem's harmony and vitality. Aesthetic disturbance signals alterations in this harmony, indicating significant value losses. Integrating aesthetics



into monitoring programs not only protects the environment's beauty but also reflects an ethical responsibility towards nature. It is underscored that the aesthetic value in environmental biomonitoring of heavy metal pollution in aquatic ecosystems emphasizes the connection between visual beauty and ecosystem health. It reflects deeper aspects of harmony, integrity, and vitality, not solely subjective perception but also objective indicators of environmental health. Recognizing and preserving this aesthetic value guides ethical action and promotes conservation efforts. In conclusion, aesthetics in environmental biomonitoring of heavy metals highlights the link between beauty and environmental health, fostering ethical conservation.

**Keywords:** aesthetic value – aquatic ecosystems – environmental biomonitoring – heavy metals – pollution

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir el valor estético desde una perspectiva filosófica en el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos. El estudio se realizó entre marzo y agosto de 2023, se centró en la valoración estética desde una perspectiva filosófica en el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos. Se consideró como dimensiones principales la apreciación estética, perturbación estética e integración estética con sus respectivos indicadores. Se mencionó que, la apreciación estética en el biomonitoreo de contaminación por metales pesados en los ecosistemas acuáticos destaca la importancia de considerar la belleza visual y su relación con la salud del entorno. Desde una perspectiva filosófica, esta valoración estética refleja la armonía y la vitalidad del ecosistema. La perturbación estética señala alteraciones en esta armonía, indicando pérdidas de valor significativas. Integrar la estética en programas de monitoreo no solo protege la belleza del entorno, sino que también refleja una responsabilidad ética hacia la naturaleza. Se destaca que, El valor estético en el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos destaca la relación entre la belleza visual y la salud del ecosistema. Refleja aspectos más profundos de armonía, integridad y vitalidad, no solo percepción subjetiva sino también indicadores objetivos de salud ambiental. Reconocer y preservar este valor estético guía la acción ética y promueve esfuerzos de conservación. Se concluye que, la estética en el biomonitoreo ambiental de metales pesados resalta la conexión entre belleza y salud ambiental, fomentando conservación ética.

**Palabras clave:** biomonitoreo ambiental – contaminación – ecosistemas acuáticos – metales pesados – valor estético

## INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva filosófica del valor estético en el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos, se plantea una reflexión profunda sobre la interacción entre la belleza natural y la salud del entorno. En este contexto, la estética se entiende como la apreciación y valoración de la belleza inherente a la naturaleza, así como la búsqueda de su preservación y restauración. La aplicación de indicadores biológicos en los ecosistemas acuáticos, conocida como bioevaluación, constituye una manifestación de esta perspectiva estética (Argota *et al.*, 2023a; Orton *et al.*, 2023). Los organismos vivos, como los peces, se convierten en vehículos para percibir y comprender la calidad ambiental, ya que su salud y comportamiento reflejan la integridad del ecosistema (Marin *et al.*, 2023; Nunes *et al.*, 2023).

El uso de bioindicadores, biomonitores y el concepto emergente de biocotoximonitores, señalan un enfoque multidimensional en la valoración estética del ambiente

acuático. Estos términos no solo denotan la presencia o ausencia de contaminantes, sino también la influencia de estos en la vida y la estética del ecosistema (Argota *et al.*, 2023b). Por ejemplo, la elección de ciertas especies de peces, como *Gambusia affinis* Baird & Girard, 1853 y *G. holbrooki* Girard, 1859 como bioevaluadores, no solo responden a su capacidad para indicar la contaminación, sino también a su valor intrínseco en la belleza natural del ecosistema acuático. Estas especies, al ser utilizadas como indicadores, conectan la estética con la ecología, resaltando la importancia de preservar la armonía y la diversidad biológica (Coffin *et al.*, 2022; Banaee *et al.*, 2023).

La ausencia de protocolos ambientales para incorporar a los peces en el biomonitoreo destaca una deficiencia en la comprensión integral de la estética ambiental (Argota, 2023). Esta carencia subraya la urgencia de una filosofía que reconozca la conexión entre la belleza estética y la salud ecológica. Se considera que la belleza estética y la salud ecológica están intrínsecamente entrelazadas en el contexto del biomonitoreo ambiental. La belleza estética se refiere a

la apreciación de la naturaleza en su forma más sublime y armoniosa, mientras que la salud ecológica se refiere a la integridad y funcionalidad de los ecosistemas. En el contexto del biomonitorio de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos, la presencia de organismos como los peces no solo sirve como indicadores de contaminación, sino que también actúan como representantes de la belleza natural del entorno acuático. Por lo tanto, la conservación de la salud ecológica, que implica la preservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico, también garantiza la preservación de la belleza estética del ecosistema (Lamine *et al.*, 2024; Alvaríño *et al.*, 2024).

En consecuencia, la selección lógica en el biomonitorio suscita interrogantes filosóficas sobre su capacidad para capturar la esencia estética del entorno natural, lo que conlleva a abordar la incertidumbre en la evaluación estética del ambiente acuático. Así, el biomonitorio se transforma en un desafío filosófico al intentar preservar la belleza del mundo natural, planteando las siguientes interrogantes:

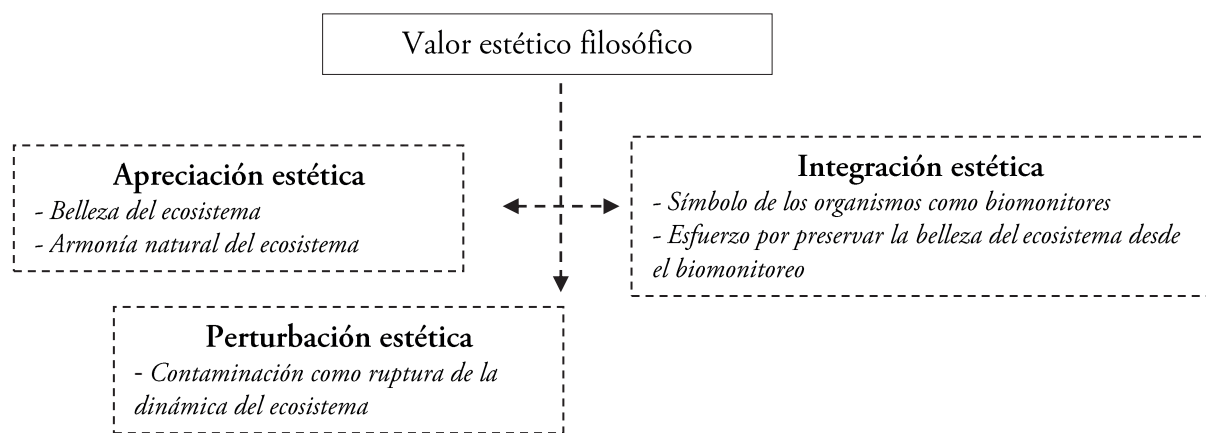
- ¿Refleja adecuadamente el sistema de evaluación la belleza intrínseca del ecosistema acuático?

- ¿Es la analítica en órganos específicos suficiente para preservar la estética del ambiente frente a la contaminación?
- ¿Se puede considerar una aproximación científica el comparar métodos en términos de su impacto estético?

El objetivo del estudio fue describir el valor estético desde una perspectiva filosófica en el biomonitorio ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre marzo y agosto de 2023, se centró en la valoración estética desde una perspectiva filosófica en el biomonitorio ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos. Se exploró, cómo los conceptos estéticos influyen en la percepción y la comprensión de la contaminación ambiental, destacando la importancia de preservar la belleza natural del entorno acuático. Se considera como esquema de valoración lo siguiente (Figura 1):



**Figura 1.** Valor estético filosófico de biomonitorio ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos.

La Tabla 1 organiza los aspectos relacionados con el valor estético filosófico de un ecosistema acuático en tres dimensiones principales, cada una con sus respectivos indicadores para evaluar y monitorear la apreciación estética, perturbación estética e integración estética en el entorno acuático.

**Aspectos éticos:** Desde la conceptualización del valor estético en el biomonitorio ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos se consideró garantizar, la preservación de la belleza natural y

funcionalidad de estos entornos. Esto implica considerar la equidad social al abordar cómo la contaminación afecta de manera desproporcionada a comunidades vulnerables. Además, promueve la transparencia y la participación pública en el proceso de toma de decisiones, asegurando que se respeten los valores y preocupaciones de la sociedad. El estudio se enfoca en mantener la integridad científica en la recopilación y análisis de datos, lo que fortalece la confianza en los resultados y su utilidad para la protección efectiva de los ecosistemas acuáticos (Mofijur *et al.*, 2024).

**Tabla 1.** Valor estético filosófico con sus dimensiones e indicadores para el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Valor estético filosófico	Apreciación estética	- Estado visual del entorno acuático. - Presencia de elementos estéticos naturales del ecosistema.
	Perturbación estética	- Niveles de contaminación por metales pesados en el ecosistema. - Cambios visuales evidentes en el ecosistema, como decoloración del agua o muerte de vegetación acuática.
	Integración estética	- Reconocimiento público de los organismos como símbolos de la estética natural. - Implementación de prácticas de biomonitoreo como parte de iniciativas de conservación estética del ecosistema.

## RESULTADOS

La apreciación estética en el contexto del biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos destaca la importancia de considerar la percepción visual y estética de estos entornos naturales. Esta dimensión implica la evaluación positiva de la belleza visual del entorno acuático, lo que puede incluir la claridad del agua, la presencia de flora y fauna diversa, así como la integridad de los paisajes acuáticos. Los indicadores utilizados para evaluar esta dimensión abarcan desde la apariencia visual general del ecosistema hasta la presencia de características estéticas naturales, como puede ser la vegetación ribereña, la calidad del agua cristalina o la diversidad de especies acuáticas. La valoración positiva de estos aspectos estéticos no solo responde a consideraciones subjetivas de belleza, sino que también puede ser indicativa de la salud y la vitalidad del ecosistema acuático, lo que resalta la importancia de integrar esta dimensión en los programas de monitoreo ambiental.

La dimensión de la perturbación estética dentro del ámbito del biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos adquiere relevancia desde una perspectiva filosófica del valor estético. Esta dimensión no solo aborda los cambios visuales negativos en el entorno, sino que también señala una alteración en la armonía y la integridad estética del ecosistema. Desde un enfoque filosófico, se considera que los ecosistemas acuáticos poseen un valor intrínseco en su belleza y diversidad, y cualquier alteración en esta estética natural representa una pérdida de valor significativa. Los indicadores de perturbación estética, como la

decoloración del agua o la muerte de la vegetación acuática, son manifestaciones tangibles de este deterioro estético, que reflejan un desequilibrio en la relación entre el ser humano y la naturaleza. Esta perspectiva filosófica resalta la importancia de reconocer y preservar la estética natural de los ecosistemas acuáticos como un componente fundamental de su valor intrínseco y, por lo tanto, insta a tomar medidas éticas para mitigar los efectos de la contaminación y restaurar la armonía estética perdida. En última instancia, esta dimensión invita a reflexionar sobre nuestra relación con el entorno natural y nos recuerda la importancia de proteger la belleza y la integridad estética de los ecosistemas acuáticos para las generaciones presentes y futuras.

La dimensión de integración estética, vista desde una perspectiva filosófica del valor estético, adquiere una significancia aún mayor. Desde esta óptica, la integración estética no se limita simplemente a la promoción de la conciencia pública sobre la belleza natural del ecosistema, sino que también implica un reconocimiento profundo de la conexión entre la estética y la ética en la relación entre el ser humano y la naturaleza. Desde la filosofía, se argumenta que la apreciación de la belleza natural y la armonía en los ecosistemas acuáticos no solo es una cuestión de gusto subjetivo, sino que también refleja una comprensión más profunda de nuestro papel como seres morales en el mundo.

En el caso de la dimensión sobre la integración estética desde una perspectiva filosófica invita a considerar cómo la belleza y la armonía en la naturaleza no son solo objetos de contemplación estética, sino también fuentes de inspiración ética y guías para la acción responsable. En

este sentido, el reconocimiento público de los organismos acuáticos como símbolos de la estética natural va más allá de un mero aprecio estético; representa un compromiso ético con la conservación y preservación de estos entornos en su estado óptimo de belleza y funcionalidad.

Además, la implementación de prácticas de biomonitoreo como parte de iniciativas de conservación estética del ecosistema puede entenderse como una manifestación de la responsabilidad moral hacia la naturaleza. Esta integración de la estética en las prácticas de conservación no solo busca proteger la belleza del ecosistema por su propio valor, sino que también reconoce la interdependencia entre la salud del ambiente y el bienestar humano, lo que refleja principios éticos más amplios de justicia intergeneracional y respeto por la biodiversidad.

## DISCUSIÓN

La interpretación del valor estético desde una perspectiva filosófica en el biomonitoreo permite la reflexión sobre la relación entre la belleza de los ecosistemas acuático y su propia salud ambiental. Desde este punto de vista, la estética no se limita únicamente a la apreciación visual superficial, sino que se convierte en un reflejo más profundo de la armonía, la integridad y la vitalidad del entorno natural. La identificación del grado específico del daño ambiental en los ecosistemas acuáticos mediante organismos indicadores nos muestra que la estética del entorno está estrechamente ligada a su salud y funcionamiento (Zaghloul *et al.*, 2020). Los efectos indeseados, como la contaminación, la degradación del hábitat y otros factores estresantes, pueden alterar la belleza natural del entorno acuático, afectando su valor estético (Mathiesen *et al.*, 2021).

Sin embargo, es importante comprender que el valor estético no es únicamente una cuestión subjetiva de percepción humana, sino que también tiene una dimensión objetiva relacionada con la salud del ecosistema. La variación de las condiciones ambientales puede influir en la percepción estética, pero también puede indicar cambios significativos en la salud y la funcionalidad del ecosistema (Hu *et al.*, 2021).

La limitación del valor de los recursos presentes en el ecosistema desde una perspectiva biológica señala considerar cómo los organismos vivos son indicadores clave de la salud ambiental. La presencia o ausencia de ciertas especies, la diversidad biológica y la calidad del hábitat son aspectos que no solo tienen implicaciones

estéticas, sino que también reflejan la integridad ecológica del entorno (Keyes *et al.*, 2021).

En última instancia, desde una perspectiva filosófica, el valor estético en el biomonitoreo hace cuestionar nuestra relación con la naturaleza y nuestra responsabilidad ética hacia ella. Reconocer y apreciar la belleza de los ecosistemas acuáticos no solo implica una conexión emocional, sino también un compromiso activo con su conservación y restauración. La estética se convierte así en una guía para la acción ética, recordándonos nuestra interdependencia con el mundo natural y la importancia de preservar su belleza y armonía para las generaciones futuras. La apreciación estética en el biomonitoreo ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos destaca la importancia de considerar la belleza visual y la salud del entorno. Evalúa la claridad del agua, la diversidad de flora y fauna, y paisajes acuáticos integrales, indicando la vitalidad del ecosistema. La importancia de considerar la belleza visual y la salud del entorno radica en que la estética no solo refleja la percepción humana de la naturaleza, sino también la salud y vitalidad del ecosistema. La belleza visual puede indicar la integridad de los hábitats acuáticos y la calidad del agua, proporcionando señales visuales sobre su estado ambiental. Integrar la apreciación estética en el monitoreo ambiental permite una comprensión más completa de la salud del ecosistema y promueve la conservación de la naturaleza para las generaciones futuras (Vadas *et al.*, 2022; Gökçe, 2022; Li *et al.*, 2023).

La relevancia de considerar la belleza visual y la salud del entorno en el contexto de la contaminación por metales pesados se alinea con la teoría de la estética del caos. Los eventos aleatorios, como la dispersión de metales pesados, pueden provocar perturbaciones estéticas en los ecosistemas acuáticos, afectando la percepción de la armonía y el equilibrio natural. La integración de la apreciación estética en el monitoreo ambiental no solo permite identificar estas perturbaciones, sino también comprender su impacto en la salud del ecosistema y tomar medidas para restaurar su integridad estética y funcional (Feyaerts *et al.*, 2021; Scott, 2022).

La integración estética, desde la filosofía, reconoce la belleza en la naturaleza y guía la acción ética hacia su conservación. El biomonitoreo, como parte de la conservación estética, refleja una responsabilidad hacia la naturaleza y reconoce la interdependencia entre la salud ambiental y el bienestar humano, aplicando estas condiciones naturales en la práctica de preservación (Roberts *et al.*, 2020).

Una posible limitación del estudio es la subjetividad en la evaluación de la belleza estética del entorno acuático, lo que podría afectar la consistencia de los resultados. Además, la inclusión de la estética en el biomonitorio puede requerir recursos adicionales y aumentar la complejidad de los programas de monitoreo ambiental, lo que podría dificultar su implementación generalizada.

Se concluye que, la apreciación estética en el biomonitorio ambiental de la contaminación por metales pesados en ecosistemas acuáticos destaca la íntima conexión entre la belleza visual y la salud del entorno. Esta perspectiva filosófica reconoce que la estética no es solo una cuestión de percepción humana, sino un reflejo de la armonía y vitalidad del ecosistema. La integración de la estética en el monitoreo ambiental no solo permite una comprensión más completa de la salud del ecosistema, sino que también promueve la conservación ética y la restauración de su belleza natural, reconociendo la interdependencia entre el bienestar humano y el medio ambiente.

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

**GAP** = George Argota-Pérez

**JI** = José Iannacone

**MARS** = María Amparo Rodríguez-Santiago

**Conceptualization:** GAP, JI, MARS

**Data curation:** GAP

**Formal Analysis:** GAP, JI, MARS

**Funding acquisition:** GAP

**Investigation:** GAP

**Methodology:** GAP, JI, MARS

**Project administration:** GAP

**Resources:** GAP

**Software:** GAP

**Supervision:** JI, MARS

**Validation:** GAP, JI, MARS

**Visualization:** GAP, JI, MARS

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

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

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvariño, L., Guabloche, A., Machado da Silva, A.T., Carvalho, V.D., & Iannacone, J. (2024). Assessment of potentially toxic metals, metalloids, and non-metals in muscle and liver tissue of two fish species (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 and *Odontesthes regia* (Humboldt, 1821) from the Coastal Area of Callao, Peru. *Regional Studies in Marine Science*, 71, 103423.
- Argota, P.G. (2023). Necesidad social de protocolos ambientales con peces como biomonitores de metales pesados en ecotoxicología acuática. *Neotropical Helminthology*, 17, 85-89.
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023a). *Causalidad de los bioecotoximonitores: perspectivas en ecotoxicología acuática. En: Causalidad y lógica de los bioecotoximonitores: perspectivas en ecotoxicología acuática.* Lima, Perú.
- Argota, P.G., Rodríguez, S.M.A., & Iannacone, J. (2023b). Paradigma de transformación de los biomonitores a la calidad de bioecotoximonitores en ecotoxicología acuática. *The Biologist* (Lima), 21, 195-201.
- Banaee, M., Zeidi, A., Sinha, R., & Faggio, C. (2023). Individual and combined toxic effects of nano-ZnO and polyethylene microplastics on mosquito fish (*Gambusia holbrooki*). *Water*, 15, 1-11.
- Coffin, J.L., Kelly, J.L., Jeyasingh, P.D., & Tobler, M. (2022). Impacts of heavy metal pollution on the ionomes and transcriptomes of Western mosquitofish (*Gambusia affinis*). *Molecular Ecology*, 31, 1527-1542.
- Feyaerts, J., Henriksen, M.G., Vanheule, S. Myin-Germeyns, 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.
- Gökçe, D. (2022). Chapter 3 - The importance and effectiveness of aquatic biomonitoring. In: Tiwari, S., & Agrawal, S. (eds.). *New paradigms in environmental biomonitoring using Plants*, pp. 45-72.

- 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.
- Lamine, I., Mghili, B., Chahouri, A., Aqnouy, M., Moukrim, A., & Ait, A.A. (2024). Growing coastal tourism: Can biomonitoring provide insights into the health of coastal ecosystems? *Marine Pollution Bulletin*, 201, 116253.
- Li, K., Naviaux, J.C., Sachin, L.S., Wang, L., Monk, J.M., Taylor, C.M., Ostle, C.O., Batten, S., & Naviaux, R.K. (2023). Historical biomonitoring of pollution trends in the North Pacific using archived samples from the continuous plankton recorder survey. *Science of The Total Environment*, 865, 161222.
- Marin, V., Arranz, I., Grenouillet, G., & Chucherosset, 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.
- Mofijur, M., Hasan, M.M., Forruque, A.S., Djavanroodi, F., Fattah, I.M.R., Silitonga, A.S., Kalam, M.A., Zhou, J.L., & Yunus, K.T.M. (2024). Advances in identifying and managing emerging contaminants in aquatic ecosystems: Analytical approaches, toxicity assessment, transformation pathways, environmental fate, and remediation strategies. *Environmental Pollution*, 341, 122889.
- Nunes, L.S., Lund, A.L., & Guiarizzo, T. (2023). A multi-tissues comparison of biomarkers in *Serrasalmus rhombeus* (Teleostei: Serrasalminae) and *Prochilodus nigricans* (Teleostei: Prochilodontidae) from two Amazonian rivers with distinct levels of pollution. *Ecological Indicator*, 147, 1-11.
- Orton, F., Rhodes, B.R., Whatley, C., & Tyler, C.R. (2023). A review of non-destructive biomonitoring techniques to assess the impacts of pollution on reproductive health in frogs and toads. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 262, 115163.
- 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.
- Vadas, R.L.Jr., Hughes, R.M., Jae, B.Y., Jeong, B.M., Bello, G.O.C., Callisto, M., Reis de Carvalho, D., Chen, K., Ferreira, M.T., Fierro, P., Harding, J.S., Infante, D.M., Kleynhans, C.J., Macedo, D.R., Martins, I., Silva, N.M., Moya, N., Nichols, S.J., Pompeu, P.S., Ruaro, R., & Yoder, C.O. (2022). Assemblage-based biomonitoring of freshwater ecosystem health via multimetric indices: A critical review and suggestions for improving their applicability. *Water Biology and Security*, 1, 100054.
- Zaghloul, A., Sabre, M., Gadow, S., & Awad, F. (2020). Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-11.

Received February 18, 2024.

Accepted March 22, 2024.