

## **BIOMONITOREO ACUÁTICO PARTICIPATIVO, UNA ESTRATEGIA PARA PROMOVER LA CIENCIA CIUDADANA**

Jeymmy Walteros<sup>1</sup>

### **Resumen**

El biomonitoreo acuático es considerado un proceso para evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos. En los últimos años ha incrementado la participación de actores sociales en estos procesos de gestión del recurso, lo que ha permitido generar conocimiento, participación y otra manera de comunicar la ciencia. Este trabajo busca reconocer la importancia de la participación de actores sociales de las cuencas Otún y Consota, en el programa de biomonitoreo acuático, de manera que pueden en un futuro ser parte de los procesos de apropiación social del conocimiento, soportados en los principios de la ciencia ciudadana. Esta experiencia tiene un recorrido de más de seis años, donde se han sensibilizado y alfabetizado a más de 70 personas, entre estudiantes de colegios, universitarios y ciudadanos en general. Se espera que estos procesos adelantados permitan la participación activa de estos actores en sus territorios, así como replicar experiencias, implementar protocolos y reconocer los problemas y conflictos ambientales, con el fin de impulsar la ciencia ciudadana.

**Palabras claves:** Biomonitoreo acuático, ciencia ciudadana, estrategias participativas, ríos Otún y Consota.

### **Abstract**

Aquatic biomonitoring is considered a process to assess the health of aquatic ecosystems. In recent years it has increased the participation of social actors in these resource management processes, which has allowed the generation of knowledge, participation and another way of communicating science. This work seeks to recognize the importance of the participation of social actors from the Otún and Consota basins, in the aquatic biomonitoring program, so that in the future they can be part of the processes of social appropriation of knowledge,

---

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad-EIS. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira; [Jeymmy.walteros@utp.edu.co](mailto:Jeymmy.walteros@utp.edu.co)



supported by the principles of the citizen science This experience has a journey of more than six years, where more than 70 people have been sensitized and literate, among students of schools, university students and citizens in general. It is expected that these advanced processes will allow the active participation of these actors in their territories, as well as replicate experiences, implement protocols and recognize environmental problems and conflicts, in order to promote citizen science.

**Keywords:** Aquatic biomonitoring, citizen science, participatory strategies, Otun and Consota rivers.

## Introducción

En los últimos años se ha incrementado la participación de los actores sociales en los procesos de gestión del recurso hídrico (Villamarín, et al., 2013), bien sea con su esfuerzo intelectual, con conocimiento o su interés en participar activamente de procesos de diagnóstico y valoración ecológica de los ríos (Acosta, et al., 2009). Dicha participación genera interés por conocer más sobre lo que es hacer ciencia, además de permitir plantearse preguntas y crea conciencia hacia una nueva cultura científica (Bonney et al., 2009).

La ciencia ciudadana es considerada una valiosa herramienta educativa de utilidad en la comunidad científica, pues permite recopilar información técnico-científica con ayuda de los ciudadanos (Miczajka et al., 2015; Jollymore et al., 2017), además de alberga un potencial para aumentar la administración ambiental ejercida por ciudadanos (Cooper et al., 2007). Aunque es necesario definir los roles de los participantes en este proceso, hay que reconocer cuando son voluntarios y en qué momento se convierten realmente en ciudadanos científicos (Jollymore, et al., 2017), de manera que se genere un aprendizaje significativo en los participantes y donde exista la inclusión de diferentes herramientas que permitan la comunicación y replicación de experiencias.

Si bien, es una experiencia novedosa en el caso del biomonitoreo acuático, se ha adaptado con facilidad en otros campos de actuación, particularmente en ornitología (Cooper, et al., 2007; Bonney, et al., 2009). En el marco de un biomonitoreo acuático participativo, lo que se pretende es incorporar a los actores sociales directamente involucrados con las cuencas hidrográficas, para



monitorear, dar seguimiento y responder a asuntos de interés público (Buytaert, et al., 2014). Algunas experiencias como en México, Perú o Argentina, han incursionado con algún proceso participativo, basados en el arraigo local de cada grupo o programa. También se ha promovido la adaptación de herramientas técnico-científicas, a un lenguaje sencillo, que permita evaluar aspectos como las condiciones biofísicas de las corrientes, la vegetación de ribera y la bioindicación acuática (Cuello, 2011; Encalada et al., 2011; Villamarín et al., 2013).

Por tanto, y en el marco del programa de Estudios Limnológicos para las cuencas de los ríos Otún y Consota, se han venido promoviendo iniciativas puntuales de participación de diferentes actores sociales de la región. Se busca mantener en el tiempo técnicas de entrenamiento sencillo y sistemático sobre biomonitoreo acuático, implementado en una microcuenca modelo, de manera que luego pueda ser replicado el ejercicio en el territorio de cada uno de los participantes. Adicional a esto, se busca promover la participación activa de diferentes actores sociales, además de iniciar un proceso de alfabetización científica, que conlleve la articulación entre la investigación y gestión participativa.

### **Metodología**

Esta iniciativa se enmarcó en diferentes proyectos de investigación desarrollados por el Grupo de Investigación en Ecología, Ingeniería y Sociedad de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. El territorio donde se desarrollan las actividades participativas es el predio Lisbrán, de propiedad de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira, donde se encuentra la microcuenca Dalí, la cual ha sido referente para varias investigaciones.

Se realizó un diagnóstico rápido a nivel de Instituciones Educativas, con el fin de seleccionar aquellas con alto potencial investigativo, tomando como criterio aquellas que tuvieran conformados grupos ecológicos o de investigación, así como aquellas que estuvieran ubicadas cerca de los ríos Otún y Consota. También se contó con la participación de la Asociación Scout regional Pereira, principalmente con grupos lobatos. De igual manera, se convocaron funcionarios de entidades públicas, líderes sociales de la localidad de Cuba-Pereira y grupos de estudiantes y semillero de investigación, de la facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.



Las convocatorias se realizaron vía correo electrónico, con invitación formal en el marco de un proyecto de convenio de cooperación internacional. Se contó con la participación de cuatro grupos ecológicos y/o de investigación de Instituciones Educativas de Pereira, seis grupos estudiantes de pregrado y dos de posgrado de la Facultad de Ciencias Ambientales, así como un grupo de líderes sociales de la comunica Cuba de Pereira y cinco grupos de lobatos de la seccional de Risaralda.

Se realizaron inicialmente talleres de sensibilización ambiental en la microcuenca referente, de manera que también sirviera como parte del reconocimiento y entrenamiento inicial. Adicional a esto se realizaron jornadas de socialización e intercambio de saberes y conocimientos ambientales, particularmente con funcionarios de la empresa Aguas y Aguas de Pereira, así como estudiantes de pregrado y posgrado. En total se realizaron 20 talleres participativos con los diferentes grupos convocados, contando con la participación de más de 70 personas.

En particular con el grupo de escolares, así como con los lobatos de grupo scout, se realizó una propuesta de tipo investigación-acción, bajo la pedagogía constructivista (fundamentado en la propuesta metodológica de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela- E.E.P.E. propuesta por Arango et al., 2009), de manera que fue posible tener tres momentos durante el desarrollo de los talleres: sensibilización- capacitación y acción-reflexión. Como técnica complementaria estuvo la observación directa, lo que permitió cortejar las percepciones los grupos participantes con las condiciones ambientales observadas en el territorio. También se tuvo presente algunos referentes de información sensitiva como preferencias innatas y experiencias previas, de quienes fueron los actores más participativos (Infante y Arce 2015). Esto fue implementado para todos los grupos.

Cada taller se preparó acorde a los requerimientos de cada docente a cargo o guía de grupo, o en su caso al grupo participante. Se prepararon guías ambientales, con protocolos y metodologías acorde a las necesidades y conocimientos de cada grupo de trabajo. Como temáticas claves para el desarrollo de los talleres, fueron considerados: cuenca hidrográfica, humedales-biodiversidad y bioindicación y calidad ecológica del agua. La elección de estos temas de análisis cualitativo, fueron considerados sobre la marcha del ejercicio, a partir de la identificación de patrones primarios (palabras, frases, comportamientos,



pensamientos) que fueron reiterativos y se destacaron en las respuestas de las preguntas orientadoras que surgieron a través del ejercicio participativo.

Finalmente se realizaron asociaciones entre las problemáticas y conflictos ambientales que actualmente se evidencian en estos territorios (cuenca alta del río Otún, con relación al territorio que habita cada grupo), además de reconocer la su biodiversidad y necesidad de un biomonitoreo acuático.

## Resultados

**Diagnóstico rápido.** Para las cuencas Otún y Consota fueron identificados más de 20 actores sociales, entre institucionales gubernamentales y no gubernamentales para estas dos cuencas de interés para el departamento de Risaralda. En primer lugar, se destaca la autoridad ambiental regional, conocida como la Corporación Autónoma Regional de Risaralda –CARDER-, así como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira Aguas y la Unidad de Parques Nacionales de Colombia. Otros actores gubernamentales y no gubernamentales, relacionados con la investigación y gestión del recurso hídrico son Fundación EcoAndina, WWF-Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, Instituto Humboldt, Secretaria de Desarrollo Rural de Pereira, Alcaldías municipales de Pereira y Dosquebradas. Desde las instituciones educativas, se reconocieron siete instituciones de la ciudad de Pereira, con quienes se inició el proceso, pero donde se finalizó solamente con la participación Activa de los colegios Institución Educativa Héctor Ángel Arcila del corregimiento de la Florida-Pereira, el Luis Carlos Restrepo de la localidad de Cuba-Pereira y el Alfonso Jaramillo de la ciudad de Pereira con quien se está iniciando el proceso. Todos estos cuentan con grupos de investigación y/o ecológicos y proyectos ambientales en marcha en los ríos de sus territorios.



Las cuencas de los ríos Otún y Consota siguen siendo un territorio de importancia socioecológica para la región, no solo por proveer de agua a las ciudades de Pereira y Dosquebradas, sino también por su contexto de conservación asociado a las áreas protegidas (Rincón-Ruíz et al., 2014), particularmente para las cuencas altas, pero es necesario involucrar tanto actores locales como regionales para que reconozca no solo la importancia de conservación y valoración de ecosistemas estratégicos (Barragán y Valdés, 2011 y Corrales, 2007), sino para que sean

incluidos en los procesos de recuperación y restauración de ecosistemas deteriorados.

**Experiencias participativas.** Durante la realización de los talleres participaron más de 70 personas entre funcionarios de Aguas y Aguas de Pereira, Carder y Parques Nacionales, así como grupos de estudiantes de Instituciones Educativas de la Vereda La Suiza y de algunas Instituciones Educativas del municipio de Pereira. Fue activa la participación de lobatos del grupo Scout de Pereira y líderes comunales de la comuna Consota. También se contó con la participación de estudiantes de pregrado y posgrado de las Universidades de Caldas, Tecnológica de Pereira y Unisarc.

Todos los talleres de sensibilización y alfabetización se realizaron en la microcuenca Dalí, en el predio reconocido como Hacienda Lisbrán. Cada uno de los talleres tenía un propósito particular, acorde con el grupo al cual estaba dirigido, donde se realizaron algunas exposiciones orales, así como giras de campo, trabajos grupales y charlas sobre temáticas ambientales locales, recalcando la importancia de los humedales, las cuencas y su biodiversidad y el biomonitoreo participativo.

Se destaca que la experiencia con los funcionarios de Aguas y Aguas de Pereira, lo que permite resaltar la necesidad de continuar con este tipo de alfabetizaciones científicas y entrenamientos técnicos con personas que pueden llegar a ser fundamentales para la consolidación de la red de biomonitoreo participativo. Si bien los participantes de este taller no son profesionales en áreas afines con las ciencias ambientales y su nivel de educación es básico (unos pocos son bachilleres técnicos), se destaca su conocimiento empírico y tradicional sobre el uso, manejo y conservación de los recursos naturales que debe ser resaltado en sus labores para la empresa.

Como parte de la experiencia vivencial, durante este taller se implementó un protocolo rápido de evaluación ecológica que incluía una descripción y valoración visual del hábitat, donde se logró identificar con ellos algunos componentes biofísicos de importancia, como son la heterogeneidad de sustratos y combinación de rápidos-remansos, principalmente. Adicional a esto se dio a conocer la relevancia que tienen los bioindicadores para definir la calidad ecológica de una



corriente y se preparó material didáctico apropiado para el desarrollo de estas prácticas.

En cuanto a las experiencias participativas con los escolares y los lobatos del grupo Scout de Pereira, se logró un enfoque ecosistémico con especial atención a los diferentes niveles de organización biológica que abarcan procesos funcionales y de interacciones entre los seres vivos y ambiente. En general, todos los niños comprendieron los conceptos claves propuestos para cada taller, además de asociarlos con la realidad del contexto socio-ambiental en que ellos viven. También es importante que exista motivación, sensibilidad e interés por todo lo que le rodea, pues esto asegura una participación activa (Bonney et al., 2009; Cid, 2005), algo que está inmerso dentro de la filosofía de vida que propone los scouts, donde el respeto por la naturaleza hace parte de sus promesas.



Todos los talleres eran diferentes, acorde con los grupos focales con quienes se ejecutaban. Por tanto, se desarrollaron jornadas de acción-reflexión, en las cuales se realizaron actividades de observación e identificación en campo de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y otros organismos pertenecientes a la biota acuática. Allí se pudo evidenciar la habilidad de muchos de los participantes para observar y comprender detalladamente lo que hay en su entorno y asociar la función con el valor ecológico de estos organismos acuáticos.

En general los participantes reconocieron que los ecosistemas prestan unos servicios a la sociedad, pues asocian la procedencia de sus alimentos y del agua, tanto del bosque como de los ríos y humedales (Cid, 2005; Cartró, Ruiz y Mendez, 2011). También reconocen que la sociedad depende de los recursos naturales y saben que los modifican a través de sus acciones positivas o negativas. Este tipo de acciones participativas, además de recalcar el aprendizaje basado en experiencias, ayuda a reconocer e identificar el territorio, los problemas y conflictos ambientales, además de valorar y resaltar los bienes y servicios que los ecosistemas naturales le ofrece (Cid, 2005).

En particular se observó que los escolares de la Institución Educativa-I.E. Héctor Ángel Arcila valoran su territorio y lo reconocen siempre en sus actividades académicas, haciendo de este espacio un aula abierta de aprendizaje y re-aprendizaje, mejorando su disposición hacia el conocimiento del ambiente, disfrutando el contacto al aire libre y haciéndolo explícito en la construcción y

comunicación del conocimiento científico. Con los demás estudiantes, se observó que, si bien no siempre son posibles las giras de campo, reconocen y valoran estos espacios donde los aprendizajes llegan a ser significativos. Además, se destaca que todos los estudiantes de las Instituciones Educativas de Pereira que asistieron a algún taller, hacen parte de semilleros de investigación o pequeños grupos de investigación escolar.

Bernez *et al.* (2010), consideran que si se logra una relación de proximidad necesaria con los actores sociales, es posible provocar cambios de actitud que favorezcan el ambiente. También resaltan que una investigación de este tipo proporciona información necesaria para formular programas de monitoreo y de evaluación, de manera que la gestión de los actores institucionales sea efectiva y garantice el uso, restauración y/o conservación del ecosistema estratégico, además de contemplar una fase de seguimiento. Es posible que el proyecto de aula sea apenas esa semilla para en el futuro consolidar el programa de biomonitoreo acuático para las cuencas de los ríos Otún y Consota.

Aunque las edades no fueron una limitante para el desarrollo de los talleres, si se observó que en grupos heterogéneos, los niños más grandes son apoyo para la asimilación de conceptos y desarrollo de actividades de los más pequeños. Se evidenció un empoderamiento, apropiación e incorporación del proceso a las acciones de proyectos de aula, particularmente por parte de los escolares de la I.E. Héctor Ángel Arcila sede La Suiza, donde su maestra ha venido implementando la metodología Ecología en el Patio de la Escuela. Los demás escolares, en el caso particular de los estudiantes de la I.E. Luis Carlos González, quedaron comprometidos con su maestra para compartir y replicar la experiencia vivida en la Hacienda Lisbrán, con otros estudiantes allá en su localidad.

El trabajo con los escolares además de gratificante es productivo, ya que estos niños se encuentran en una etapa formativa clave para la enseñanza de buenos hábitos y es el mejor momento para empezar a transmitir conceptos y mensajes conservacionistas orientados a la participación activa, consciente y responsable en el individuo (Cartró, 2011), aunque muchos de ellos han establecido contacto con la naturaleza desde más pequeños.

Si bien, estas acciones realizadas pueden ser conducentes a un programa de ciencia ciudadana, es importante destacar que se ha dado el primer paso que



contempla la alfabetización científica y en buena parte, una apropiación social del conocimiento, donde no solo escolares y maestros hicieron parte del proceso, sino que también se hizo extensiva la invitación a actores sociales locales y funcionarios de instituciones gubernamentales que tienen directa relación con el recurso hídrico. Es acá donde cobra importancia los proyectos de ciencia ciudadana, en los cuales el aprendizaje puede verse en acción. Autores como Turrini et al (2018) y Miczajka, Klein & Pufal (2015), coinciden que tanto escolares como maestros logran tener la oportunidad de comprender su entorno cotidiano, además de fortalecer su pensamiento crítico y algunas competencias específicas.

Aunque la ciencia ciudadana es un campo rápidamente emergente, se está convirtiendo en una estrategia que va más allá de una ganancia de conocimientos y habilidades, saberes y comportamientos ambientales (Cooper, 2007). Se considera como un buen camino hacia la alfabetización y cultura científica (Pandya & Dibner, 2018).

## Conclusiones

Durante las jornadas de sensibilización y alfabetización, se pudo evidenciar la capacidad de indagación, análisis y reflexión de estos actores para comprender lo que sucede en su entorno. Esta experiencia amplía los conocimientos básicos que se tenía sobre biomonitoreo acuático, principalmente los niños y adolescentes, quienes en su actividad académica desarrollan proyecto de aula que involucran valoraciones rápidas de ríos. Para el caso de los grupos scout se convirtió en una actividad innovadora y de interés. Todos los grupos lograron hacer uso de las herramientas para el protocolo de biomonitoreo propuesto, algunos grupos, como en el caso de los escolares requirieron mayor tiempo de entrenamiento para lograr una valoración cualitativa de acuerdo con su criterio.

En general se logró establecer una relación directa entre la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos y la vegetación de ribera, así como con los usos del recurso y el tema calidad ecológica. Un aspecto para resaltar fue la capacidad de los escolares para identificar algunos beneficios y servicios ecosistémicos que ofrecen estas corrientes, destacando en la provisión de agua y la diversidad que estos ecosistemas.



Estas acciones son apenas el comienzo de un camino para lograr hacer ciencia ciudadana, ya que con lo realizado se ha iniciado un proceso interesante de reconocimiento de actores sociales comprometidos con el recurso y el bienestar social, además de iniciar un proceso de alfabetización entre los participantes, tanto en los conocimientos como en el rol que desempeñan en su ámbito local. Para la red de monitoreo limnológico de la cuenca de los ríos Otún y Consota, es relevante seleccionar algunos actores que puedan continuar este tipo de entrenamiento y que se apropien de las diferentes herramientas de valoración, de tal forma que pueden llegar a proporcionar datos, plantear nuevas preguntas y crear colectivamente una nueva cultura científica, además de ajustar los protocolos a los requerimientos locales.

Se destaca la iniciativa de educadores, dirigentes y líderes para continuar con estas acciones que favorecen el reconocimiento y valoración de su territorio, donde convergen sistemas acuáticos de interés socioecológico para la región.

### Bibliografía

- Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J. & Foggin, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, 26.
- Benez, M. C., Kauffer Michel, E. F., Soares Moraes, D., & Álvarez Gordillo, G. (2010). El estudio de las percepciones de la gestión de la calidad del agua, una herramienta para fortalecer la participación pública en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas. *Región y sociedad*, 22(47), 73-104.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., & Foggin, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, 26.
- Cartró Sabaté, M. D. M., Ruiz Mallén, I., & Méndez López, M. E. (2011). Estudio comparativo de conocimientos y percepciones ambientales sobre la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an entre estudiantes de primaria de comunidades maya, México.



- Cid, O. (2005). Los humedales: Espacios educativos. En Centro Nacional de Educación Ambiental. Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER (2010). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Otún. Con el apoyo de Parques Nacionales Naturales. Pereira.
- Cooper, C., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2007). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2).
- Cuello, A. (2011). Ríos, Ciudades y Educación. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua "Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA". Talavera de la Reina.
- Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos-Touma, B. & N. Prat. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA). USFQ, UB, AECID, FONAG. Quito, Ecuador, 83 pp.
- Jollymore, A., Haines, M. J., Satterfield, T., & Johnson, M. S. (2017). Citizen science for water quality monitoring: Data implications of citizen perspectives. *Journal of Environmental Management*, 200, 456-467.
- Miczajka, V. L., Klein, A. M., & Pufal, G. (2015). Elementary school children contribute to environmental research as citizen scientists. *PloS one*, 10(11), e0143229.
- Pandya, P. & A. Dibner (Ed.). (2018). Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/25183>
- Rieradevall, M., Fortuño, P., Ladrera, R., Bonada, N., Verkaik, I., Becerra, M., & Prat, N. (2016). La aplicación riu .net: ciencia y concienciación ciudadana al alcance de todos. IX Congrès Ibèric de Gestió i Planificació de l'Aigua. València, 7-9 setembre 2016.
- Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F., & Bonn, A. (2018). The threefold potential of environmental citizen science-Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation. *Biological conservation*, 225, 176-186.
- Villamarín, C., Rieradevall, M., Paul, M. J., Barbour, M. T., & Prat, N. (2013). A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru: The IMEERA index. *Ecological Indicators*, 29, 79-92.

