



**Directora de
CEIBAS A.C.,
México** (*ramosbcs@
gmail.com*)



**Profesor
investigador,
Universidad
Michoacana de
San Nicolás de
Hidalgo, México**
(*pmunguiaricardo@
gmail.com*)

Intercambio de saberes para el monitoreo comunitario de macroinvertebrados acuáticos

Claudia Saray Ramos Barrios

Itzel Gaytán Velasco
Raúl Francisco Pineda López
Ricardo Miguel Pérez Munguía
Ignacio Daniel González Mora



**Consultora
independiente,
México** (*itgay94@
gmail.com*)



**Coordinador de
Gobernanza y
Agua, WWF, México**
(*igonzalez@wfmex.
org*)

Los métodos para la medición de la calidad e integridad de los ambientes acuáticos son muy diversos y se encuentran basados en tres saberes particulares o áreas de conocimiento: calidad física, química y biológica del medio (Pérez-Munguía *et al.*, 2020). Estos aspectos se interrelacionan entre sí, por lo que cualquier alteración dentro y fuera del sistema puede provocar la disminución de la heterogeneidad ambiental, lo que se manifiesta en una pérdida de la diversidad biológica (Barbour *et al.*, 1999). La urgente necesidad de monitorear nuestros ecosistemas acuáticos hace imperante el desarrollo de modelos científicamente válidos y de fácil acceso a la sociedad civil que permitan intensificar su vigilancia, pero considerando que el ser humano y sus acciones son parte de los ecosistemas (Pérez-Munguía *et al.*, 2020).

Los macroinvertebrados acuáticos (MA) – organismos que viven en los ríos y lagos, perceptibles a simple vista - como bioindicadores de la calidad del agua son una de las formas de evaluar las condiciones naturales de los cuerpos de agua, reflejan la calidad e integridad de los ecosistemas acuáticos



**Profesor
investigador,
Director del Centro
de Capacitación
en Cuencas
A.C., México**
(*rufuspinedal@gmail.
com*)

y son de fácil recolección e identificación a nivel de familia taxonómica (Prat *et al.*, 2009; Roldán, 1973; Roldán-Pérez, 2016). Durante los procesos de contaminación, la respuesta de esta fauna comienza con la disminución en las poblaciones de algunas especies y el aumento de otras, como resultado del rango de tolerancia que cada una tiene (de la Lanza y Hernández, 2014).

El uso de MA como indicadores de calidad de agua no es una aproximación novedosa ya que se inició hace más de 100 años en Europa (Springer, 2010). Por la rapidez y sencillez de su aplicación y su bajo costo, ha adquirido relevancia y aceptación a nivel mundial. Así, en Estados Unidos y Canadá se realiza el monitoreo biológico de calidad de agua por ciudadanos voluntarios, y se han llevado a cabo estudios que reconocen la validez los datos obtenidos ya que los voluntarios entrenados proporcionan información de alta calidad (de la Lanza y Hernández, 2000).

Debido a esa simplicidad relativa del monitoreo con MA se han desarrollado proyectos en diversos países como Costa Rica, Perú, Colombia y El Salvador con la participación de comunidades locales y voluntarios (Ramos-Barrios, 2014). Un caso exitoso es la experiencia de Costa Rica, donde el uso de estos bioindicadores ha sido reconocido y validado con base en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto Ejecutivo n.o 33903-MINAE-S, 2007), el cual ha permitido su uso como elementos probatorios en casos de denuncias penales

por contaminación acuática (Springer, 2010).

En México, se cuenta con experiencias valiosas como la de Global Water Watch México, A. C., que a partir de 2005 inició sus actividades con la finalidad de obtener información sobre los recursos hídricos, promoviendo la participación ciudadana, su capacitación y certificación para el monitoreo de la calidad del agua, haciendo uso de parámetros biológicos, y principalmente físicos y químicos (Flores-Díaz *et al.*, 2013).

En cuanto al monitoreo participativo de calidad de agua usando MA puede mencionarse un trabajo realizado por el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuyo objetivo fue implementar un método biológico para el monitoreo comunitario en la parte alta del río Cuitzmala-Jalisco. Durante estos trabajos se capacitó a dos sectores de la sociedad: adultos y estudiantes, aplicando el índice biológico EPT (Efemeroptera, Plecoptera y Tricoptera). Dentro de las conclusiones preliminares se determinó que la valoración biológica de la calidad del río realizada por los dos grupos sociales fue muy similar a la realizada de forma profesional (Jiménez *et al.*, 2013).

En este artículo se presentan dos experiencias de monitoreo comunitario participativo de MA, uno en la comunidad de Escanelilla, municipio de Pinal de Amoles, estado de Querétaro, en la subcuenca del Río Santa María Bajo y microcuenca Pinal-Presa

Jalpan, en el centro de México; y otro en la comunidad de San Miguel Suchixtepec, municipio del mismo nombre, estado de Oaxaca, subcuenca Copalita y microcuenca La Venta, en el sur de México. En el primer caso se trabajó en el río Escanela (**Figura 1**) y en el segundo, aún en desarrollo, en el Arroyo Guajolote (**Figura 2**).



Figura 1. Trabajo de campo en Escanelilla, río Escanela. Fotografía: Claudia Ramos.



Figura 2. Trabajo de campo en San Miguel Suchixtepec, arroyo Guajolote. Fotografía: Itzel Gaytán.

Para los trabajos en la comunidad de Escanelilla se integró un equipo de trabajo multidisciplinario con expertos en el biomonitoreo; se llevaron a cabo talleres

informativos y de capacitación, y se formó el equipo de monitores comunitarios; se discutieron y estandarizaron los procedimientos técnicos, considerando sobre todo las experiencias de Costa Rica y El Salvador, en términos de la duración y esfuerzo de los muestreos; se trabajó en la elaboración de una guía de identificación de los organismos, así como la adaptación del índice BMWP para la microcuenca; se realizó la investigación y análisis jurídicos de la legislación nacional e internacional, así como el estudio de experiencias previas en otros países, para la fundamentación y definición del marco legal de la propuesta de la norma (Ramos-Barríos, 2014).

El grupo monitor se formó por nueve mujeres amas de casa, así como por jóvenes y niños entre 7 y 16 años, a diferencia de otros trabajos de monitoreo participativo consultados que se realizaron con grupos de jóvenes y estudiantes. Durante el desarrollo de las capacitaciones se intercambiaron experiencias con otros facilitadores de Latinoamérica, y no se tuvo conocimiento de otro grupo de monitoreo conformado principalmente por amas de casa como en este proyecto (Ramos-Barríos, 2014). Este es un valor importante porque se incorporaron los saberes locales considerando la perspectiva de las mujeres.

El grupo de monitoreo mostró una amplia capacidad para la implementación de la metodología y de la guía respectiva, logrando identificar un total de 50 familias de MA (**Figura 3**). Este proyecto permitió comprobar la posibilidad de la

implementación de esta metodología para la generación de información sobre la calidad del agua no solo para la microcuenca, sino para todo el país, y la reproducibilidad y confianza de los resultados obtenidos por monitores comunitarios capacitados.



Figura 3. Identificación de MA por mujeres monitoras comunitarias de Escanelilla. Fotografía: Claudia Ramos.

El acceso a agua de calidad constituye un problema real que precisa de atención inmediata a este recurso de suma importancia para la salud humana, la producción de alimentos, el mantenimiento de la biodiversidad en los diversos ecosistemas, así como para la estabilidad política y social (Carabias y Landa, 2005).

Considerando que la degradación ambiental viola los derechos humanos y que a su vez ésta es el resultado no sólo de fenómenos naturales sino también de las acciones humanas, es preciso la construcción de un saber jurídico ambiental que fundamente la actuación no exclusivamente de los gobiernos. Es necesario

el involucramiento de la sociedad civil y todos aquellos actores que influyen en el desarrollo de estándares para los derechos humanos, sobre todo de los derechos ambientales (Carmona, 2010).

Con base en los trabajos en Escanelilla, se elaboró una propuesta de norma mexicana como una herramienta jurídica para uso de las comunidades en la toma de decisiones, así como en la procuración de justicia; en este sentido, es un producto único en México. Actualmente, no existe norma mexicana que regule el monitoreo participativo, pero para tener la validez jurídica requerida, la opción más viable hasta ahora es la certificación por parte de un notario público, lo cual representa un gasto considerable que no ha podido sufragarse.

Por otra parte, el análisis de la complejidad de la subcuenca del río Copalita requiere utilizar un híbrido de tres aproximaciones conceptuales que fundamentan saberes: 1. El *Sistema Humano-Medio Ambiente*; 2. el *Sistema Socioecológico*; y 3. el *Análisis de Integridad de Cuencas*, como lo plantean Pineda-López *et al.* (2020). En este último, es fundamental el monitoreo de MA y su evaluación a través del Índice de integridad biótica basado en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (IIBAMA) (Pérez-Munguía y Pineda-López, 2005; Gaytán-Velasco, 2021).

En este caso, se realizaron los estudios previos para conocer la integridad ecológica de la subcuenca (Gaytán-Velasco, 2021); se hicieron reuniones informativas y talleres de sensibilización en San Miguel

Suchixtepec con cinco empresas comunitarias de conservación (emprendimientos productivos con prácticas agroecológicas) unidas bajo el nombre de Alianza Suchixtepec; se formó el equipo de monitores tomando como base el grupo de promotores comunitarios juveniles de esta alianza; se discutieron y aprobaron los alcances y compromisos del proyecto de monitoreo, y se trabajó en la elaboración de una guía de identificación de los organismos en la zona de estudio. Posteriormente, se estableció un programa de seis sesiones teórico-prácticas con duración de 40 horas para la primera fase de capacitación en MA y se sumó la calidad ambiental visual y la caracterización geomorfológica de los cauces como dos temas (saberes específicos) que contribuirán al sistema de monitoreo socioecosistémico (**Figura 4**). En la microcuenca La Venta se utiliza el IIBAMA para la evaluación de los organismos. Este índice fue desarrollado para ríos vadeables de México por [Pérez-Munguía y Pineda-López \(2005\)](#) y su uso en más de 80 sitios en distintas cuencas en el país, permite explicar hasta el 73.5 % de la variación de la integridad biótica con base en la valoración de la calidad ambiental visual. Además, se ha observado que el IIBAMA también es sensible para detectar baja calidad del agua e impactos que afectan directamente al caudal.

Se capacitó a 29 personas, niños, jóvenes y adultos, de origen zapoteco, quienes compartieran los nombres de los organismos en su lengua materna, así como experiencias e historias que conocen sobre los MA de su microcuenca. Para



Figura 4. Identificación de MA del arroyo Guajolote. Fotografía: Itzel Gaytán.

este grupo fue importante realizar actividades lúdicas para reconocer los organismos y características más evidentes de las 76 familias de MA recolectadas, de tal manera que se elaboraron juegos de lotería y memoria para utilizarlos en cada sesión y hacer pequeños concursos entre los participantes. Intercambiar saberes fue más provechoso para los asesores técnicos y los participantes, dado que este tipo de actividades fueron bien recibidas en la comunidad y apoyadas por los maestros de la Secundaria Técnica 131 y el Plantel 99 del Instituto de Estudios de Bachillerato del Estado de Oaxaca (IEBO). Asimismo, se fomentó la adquisición de capacidades y habilidades del pensamiento crítico, como saber conceptual pedagógico, tal como lo mostró [Robledo-Beltrán \(2021\)](#).

El intercambio de saberes para hacer realidad el monitoreo comunitario participativo de MA es fundamental y debe

invertirse el tiempo y energía que las comunidades permitan, desde su propio entendimiento, para que se mantenga como un ejercicio de voluntad propia, de creación de sinergias y de contribución legítima a la toma de decisiones en la gestión de sus ríos y cuencas, con la finalidad de recuperar o conservar la calidad del ambiente para su bienestar.

Existen retos que muchos procesos similares comparten y deben buscarse soluciones novedosas: la participación no remunerada en asuntos de interés colectivo, la vinculación de académicos que aborden problemas sociales concretos, la continuidad de esfuerzos para pasar por un proceso de largo plazo y la transformación hacia nuevas formas de tejido social (Flores-Díaz *et al.*, 2013), que tengan el agua como eje de armonización y la cuenca como el espacio de interrelación.

Los saberes conceptuales (aproximaciones conceptuales), los saberes específicos (áreas de conocimiento) y sus métodos, los saberes pertinentes o contextuales (aspectos socioculturales locales) y los saberes jurídicos (la normatividad), han interactuado de manera diferencial, por el tiempo de desarrollo de sus propios procesos, en Escanelilla y en San Miguel Suchixtepec. El primer proceso ha sentado bases muy importantes que ahora inspiran y apoyan el desarrollo en San Miguel. El crecimiento del equipo técnico y los trabajos de investigación recientes están apoyando para que en esta comunidad oaxaqueña se sienten las bases de un sistema de monitoreo socioecosistémico tal como fue discutido en el proyecto *Observatorio*

Nacional para la Sustentabilidad Socioecológica (ONSSSES) (Pineda-López *et al.*, 2020), y generar más evidencias y experiencia para hacer posible una norma mexicana para el monitoreo de MA en México.

Finalmente, el trabajo en red con otros actores facilitará conocer y asimilar los saberes institucionales que permitan garantizar el ejercicio pleno de los derechos humanos relacionados con el ambiente sano y al agua. Asimismo, la consolidación de redes entre las comunidades a lo largo de los ríos es fundamental para que estos procesos integren el necesario enfoque de cuenca que permita una gestión adecuada y sustentable del agua en beneficio de los habitantes.

Agradecimientos

Se agradece al Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable (PROCODES), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de México, por el financiamiento recibido para el proyecto Saneamiento de Ecosistemas (Saneamiento y Monitoreo Comunitario de Calidad de Agua con Macroinvertebrados del Río Escanela), así como a la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., quien apoya el proyecto Asignación de agua al ambiente para fomentar la seguridad hídrica de México. Etapa 4, para las actividades en la cuenca del río Copalita, Oaxaca

Referencias

- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., y Stribling, J. B. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and Fish*. (2nd ed.). US Environmental Protection Agency.

- Carabias, J. y Land, a R. (2005). *Agua, Medio Ambiente y Sociedad. Hacia la Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Carmona, C. (2010). Derechos Humanos y Medio Ambiente. En J. Carmona y L. Hori. (Eds.) *Derechos Humanos y Medio Ambiente*, (pp. 1-34). Universidad Nacional Autónoma de México. <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/libro.htm?l=2759>
- de la Lanza, G. y Hernández, S. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés.
- de la Lanza, G. y Hernández, S. (2014). Organismos acuáticos como indicadores de cambios ambientales: características, elección, interpretación, monitoreo. Ventajas y desventajas. En C. A. González, A. Vallarino, J. C. Pérez y A. Low. (Eds.). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental*, (pp. 41-64). ECOSUR, INECC.
- Decreto Ejecutivo n.º 33903-MINAE-S. Diario Oficial La Gaceta n.º 178, Costa Rica, 17 de setiembre del 2007. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=61013&nValor3=69088&strTipM=TC
- Flores-Díaz, A., Ramos-Escobedo, M. Ruiz-Córdova, S., Manson, R., Aranda, E. y Deutsch, W. (2013). Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global Water Watch-México. *Memorias III Congreso Nacional de Cuencas Hidrológicas 2013*. Morelia, Michoacán, México. https://www.remexcu.org/documentos/cnmch/III-CNMCH-2013_memoria.pdf
- Gaytán-Velasco, I. (2021). *Integridad ecológica de la subcuenca Río Copalita RH21Ba - Costa de Oaxaca, Río Copalita y Otros*. [Tesis de maestría no publicada]. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Jiménez O., Maass, M., y Mathuriau C. (2013). Monitoreo participativo de la calidad de los recursos acuáticos en la cuenca alta del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Memorias del II Congreso Latinoamericano de Macroinvertebrados de Agua Dulce en Querétaro, Qro*. CIE-UNAM.
- Pérez-Munguía, R. M. y Pineda-López, R. (2005). Diseño de un Índice de Integridad Biótica, para ríos y arroyos del Centro de México, usando las asociaciones de macroinvertebrados. *Entomología mexicana*, 4, 241-245.
- Pérez-Munguía, R., Molina-León, I., Zárate-Miguel, S., Ramírez-Hernández, A., Gutiérrez-Gutiérrez, G., Valian-Abad, G., Lozano-Trejo, S., Pineda-López, R. y González-Mora, I. (2020). Macroinvertebrados acuáticos en la valoración de la calidad del ambiente acuático en cauces vadeables de la cuenca del río Copalita, Oaxaca. *Entomología mexicana*, 7, 334-341.
- Pineda-López, R., González-Mora, I., Pérez Munguía, R., Pérez Vives, E., Ochoa, M., Palma, D., Lozano, S. y Molina, I. (2020). Propuesta para el monitoreo socioecosistémico en la cuenca del Copalita. *Revista Nthe*, 34, 28-36.
- Prat, N., B. Ríos-Touma, R. Acosta y M. Rieradevall. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En E. Domínguez y H. R. Fernández. (Eds.) *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Ramos-Barrios, C. (2014). *Propuesta de norma para el monitoreo participativo de calidad de agua en ríos usando macroinvertebrados acuáticos*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Robledo-Beltrán, T. (2021). Fomentar habilidades del pensamiento crítico: enseñanza de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16625>
- Roldán, G. (1973). Efectos de la contaminación industrial y doméstica sobre la fauna béntica del río Medellín. *Actualidades Biológicas*, 2(5), 54-64. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330730>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista Académica de Colombia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 4(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefy.n.335>
- Springer, M. (2010). Capítulo 3: Biomonitoreo acuático. *Revista Biología Tropical*, 58(4), 53-59. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20082/20284>