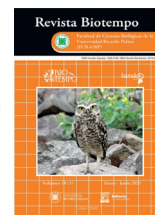


Biotempo (Lima)

latindex
catálogo



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

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ANALYTICAL BIOEVALUATION OF THE PREDICTIVE MODEL OF SCIENCE IN AQUATIC ECOTOXICOLOGY

BIOEVALUACIÓN ANALÍTICA DEL MODELO PREDICTIVO DE LA CIENCIA EN ECOTOXICOLOGÍA ACUÁTICA

George Argota-Pérez^{1*}; Rina Ma. Álvarez-Becerra² & José Iannacone^{3,4}

¹ Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI". Puno, Perú. george.argota@gmail.com

² Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann (UNJBG)". Tacna, Perú. rinalvarezb@gmail.com

³ Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela de Posgrado (EPG). Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú

⁴ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Grupo de Investigación de Sostenibilidad Ambiental (GISA). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima-Perú. joseiannacone@gmail.com

* Corresponding author: george.argota@gmail.com

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

Rina Ma. Álvarez-Becerra: <https://orcid.org/0000-0002-5455-6632>

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

ABSTRACT

The purpose of the study was to describe the analytical bioevaluation of the predictive model of science in aquatic ecotoxicology. From the Scimedirect website, 18 scientific reviews, 72 scientific articles, six encyclopedias and 32 book chapters corresponding to 11 scientific journals were analyzed. Two descriptors were proposed: 1st) of the field conditions which referred to the natural development of organisms and, 2nd) of the laboratory conditions where three types of tests were considered: A) potential of toxicity, B) of growth and, C) transformation. Although, the advantage of field conditions is the disadvantage in laboratory conditions, it is essential that bio-assessments are combined for ecosystem services to be sustainable in society. From various bioevaluations of field and laboratory conditions, data that have statistical significance and its argumentation constitute new premises that can be constructed. It is concluded that the analytical bioevaluation of any predictive model of science in aquatic ecotoxicology can be carried out in field or laboratory conditions and where the falsifiable theory that originates, is oriented to recognizable practices from the ecosystem services.

Keywords: biomonitoring – environmental protection – environmental service – scientific structure

RESUMEN

El propósito del estudio fue describir la bioevaluación analítica del modelo predictivo de la ciencia en ecotoxicología acuática. Desde el sitio web de Scienedirect se analizaron 18 revisiones científicas, 72 artículos científicos, seis enciclopedias y 32 capítulos de libros que correspondieron a 11 revistas científicas. Se propuso dos descriptores: 1^o) de las condiciones de campo el cual, refirió al desarrollo natural de organismos y, 2^{do}) de las condiciones de laboratorio donde se consideró tres tipos de ensayos: A) potencial de toxicidad, B) de crecimiento y, C) de transformación. Aunque, la ventaja de las condiciones de campo es la desventaja en condiciones de laboratorio resulta indispensable que las bioevaluaciones se combinen para que los servicios ecosistémicos sean sostenibles en la sociedad. Desde diversas bioevaluaciones de condiciones de campo y de laboratorio se puede construir, datos que tengan significación estadística y su argumentación constituyan nuevas premisas. Se concluye que, la bioevaluación analítica de cualquier modelo predictivo de la ciencia en ecotoxicología acuática puede realizarse desde condiciones de campo o de laboratorio y donde la teoría falseable que se origine, esté orientada a prácticas reconocibles desde los servicios ecosistémicos.

Palabras clave: biomonitoreo – estructura científica – protección ambiental – servicio ambiental

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los sistemas acuáticos y su efecto sobre la biodiversidad, es un tema crítico donde se requiere un análisis constante (Alizadeh *et al.*, 2018; Shamshirband *et al.*, 2019). Entre los métodos aceptados para la evaluación de la calidad de agua está el biomonitoreo (Romero *et al.*, 2017), el cual resulta sencillo, de fácil acceso y sostenible (Gomes *et al.*, 2018).

Por lo general, la bioevaluación se realiza con organismos vivos o parte de éste (Jayaprakash *et al.*, 2015), y se pretende explicar, cualquier respuesta biológica dada la exposición y fluctuación ambiental (Karaouzas *et al.*, 2019). La bioevaluación desde cualquier programa de monitoreo se realiza para la vigilancia ambiental o la restauración ecológica de los ecosistemas acuáticos (Saad, 2020), y donde Solovjova (2019), señala que se produce un riesgo ambiental ante las condiciones de estresores (Figura 1).

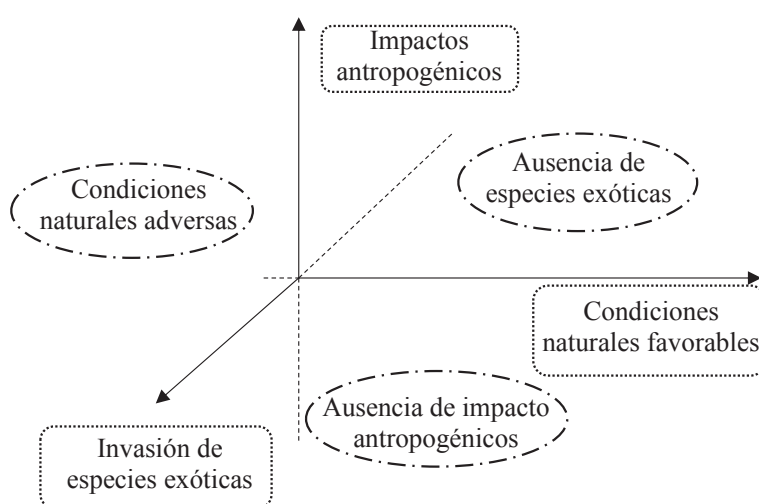


Figura 1. Espacio de estresores.

Como se apreció, las condiciones adversas permiten que se presenten bioseñales de evaluación desde cualquier predicción ecotoxicológicas (Argota & Iannacone, 2017; O'Callaghan *et al.*, 2019; Caixeta *et al.*, 2020), pero al mismo tiempo, algunas preguntas también pueden surgir durante el reconocimiento de la bioevaluación como método para establecerse probables cánones científicos dentro de la ecotoxicología acuática, y que pueden ser las siguientes:

1. ¿Qué estructura biológica resulta significativa para el análisis de la contaminación de los ecosistemas acuáticos?
2. ¿Las variables de modelos predictivos en ecotoxicología acuática y que indican daños biológicos son falseables?
3. ¿La bioevaluación permite la interpretación fáctica entre una relación teórica de las variables?
4. ¿Se propone conceptualización empírica desde la bioevaluación?
5. ¿La argumentación científica de cualquier programa de bioevaluación es suficiente según el contraste de hipótesis que se establece?
6. ¿El valor práctico de la bioevaluación conduce a estudios o investigaciones?
7. ¿Resultará la bioevaluación un enfoque de propuesta crítica para la vigilancia perenne de los ecosistemas acuáticos?
8. ¿La significación para la bioevaluación será en condiciones de campo o de laboratorio?

Aunque, las preguntas permiten entender, un tipo de conocimiento desde la argumentación de premisas, conceptualización teórica, y luego su debate científico (Chan *et al.*, 2018; Raymond *et al.*, 2019), pero cualquier ilustración que pueda realizarse durante el análisis de los datos, informaciones y el propio conocimiento científico será contribuyente, si la hermenéutica que se desea mostrar, considera descriptores gráficos y comparativos.

El propósito del estudio fue describir la bioevaluación analítica del modelo predictivo de la ciencia en ecotoxicología acuática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó el sitio web de Sciencedirect que es la plataforma digital y base de datos que concede consultar, publicaciones de la editorial científica y académica de Elsevier. Se analizaron 18 revisiones científicas, 72

artículos científicos, 6 enciclopedias y 32 capítulos de libros que correspondieron a las siguientes revistas:

1. Ecological Indicators
2. Science of The Total Environment
3. Marine Pollution Bulletin
4. Environmental Science
5. Agricultural and Biological Sciences
6. Earth and Planetary Sciences
7. Biochemistry, Genetics and Molecular Biology
8. Chemical Engineering
9. Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutical Science
10. Chemistry
11. Social Sciences

De las publicaciones científicas de selección se realizó, un análisis de descriptores para la bioevaluación en condiciones de campo y de laboratorio, además, de su comparación.

Asimismo, se propone una conexión entre los descriptores de monitoreo ecotoxicológico hacia el modelo predictivo de la ciencia en ecotoxicología acuática para su análisis desde la bioevaluación.

Aspectos éticos

Se consideró como razón ética de la investigación, exceptuar cualquier probabilidad indebida en la construcción de la información y la ausencia de citas de autores.

RESULTADOS

Se muestra, descriptores del monitoreo ecotoxicológico desde las condiciones de campo y de laboratorio donde se permite el análisis de los ecosistemas. El descriptor de las condiciones de campo consideró el desarrollo natural de organismos (ecología, bioindicadores y biomonitores) y de cultivo de organismos. En el caso de las condiciones de laboratorio se consideró, tres tipos de ensayos: potencial de toxicidad, de crecimiento y de transformación (Figura 2).

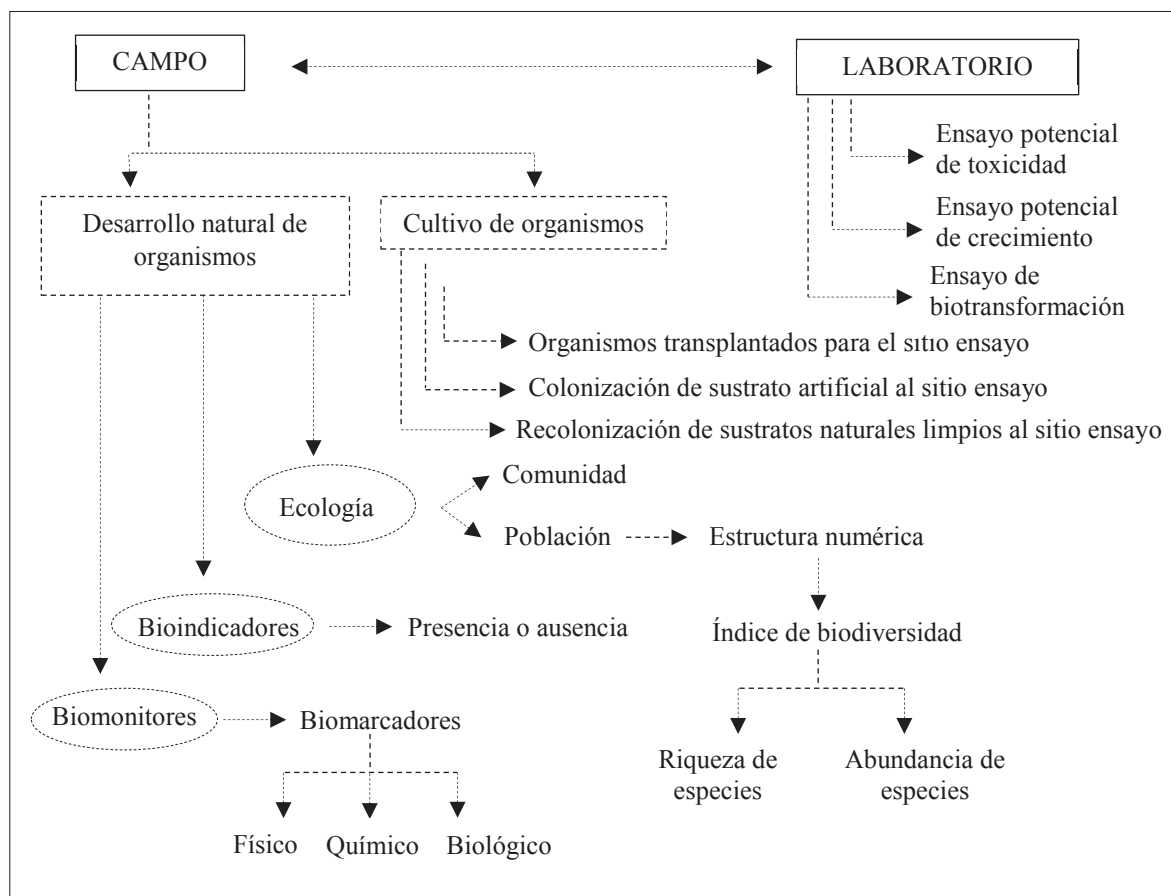


Figura 2. Monitoreo en ecotoxicología / condiciones de campo y laboratorio.

Se muestra, las ventajas y desventajas de las condiciones de campo y de laboratorio para el análisis de monitoreo en ecotoxicología acuática (Tabla 1).

Tabla 1. Ventajas y desventajas / monitoreo en ecotoxicología.

Tipo	Ventajas	Desventajas
Laboratorio	Metodologías estandarizadas	Deficiencia de realismo
	Comparación interespecies	Falta de predicción en condiciones de campo
	Utilización de especies sensibles	Aplicable a especies probadas
Campo	Correlación entre datos	Incapacidad de excluir factores causantes
	Evidencia incuestionable del deterioro	No utilizable para pruebas de hipótesis
	Indica contaminantes de interés	

Se observa, la aprehensión de descriptores hacia su conexión con el modelo predictivo de la ciencia (Figura 3).

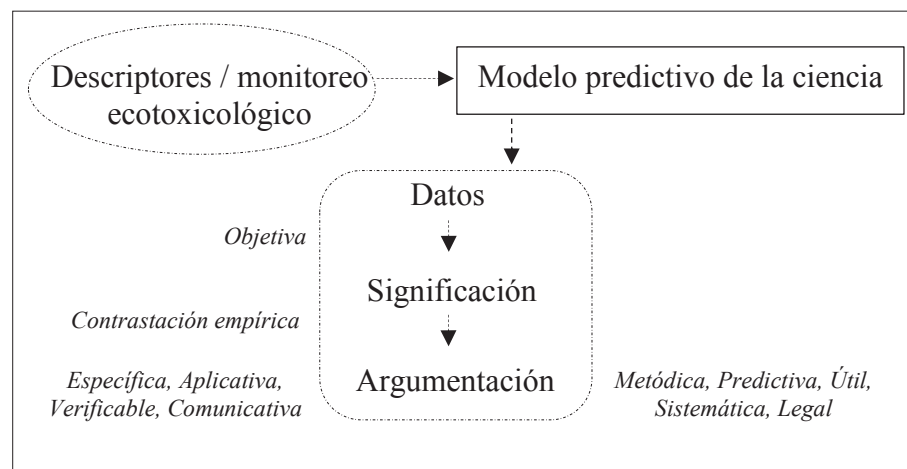


Figura 3. Descriptores / monitoreo ecotoxicológico / modelo predictivo de la ciencia.

DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra, conceptualizaciones de la bioevaluación analítica donde se posibilita la generación de un valor de esfuerzo y pensamiento (Rawluk *et al.*, 2019; Kronenberg & Andersson, 2019; Gerhard *et al.*, 2020), pues cualquier descriptor que en este estudio se propone permite considerar, la sensibilidad, relevancia ecológica, representatividad en el ecosistema, análisis de factibilidad, así como la interpretación métrica (Serrano *et al.*, 2016).

Aunque, debe comprenderse que la ventaja de las condiciones de campo es la desventaja en condiciones de laboratorio, resulta trascendental su combinación para proporcionar desde las bioevaluaciones que los servicios ecosistémicos sean sostenibles en la sociedad (Brown *et al.*, 2018; Vollmer *et al.*, 2018).

A pesar, de que las bioevaluaciones analíticas están presentes en las condiciones de campo y de laboratorio; sin embargo, la construcción de un modelo predictivo de la ciencia en la ecotoxicología acuática, continúa siendo un reto. Según la interpretación de la propia Figura 2, cada nivel o diversos cambios biológicos son señales de posible alteración antropogénica y de esta forma, auxilia como indicador del riesgo ecotoxicológico de modo que, toda bioevaluación que se realiza en la ecotoxicología acuática, posibilita conocer, cómo se va comportando los recursos dentro del ecosistema, además, de informar en paralelo, cualquier deterioro ambiental por cuanto, esta información significa que se analice el grado evolutivo del propio ecosistema (Argota, 2016).

De analizar lo que se indica, un reto científico siempre estará presente: la bioevaluación analítica y la probable aparición de un efecto no deseado ante la exposición de un agente tóxico lo que generaría que se muestre, todas las características de la Figura 3 y que refieren a la explicación de hechos, aceptarse o rechazarse un supuesto, la posibilidad que exista un carácter analítico, que los resultados puedan generalizarse y divulgarse, permita su réplica y que desde los nuevos hallazgos se planifiquen nuevas bioevaluaciones para orientar a predicciones que posibiliten el cambio y la conexión con otras disciplinas, pero que su reconocimiento se sustente en una ley. Al cumplirse con las características que se mencionan, entonces puede señalarse que las bioevaluaciones analíticas permiten establecer modelos predictivos de la ciencia en la ecotoxicología acuática.

La limitación del estudio fue la falta de comparación con otros estudios, pues es inusual que los artículos que se publican desde la ecotoxicología acuática y que muestran en análisis evaluativo desde la dimensión de sus variables de selección, igualmente mencione su correspondencia con la teoría científica que se pretende falsear, y menos que se haga, a partir de repeticiones experimentales para contrastar una hipótesis.

Se concluye que, la bioevaluación analítica de cualquier modelo predictivo de la ciencia en ecotoxicología acuática puede realizarse, bien sea desde condiciones de campo o de laboratorio y donde la teoría falseable que se origine, esté orientada a que los servicios proporcionados por el agua dulce continúe siendo de aprovisionamiento, regulación, cultural, instrumental con perspectiva antropocéntrica y

titular para su debate sobre el valor filosófico intrínseco (Santos *et al.*, 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alizadeh, M.J.; Kavianpour, M.R.; Danesh, M.; Adolf, J.; Shamshirband, S. & Chau, K.W. 2018. Effect of river flow on the quality of estuarine and coastal waters using machine learning models. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 12: 810-823.
- Argota, P.G. & Iannacone, J. 2017. Predicción cuantitativa de riesgo histórico entre ecosistema impactado de referencia ambiental mediante el uso permanente de biomarcadores como nuevo criterio para biomonitores en ecotoxicología acuática. *The Biologist (Lima)*, 15: 141-153.
- Argota, P.G. 2016. *Monitoreo biológico ambiental en ecotoxicología acuática*. Editorial KOPYgraf.
- Brown, C.E.; Bhat, M.G.; Rehage, J.S.; Mirchi, A.; Boucek, R.; Engel, V.; Ault, J.S.; Mozumder, P.; Watkins, D. & Sukop, M. 2018. Ecological-economic assessment of the effects of freshwater flow in the Florida Everglades on recreational fisheries. *Science Total of the Total Environment*, 627: 480-493.
- Caixeta, M.B.; Araújo, P.S.; Rodrigues, C.C.; Gonçalves, B.B.; Araújo, O. A.; Bevilaqua, G.B.; Malafaia, G.; Damacena, S.L. & Rocha, T.L. 2020. Risk assessment of iron oxide nanoparticles in an aquatic ecosystem: a case study on *Biomphalaria glabrata*. *Journal of Hazardous Materials*, 401: 1-42.
- Chan, K.M.; Gould, R.K. & Pascual, U. 2018. Editorial overview: Relational values: what are they, and what's the fuss about? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 35: 1-7.
- Gerhard, J.; Zuim, A.F.; Lloyd, A. & Rosow, D.E. 2020. The role of observation and mentorship in voice pedagogy training. *Journal of Voice*, 34: 161-163.
- Gomes, W.I.A.; Silva, J.A.D.; Paiva, F.F.; Milesi, S.V. & Molozzi, J. 2018. Functional attributes of Chironomidae for detecting anthropogenic impacts on reservoirs: a biomonitoring approach. *Ecological Indicator*, 93: 404-410.
- Jayaprakash, M.; Kumar, R.S.; Giridharan, L.; Sijuhta, S.B.; Sarkat, S.K. & Jonathan, M.P. 2015. Bioaccumulation of metals in fish species from water and sediments in macrotidal Ennore creek, Chennai, SE coast of India: A metropolitan city effect. *Ecotoxicological Environmental Safety*, 120: 243-255.
- Karaouzas, I.; Smeti, E.; Kalogianni, E. & Skoulikidis, N.T. 2019. Ecological status monitoring and assessment in Greek rivers: Do macroinvertebrate and diatom indices indicate same responses to anthropogenic pressures? *Ecological Indicator*, 101: 126-132.
- Kronenberg, J. & Andersson, E. 2019. Integrating social values with other value dimensions: parallel use vs. combination vs. full integration. *Sustainability Science*, 14: 1283-1295.
- O'Callaghan, I.; Harrison, S.; Fitzpatrick, D. & Sullivan, T. 2019. The freshwater isopod *Asellus aquaticus* as a model biomonitor of environmental pollution: A review. *Chemosphere*, 235: 498-509.
- Rawluk, A.; Ford, R.; Anderson, N. & Willians, K.J.H. 2019. Exploración de múltiples dimensiones de valores y valoración: un marco conceptual para mapear y traducir valores para la investigación y la práctica socioecológica. *Sustainability Science*, 14: 1187-1200.
- Raymond, C.M.; Kenter, J.O.; van Riper, C.J. Rauluk, A. & Kendal, D. 2019. Editorial overview: theoretical traditions in social values for sustainability. *Sustainability Science*, 14: 1173-1185.
- Romero, K.C.; Del, R.J.P.; Villarreal, K.C.; Anillo, J.C.C.; Zarate, Z.P.; Gutierrez, L.C.; Franco, O.L. & Valencia, J.W.A., 2017. Lentic water quality characterization using macroinvertebrates as bioindicators: An adapted BMWP index. *Ecological Indicator*, 72: 53-66.
- Saad, A.M. 2020. Biomonitoring and bioassessment of running water quality in developing countries: A case study from Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46: 313-324.

- Santos, J.I.; Vidal, T.; Gonçalves, F.J.M.; Castro, B.B. & Pereira, J.L. 2021. Challenges to water quality assessment in Europe – Is there scope for improvement of the current Water Framework Directive bioassessment scheme in rivers? *Ecological Indicators*, 121: 1-20.
- Serrano, B.E.C.; Grac, C.; Berti, E.L. & Armienta, H.M.A. 2016. Potential application of macroinvertebrates indices in bioassessment of Mexican streams. *Ecological Indicators*, 61: 558-567.
- Shamshirband, S.; Jafari Nodoushan, E.; Adolf, J.E.; Abdul, M.A.; Mosavi, A. & Chau, K.W.; 2019. Ensemble models with uncertainty analysis for multi-day ahead forecasting of chlorophyll a concentration in coastal waters. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 13: 91-101.
- Solovjova, N.V. 2019. Ecological risk modelling in developing resources of ecosystems characterized by varying vulnerability levels. *Ecological Modelling*, 406: 60-72.
- Vollmer, D.; Shaad, K.; Souter, N.J.; Farrell, T.; Dudgeon, D.; Sullivan, C.A.; Fauconnier, I.; MacDonald, G.M.; McCartney, M.P.; Power, A.G.; McNally, A.; Andelman, S.J.; Capon, T.; Devineni, N.; Apirumanekul, C.; Ng, C.N.; Shaw, M.R.; Wang, R.Y.; Lai, C.; Wang, Z. & Regan, H.M. 2018. Integrating the social, hydrological and ecological dimensions of freshwater health: The Freshwater Health Index. *Science of the Total Environment*, 627: 304-313.

Received March 11, 2021.

Accepted May 10, 2021.