

Libro de Artículos Cortos

8° Encuentro de Investigadores
de la **Patagonia Austral**

28 de octubre al 01 de noviembre

2024



ISBN 978-631-6560-13-1



9 786316 560131

8^o





**VIII ENCUENTRO DE INVESTIGADORES/AS,
BECARIOS/AS Y TESISISTAS
DE LA PATAGONIA AUSTRAL**

28 de octubre al 01 de noviembre del 2024

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

8° Encuentro de investigadores de la Patagonia Austral:
Libro de artículos cortos; compilación de Glenda Flores
1a ed. – Río Gallegos: Universidad Nacional de la
Patagonia Austral, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-631-6560-13-1

1. Investigación de Campo. 2. Desarrollo Tecnológico. 3. Patagonia.
CDD 607



BIOMCI: CIENCIA CIUDADANA PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PATAGONIA

Santiago H. TORRES^{1,2}, Pablo MACCHI³, Lorena Noemí LAFFITTE⁴, Cecilia BRAND⁵, Yanina Andrea ASSEF⁵, Pamela QUINTEROS⁵, Yeny LABAUT³, Cristina HORAK⁵, Guillermo Alejandro MORA³, Mariana Soledad TORRES TEUQUIL⁵, Facundo TEJEDOR¹, Lucía GÁRGANO¹, Juan Pablo MARTIN²

¹Centro de Investigación y Transferencia Santa Cruz (CONICET/UNPA/UTN).

²Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales (ICASUR-UASJ-UNPA).

³Universidad Nacional de Río Negro, Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. Sede Alto Valle y Valle Medio, General Roca, Río Negro.

⁴Dirección General de Biodiversidad y Sostenibilidad, Secretaría de Ambiente, Ministerio de Energía y Recursos Naturales, Gobierno de la Provincia del Neuquén.

⁵Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CONICET-UNPSJB), Esquel, Chubut.

pmacchi@unrn.edu.ar

RESUMEN

La ciencia ciudadana es una metodología que promueve la producción de conocimiento científico a través de proyectos estructurados de investigación colectiva, participativa y abierta a diferentes actores sociales. BIOMCI (Biomonitoreo ciudadano) es un proyecto de ciencia ciudadana que propicia la participación colectiva en el monitoreo de la calidad ecológica del agua, favoreciendo la construcción de responsabilidades ciudadanas en la gestión sostenible de las cuencas hídricas. La participación ciudadana en el monitoreo de ecosistemas acuáticos proporciona una visión amplia de los problemas y prioridades, así como un diagnóstico completo del estado ambiental en diferentes cuencas. Del proyecto participan investigadores, docentes y estudiantes universitarios, representantes de organismos de gestión pública (provinciales y municipales), comunidades de pueblos originarios, comunidades educativas y asociaciones de pescadores, entre otros. Las actividades incluyen la realización de talleres con los diferentes actores sociales que habitan en el territorio de las cuencas hidrológicas bajo estudio; salidas de campo para la toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos; la identificación de los macroinvertebrados bioindicadores presentes y la carga de la información en la aplicación BIOMCI para dispositivos móviles, que permite calcular el valor de un índice biótico y la evaluación de la calidad ecológica del agua en el sitio estudiado.

Palabras clave: Biomonitoreo participativo; ríos y arroyos; macroinvertebrados; Patagonia y Cuyo

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los ecosistemas acuáticos enfrentan un grave deterioro de la calidad del agua, principalmente como resultado de la intervención humana. Este problema no solo amenaza la biodiversidad, sino también las contribuciones esenciales que estos ecosistemas ofrecen a la sociedad. Por ello, es urgente que todos los actores sociales se comprometan a conservar y gestionar adecuadamente los recursos hídricos. En Argentina, muchos arroyos y ríos se ven afectados por la influencia de áreas urbanas y diversas actividades productivas que se desarrollan en sus cuencas, como la agricultura, la ganadería, la minería y la extracción de hidrocarburos (Macchi y Maestroni, 2020). Estas actividades tienen el potencial de dañar los ecosistemas acuáticos y deteriorar la calidad del agua. Además, el crecimiento económico y la expansión urbana provocan cambios en el uso del suelo, impactando de manera significativa a los ríos en distintas ecorregiones (Macchi *et al.*, 2019).

La ciencia ciudadana es una metodología que promueve la producción de conocimiento científico a través de proyectos estructurados de investigación colectiva, participativa y abierta a diferentes actores sociales. Este enfoque innovador permite a personas fuera del entorno académico participar activamente en la investigación científica, rompiendo así las



barreras tradicionales entre científicos y el público general (Cochero, 2018). La ciencia ciudadana no solo democratiza el proceso investigativo, sino que también amplía las capacidades para abordar desafíos complejos y globales al aprovechar la colaboración masiva y la diversidad de conocimientos (Haklay, 2015). Este modelo participativo está cambiando la forma en que se realiza la investigación, promoviendo una mayor inclusión de perspectivas y habilidades variadas en la generación de conocimiento (Macchi y Maestroni, 2020).

La utilización de bioindicadores se ha convertido en una herramienta clave para evaluar la calidad ambiental. Los bioindicadores son organismos o componentes biológicos que reflejan el estado del ambiente, proporcionando datos cruciales sobre la salud de los ecosistemas (Miserendino *et al.*, 2022). La participación ciudadana en el monitoreo de estos indicadores, como la evaluación de la calidad del agua a través del seguimiento de especies acuáticas, ha permitido una recolección de datos más extensa y detallada (Cochero, 2018; Macchi y Maestroni, 2020).

Frente a desafíos globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y las pandemias, la ciencia ciudadana se destaca como una herramienta crucial para la recopilación de datos a gran escala y para la promoción de la resiliencia comunitaria (Crain *et al.*, 2014). En Argentina, este enfoque ha comenzado a cobrar relevancia, con iniciativas que buscan movilizar a ciudadanos en relevamientos de información sobre la biodiversidad, la salud, el clima, entre otros (Cochero, 2018). La colaboración entre universidades y organizaciones no gubernamentales es fundamental para el crecimiento de la ciencia ciudadana en el país, demostrando cómo un enfoque participativo puede beneficiar tanto a la ciencia como a la comunidad (Pérez *et al.*, 2020).

Con el objetivo de monitorear participativamente la calidad ecológica del agua en ríos y arroyos de cuencas patagónicas para promover el uso de bioindicadores basados en macroinvertebrados acuáticos y promover una gestión integral de los recursos hídricos, el proyecto de investigación BIOMCI, biomonitoreo ciudadano de ríos y arroyos de patagonia es una propuesta de investigación interdisciplinaria que fomenta la participación ciudadana en la generación de conocimiento científico.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Para propiciar un trabajo integrado y colectivo, pero con comunidades locales en el biomonitoreo de Patagonia, el proyecto incluye tres nodos distribuidos en distintas provincias de la Patagonia (Figura 1a). El nodo Norte, con sede en el Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (CONICET- Universidad Nacional de Río Negro), es la sede central del proyecto e involucra docentes, investigadores, becarios, estudiantes y gestores de las provincias de Río Negro y Neuquén. El nodo Centro, con sede en el Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CONICET - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco) involucra docentes, investigadores, becarios y estudiantes de la provincia de Chubut. El nodo Sur, con sede en la Unidad Académica San Julián (UNPA) y el Centro de Investigaciones y Transferencia de Santa Cruz (CONICET-UNPA-UTN) involucra docentes, investigadores, becarios y estudiantes de la provincia de Santa Cruz.

Los coordinadores de cada uno de los nodos son los responsables de la organización de talleres participativos en tres localidades de cada uno de ellos. Además, son los referentes del proyecto en las subregiones y su función es la de propiciar la participación de diferentes actores sociales en los talleres, seminarios y en los biomonitoreos (salidas de campo). La elección de las localidades se basa tanto en las posibilidades de realización de las prácticas de biomonitoreos, priorizando aquellas localidades que cuenten con un río o arroyo en sus cercanías. Además, dentro de las posibilidades se tiene en cuenta la expansión territorial, intentando que cada uno de los nodos se vean reflejadas las ecorregiones dentro de la zona de influencia (Figura 1a). Por último, para una mayor difusión del proyecto, cada nodo participa de actividades de divulgación científica organizados por las instituciones en las que se desempeñan, tales como semana de la ciencia, ferias científicas abiertas a la comunidad, jornadas ambientales, etc.

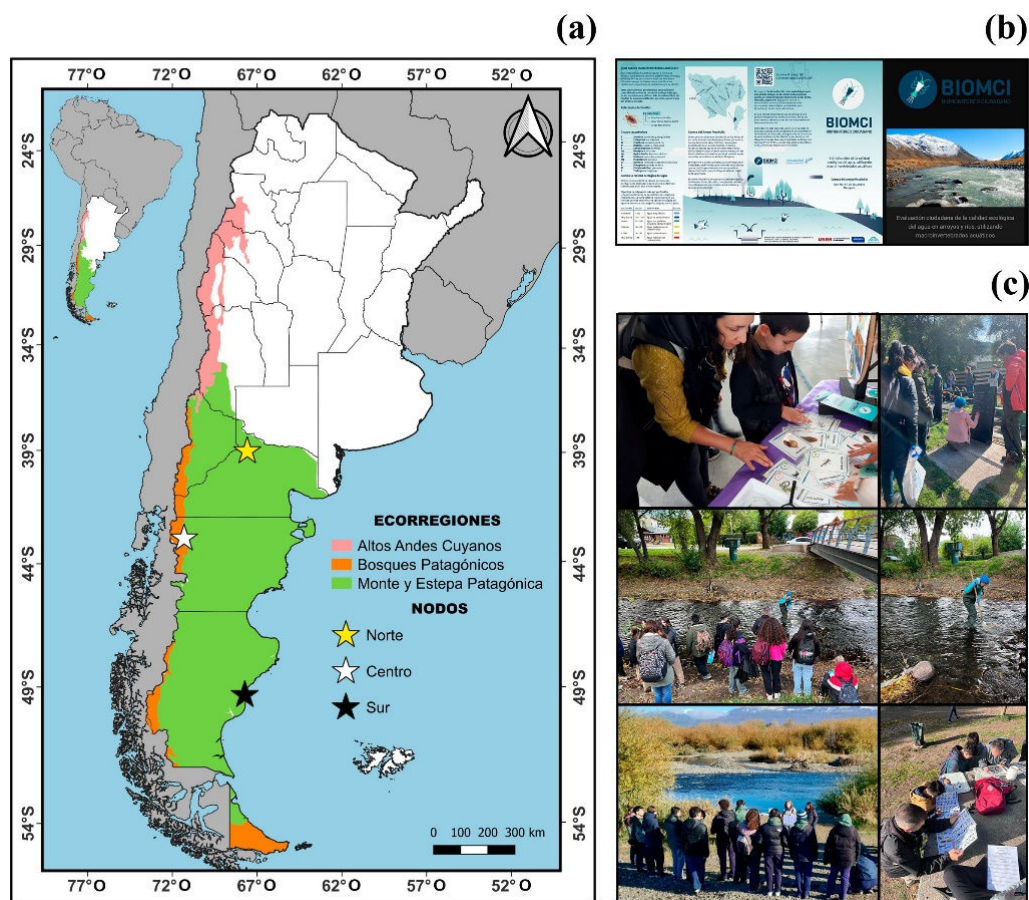


Figura 1. (a) Ubicación de nodos de trabajo y ecorregiones de la Patagonia. (b) Guía didáctica y App BIOMCI. (c) Talleres y actividades de divulgación.

Diseño de guías didácticas y cartillas de biomonitoreo

Para el diseño de una guía didáctica integral que incluya la introducción al biomonitoreo ciudadano y a su aplicación en campo, se conformó un grupo de trabajo, coordinado por estudiantes y docentes de las carreras Licenciatura en Diseño Visual (LDV) y Profesorado de Nivel Medio y Superior en Biología (PNMSB), de la UNRN y representantes de la sociedad civil integrantes del proyecto. Se utilizó como base, el material elaborado en los proyectos anteriores para contextualizarlos y adaptarlos a toda la región Patagónica. La propuesta es trabajada y consensuada en diversas instancias participativas virtuales. Para la confección de las guías son considerados aspectos sociales, ambientales y culturales de la región, abordando la problemática del agua, la contaminación y su gestión sostenible. Las cartillas para realizar los biomonitoreos incluyen tanto el protocolo de muestreo, como también una guía fotográfica para identificar los macroinvertebrados y la metodología para el cálculo del índice biótico BMPS por ecorregión (bosque y monte-estepa).

Actualización de la App y del sitio web (BIOMCI)

El desarrollo de una nueva versión de la App BIOMCI constituye la principal herramienta para realizar el biomonitoreo utilizando macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua. La App BIOMCI posibilita, mediante el uso de claves dicotómicas y fotográficas, identificar las familias de macroinvertebrados y calcular el valor de índice biótico en el sitio monitoreado para determinar su categoría de calidad del agua (Miserendino *et al.*, 2022). La evaluación resultante (que requiere previas fotografías del sitio), es enviada a través de la App, a un servidor central. En el caso de falta de conexión a internet, los mismos son enviados automáticamente al restablecerse la misma.

Para la nueva versión de la App, se utilizan como insumos los algoritmos de la versión BiomonitorioRN, y en su armado participa el equipo de desarrolladores de la versión anterior, bajo la coordinación y seguimiento de los integrantes del



proyecto. Actualmente, se están llevando a cabo las adecuaciones requeridas para poder utilizar esta App a lo largo de toda la región Patagónica. Uno de los aspectos nuevos que se está desarrollando es la selección del área geográfica donde se realizará el biomonitoreo (montaña vs. meseta). Esto es debido a los diferentes rangos de clases de calidad del agua que puntúa el índice BMPS entre los ríos y arroyos de esas ecorregiones (Miserendino *et al.*, 2022). También se incorporarán nuevas familias de macroinvertebrados, con fotografías, y una descripción de sus rasgos taxonómicos y ecológicos. Para facilitar el biomonitoreo, se adicionará una sección de “Ayuda” con los materiales y equipamiento de muestreo, y el protocolo validado para Patagonia (Miserendino *et al.*, 2022).

Talleres, biomonitoreo de participación social y discusión de resultados

En los talleres y salidas de campo se adopta la filosofía y los principios de la Educación Ambiental como eje metodológico, lo que permite mayores probabilidades de éxito para alcanzar los objetivos y metas del proyecto en base a criterios de sustentabilidad. Mediante estas acciones, se favorece el desarrollo de las potencialidades y capacidades de las comunidades locales, para contribuir a su propio bienestar, en un ambiente sano. Para ello se propone, en cada uno de los nodos geográficos, la selección de tres localidades ribereñas para realizar el biomonitoreo de referencia. El término de referencia hace alusión a la primera experiencia comunitaria local en la evaluación ciudadana de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados. Teniendo como base las experiencias de talleres realizados en proyectos anteriores (Biomonitoreo y Gestión, San Martín de los Andes), en cada una de las localidades se busca trabajar con escuelas primarias y/o secundarias, comunidades de pueblos originarios, asociaciones de pescadores, funcionarios y técnicos de organismos del estado, entre otros.

En los talleres se identifican y discuten, junto a los actores sociales, las posibles problemáticas del agua, asociadas a los diferentes usos del suelo en las cuencas de las localidades seleccionadas (diagnóstico ambiental). En otra instancia participativa, y con el soporte de la guía y el material didáctico previamente elaborado, se abordan mediante actividades conceptos sobre hidrología, calidad del agua y contaminación, biodiversidad, macroinvertebrados, biomonitoreo, gestión integral de los recursos hídricos, participación ciudadana. Luego de la realización de los talleres participativos, se llevan a cabo las salidas de campo para realizar la evaluación de la calidad del agua mediante el biomonitoreo a los arroyos o ríos, seleccionados previamente en los talleres.

Para el muestreo de macroinvertebrados se utilizan redes de pateo o de marco D, siguiendo el protocolo sugerido para Patagonia (Miserendino *et al.*, 2022). Con el soporte de la App BIOMCI y las cartillas de identificación, se reconocen los macroinvertebrados recolectados y se calcula el índice biótico, que permitirá valorar la calidad del agua.

Finalmente, en otra instancia con formato de taller, junto a los científicos ciudadanos de las localidades que participaron del proceso, se analizan y discuten los resultados, identificando, si hubiere, sitios críticos y su relación con el uso del suelo en la cuenca. En esta instancia, se recupera la hipótesis de trabajo y se testea con los resultados obtenidos. Con los resultados, análisis y conclusiones del biomonitoreo ciudadano en cada una de las localidades, se elaborará un informe final para compartir con organismos del estado responsables de la gestión hídrica, así como para su difusión en medios de comunicación locales y regionales.

LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Las actividades descriptas forman parte del proyecto de Ciencia Ciudadana BIOMCI, Biomonitoreo Ciudadano de ríos y arroyos, el cual es financiado por el Programa Nacional de Ciencia Ciudadana, convocatoria 2023. Además, forma parte de las líneas y grupos de investigación de los tres nodos participantes. En el nodo Norte participan investigadores y becarios del grupo de Limnología y Bioindicadores del Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG-CONICET-UNRN). Los integrantes del nodo Centro son investigadores especialistas en ecología de ecosistemas acuáticos del Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP-CONICET-UNPSJB). Del nodo Sur participan docentes investigadores y becarios pertenecientes al grupo de investigación consolidado Biología y Ecología de organismos y comunidades bentónicas de la Patagonia Austral del Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales (ICASUR-UASJ) y del Centro de Investigaciones y Transferencia Santa Cruz, CIT Santa Cruz (CONICET-UNPA-UTN).



RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS

Durante el 2024 se ha trabajado en la actualización de la aplicación BIOMCI y del sitio web (www.biomci.ar). Además, se está trabajando en el diseño de la guía didáctica integral que incluye la introducción al biomonitoreo ciudadano y a su aplicación en campo, considerando la diversidad cultural de la región (Figura 1b). En cada uno de los nodos se identificaron los cuerpos de agua y los actores sociales con los que se trabajará y se iniciaron los primeros talleres en escuelas e instituciones (Figura 1c). Al concluir todos los talleres y biomonitoreos propuestos en los ecosistemas de cada nodo, se revisarán y aprobarán los resultados del índice BMPS, para su visualización en un mapa de puntos georreferenciados (web).

Durante las instancias de participación social de cierre de proyecto, se analizará la información resultante para identificar la relación entre los valores del índice BMPS y la influencia antrópica en la cuenca. En estos espacios se analizarán las posibles problemáticas hídricas locales y regionales que surjan a partir del biomonitoreo, que requieran la búsqueda de posibles soluciones. La participación social promovida por el proyecto facilitará un proceso constructivo y democrático, en el que diversos actores podrán encontrarse y colaborar, desde un sentimiento de pertenencia, en la gestión integral de los recursos hídricos. La base de datos BIOMCI podrá actualizarse con futuras contribuciones de científicos ciudadanos brindando una perspectiva no solo espacial, sino también temporal, para la toma de decisiones.

FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Del proyecto de investigación participan estudiantes y becarios de grado y postgrado pertenecientes a universidades patagónicas (UNRN, UNPSJB, UNPA). La participación de estudiantes de la carrera Profesorado de Nivel Medio y Superior en Biología (PNMSB) de la UNRN permite el desarrollo de habilidades vinculadas a la transmisión de información científica a la comunidad, las cuales son de gran utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje del pensamiento basado en la ciencia. Además, el trabajo interdisciplinario con estudiantes y docentes de la carrera Licenciatura en Diseño Visual de la UNRN, permite estructurar y presentar estos conocimientos de un modo tal, que pueda ser apropiado en forma efectiva haciendo uso de los recursos audiovisuales, e incluyendo la estética como dominio constitutivo y no simplemente como agregado de la usabilidad. Por último, parte de la información obtenida en los muestreos de los diferentes nodos podrán ser utilizados como insumo en trabajos finales de carreras de grado y postgrado desarrollados por los integrantes del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- ARANA, M. D., MARTÍNEZ, G. A., NATALE, E. S. & MORRONE, J. J. (2017) Map and shapefile of the biogeographic provinces of Argentina. *Zootaxa*, 4341 (3), 420-422. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4341.3.6>.
- BONNEY, R., PHILLIPS, T., BALLARD, H., & ENCK, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984. doi:10.1525/bio.2009.59.11.9.
- COCHERO, J. (2018). AppEAR: Una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales. *Ecología Austral*, 28, 467-479.
- CRAIN, C. M., COOPER, C. B., & DINELLA, A. S. (2014). The Role of Citizen Science in Addressing Global Environmental Challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12 (4), 191-198. doi:10.1890/120266
- CRUZ, M. P., GONZÁLEZ, E., & FERNÁNDEZ, S. (2021). Iniciativas de Ciencia Ciudadana en Argentina: Un Enfoque hacia la Conservación de la Biodiversidad. *Revista de Ciencias Ambientales*, 35 (2), 145-159. doi:10.1080/12345678
- HAKLAY, M. E. (2015) Citizen Science and Policy: A European Perspective. (Case study series 4). Woodrow Wilson International Center for Scholars: Washington, DC, USA.
- KREMEN, C., & CHAPLIN-KRAMER, R. (2011). Supporting Biodiversity and Ecosystem Services with Landscape-Scale Restoration. *Nature*, 475 (7355), 24-25. doi:10.1038/475024a.



- MACCHI, P. A., BERNARDIS, A. M., LAVALLE, A. L., BAEZA, L., ENCINA, M., MORA, G. A., NAVARRO, M., & SAADE, I. (2019). Invertebrados acuáticos como indicadores del estado ambiental del Río Negro. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 9 (1), 28-31.
- MACCHI, P. A., & MAESTRONI, B. (2020). Biomonitoring of Freshwater Ecosystems: Research and Citizen Participation in the Upper Valley of Río Negro and Neuquén (Patagonia, Argentina). *Food & Environmental Protection Newsletter*, 23 (2), 28-30.
- MISERENDINO, M. L., MACCHI P. A., & BRAND, C. (2022). Región Patagonia: Índices bióticos. En: Giorgi, A., Domínguez, E. & N. Gómez (Comp.) Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina - 1a ed. - Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- PÉREZ, A., LÓPEZ, J., & MARTÍNEZ, L. (2020). Colaboración entre Universidades y ONGs en Ciencia Ciudadana en Argentina: Casos de Estudio y Perspectivas. *Revista de Estudios en Ciencia y Sociedad*, 22 (4), 233-249. doi:10.54321/recs.2020.22.4.233.
- SILVERTOWN, J. (2009). A New Dawn for Citizen Science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24 (9), 467-471. doi:10.1016/j.tree.2009.03.017