

Participación local en ciencia ciudadana: aprendizajes y desafíos de un programa de monitoreo de centinelas comunitarios en el Sur de Chile

Participação local na ciência cidadã:

aprendizados e desafios de um programa de monitoramento de sentinelas comunitárias no sul do Chile

Local participation in citizen science:

Lessons learned and challenges from a community sentinel monitoring program in Southern Chile

Paula CÁRCAMO Mansilla^{1,4,5}, Francisco Javier ARAOS Leiva^{2,5*},
Flores DIASTRE^{1,5}, Magdalena Francisca HUERTA Téllez³

Artigo recebido em
8 de outubro de 2024

Versão final aceita em
13 de fevereiro de 2026

Publicado em
24 de julho de 2026

Resumen: La participación de las comunidades locales en los procesos de investigación puede facilitarse a través de iniciativas de ciencia ciudadana. Las diferentes metodologías de esta disciplina permiten colaborar con los habitantes de los territorios en la generación y la sistematización de antecedentes para fortalecer las acciones de conservación de ecosistemas relevantes. Así, el objetivo de este trabajo fue sistematizar la experiencia de monitoreo comunitario y evaluar las motivaciones y expectativas de sus participantes. En el Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín (SNHRM), un área relevante para la conservación biocultural, se desarrollaron dos iniciativas de monitoreo participativo utilizando la metodología de Centinelas Comunitarios. Esta metodología se basa en compartir antecedentes de biodiversidad, memoria, prácticas, usos, cambios ambientales y paisaje cultural relevantes para las comunidades, permitiendo la integración de antecedentes locales y el rescate de conocimientos tradicionales. El primer nodo de monitoreo incluyó el tramo inicial del río Maullín, entre las comunas de Llanquihue y Los Muermos (-41,26°S, -71,99°O), y el segundo en la zona estuarina de Amortajado – Maullín (-41,661°S, -73,684°O). Entre los principales resultados se identificó la necesidad de involucramiento de los participantes en acciones que visibilicen y promuevan la conservación del SNHRM. Se obtuvo un total de 90 registros, donde destacan 27 sobre biodiversidad y 33 sobre amenazas ambientales. Esta información se compartió a través de grupos de mensajería instantánea y se complementó con actividades de campo: 11 en el Nodo Llanquihue – Los Muermos y nueve en Amortajado.

Palabras claves: ciencia-comunitaria; monitoreo; conservación local.

Resumo: A participação das comunidades locais nos processos de investigação pode ser facilitada por meio de iniciativas de ciência cidadã. As diferentes metodologias dessa disciplina permitem colaborar com os habitantes dos territórios na geração e sistematização de antecedentes para fortalecer as ações de conservação de ecossistemas relevantes. Assim, o objetivo deste trabalho foi sistematizar a experiência de monitoramento comunitário e avaliar as motivações e expectativas dos participantes. No Santuário da Natureza Humedales del Río Maullín (SNHRM), uma área relevante para a conservação biocultural, foram desenvolvidas duas iniciativas de monitoramento participativo utilizando a metodologia de Centinelas Comunitários. Essa metodologia se baseia no compartilhamento de antecedentes de biodiversidade, memória, práticas, usos, mudanças ambientais e paisagem cultural relevantes para as comunidades, permitindo a integração de antecedentes locais e o resgate de conhecimentos tradicionais. O primeiro nó de monitoramento incluiu o trecho inicial do Rio Maullín, entre os municípios de Llanquihue e Los Muermos (-41,26°S, -71,99°W), e o segundo na zona estuarina de Amortajado – Maullín (-41,661°S, -73,684°W). Entre os principais resultados, identificou-se a necessidade de envolver

- 1 Universidad de Los Lagos (Ulagos), Osorno, Provincia de Osorno, Chile.
- 2 Universidad de Chile (UCH), Santiago, Provincia de Santiago, Chile.
- 3 Fundación Legado Chile, Puerto Varas, Provincia de Llanquihue, Chile.
- 4 ONG Ser del Sur, Quellón, Provincia de Chiloé, Chile.
- 5 Núcleo Milenio sobre Tecnociencia Ciudadana para la Transformación Socioambiental, Santiago, Provincia de Santiago, Chile.

* E-mail de contacto:
francisco.araos@uchile.cl

os participantes em ações que visibilizem e promovam a conservação do SNHRM, obtendo-se um total de 90 registros, destacando-se 27 sobre biodiversidade e 33 sobre ameaças ambientais. Essas informações foram compartilhadas por meio de grupos de mensagens instantâneas e complementadas com atividades de campo: 11 no Nodo Llanquihue – Los Muermos e 9 em Amortajado.

Palavras-chave: ciência comunitária; monitoramento; conservação local.

Abstract: The participation of local communities in research processes can be facilitated through citizen science initiatives. To strengthen conservation actions in relevant ecosystems, different methodologies of this discipline support the collaboration with local inhabitants in data generation and systematization. The objective of this work was to systematize the community monitoring experience and assess participants' motivations and expectations. In the Humedales del Río Maullín Nature Sanctuary (SNHRM) – a relevant area for biocultural conservation – two participatory monitoring initiatives took place using the community sentinels methodology. This methodology is based on sharing information on biodiversity, memory, practices, uses, environmental changes, and cultural landscape relevant to communities, integrating local information and the recovery of traditional knowledge. The first monitoring node included the initial stretch of the Maullín river, between the communes of Llanquihue and Los Muermos (-41.26°S, -71.99°W), and the second the estuarine area of Amortajado-Maullín (-41.661°S, -73.684°W). The main results include the need to involve participants in actions that raise awareness and promote SNHRM conservation, with a total of 90 records, notably 27 on biodiversity and 33 on environmental threats. This information was shared through instant messaging groups and complemented by field activities: 11 in the Llanquihue – Los Muermos Node and nine in Amortajado.

Keywords: Community science; monitoring; local conservation.

1. Introducción

La ciencia ciudadana (CC), también conocida como ciencia comunitaria o participación pública en la investigación científica, es un movimiento creciente que involucra la participación activa de ciudadanos en el diseño e implementación de investigaciones científicas en una amplia gama de disciplinas (Theobald et al., 2015). Aunque la CC se considera, a veces, un fenómeno reciente, los científicos aficionados han estudiado el mundo a lo largo de la historia (Miller-Rushing et al., 2012), y gran parte del conocimiento actual sobre el entorno natural deriva de datos que han sido recopilados, transcritos o procesados por personas sin entrenamiento formal o conocimiento científico (Bonney et al., 2014).

La CC se ha convertido en una metodología popular y está basada en la construcción de relaciones de colaboración, cooperación y co-producción de información entre científicos y personas (Jordan et al., 2016) que aprovechan los recursos de la participación social para abordar cuestiones ambientales y compartir experiencias dentro del proceso científico (López-Gómez et al., 2014). La CC puede ampliar la capacidad de investigación y, al mismo tiempo, brindar oportunidades estimulantes para los participantes, quienes se involucran directamente en la solución de problemas públicos (Ellwood et al., 2017). Por lo tanto, puede ser considerada una aproximación metodológica que permite comprender de manera más completa la relación entre los territorios y sus habitantes (Araos et al., 2022).

La CC ha demostrado ser una herramienta valiosa para la conservación

de la biodiversidad (Ellwood et al., 2017). El interés de los miembros de las comunidades humanas en proteger su lugar de vida contra diversas amenazas ambientales ubica a la conservación y el uso sostenible de la naturaleza como una estrategia central para proyectar el futuro, integrando las prácticas y los conocimientos tradicionales, así como promoviendo diversas formas de conexión con el medio ambiente (Brondizio et al., 2021). De esta manera, iniciativas de monitoreo ciudadano participativo contribuyen a la consecución de estos objetivos, estableciendo diagnósticos que incentivan la toma de conciencia acerca del estado socioambiental de los territorios y la co-construcción de estrategias para enfrentar tales amenazas (Araos et al., 2023).

La promoción de iniciativas de CC que se acerquen al cumplimiento de objetivos de conservación requiere incorporar metodologías que permitan obtener resultados sostenibles y sólidos para la gestión ambiental. En esa tarea, es importante identificar los intereses y las expectativas, las barreras de participación y los aprendizajes de los participantes (Kapoor, 2001). Si bien la relación entre los territorios y sus habitantes se puede comprender a través de la ciencia ciudadana (Araos et al., 2022), tanto la medida en la cual el público participa en el proceso de investigación como la calidad de esa participación están estrechamente relacionadas con la variedad y los tipos de resultados logrados (Shirk et al., 2012). Dado que el éxito de los proyectos de ciencia ciudadana depende de la participación y la retención de participantes, su motivación a la hora de dedicar tiempo, habilidades y conocimientos no remunerados a la ciencia es objeto creciente de estudio (Larson et al., 2020; Shinbrot et al., 2023).

Las motivaciones y las barreras de participación en el voluntariado siguen siendo un tema poco estudiado en el Sur Global, en comparación con la investigación al respecto proveniente de los países del hemisferio norte (Shinbrot et al., 2023). En general, las motivaciones parecen estar influenciadas por el estatus socioeconómico y el contexto cultural (Bonney et al., 2009; Rotman et al., 2014; Ellwood et al., 2017) y, como regla general, el voluntariado es mayor en países/localidades con mayores ingresos dado que las personas con menos recursos dedican más de un tercio de su tiempo a actividades generadoras de ingresos (Salamon et al., 2011). Investigaciones recientes han identificado una variedad de motivaciones para participar en la ciencia ciudadana y, en el caso del monitoreo ambiental, emergen cinco categorías para explicar qué influye en la participación:

- (1) ayudar al medio ambiente;
- (2) aprender sobre el entorno propio;
- (3) conectarse socialmente con otros;
- (4) ser parte de un equipo bien organizado que valora su trabajo; y
- (5) experimentar oportunidades de reflexión personal fuera de su rutina y en la naturaleza (Shinbrot et al., 2023).

Tomando como base esta discusión, presentamos dos experiencias de ciencia ciudadana desarrolladas en el Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín (SNHRM) en la región de Los Lagos, en el Sur de Chile. A partir de la metodología de Centinelas Comunitarios (Araos et al., 2022) – que promueve la observación y el registro de aspectos relevantes de los territorios desde la mirada sus habitantes – se desarrolló un programa de monitoreo comunitario para caracterizar aspectos socioambientales del territorio desde la perspectiva de sus habitantes. Participaron de la iniciativa personas locales que de manera voluntaria compartieron información a través de un grupo de mensajería instantánea, participaron en talleres de capacitación sobre el cuidado y monitoreo de aguas, y en navegaciones de reconocimiento colectivo del territorio para profundizar en la caracterización socioambiental en diferentes sectores del SNHRM.

Así, el objetivo de este trabajo fue sistematizar la experiencia de monitoreo comunitario y evaluar las motivaciones y las expectativas de sus participantes. A través de la descripción de su trabajo de monitoreo e investigación científica y la aplicación de encuestas, evaluamos el éxito relativo de las estrategias participativas aplicadas. Finalmente, analizamos críticamente su potencial para contribuir a las estrategias de conservación ya existentes o la generación de experiencias nuevas.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

En el Sur de Chile (-41.15° S), el complejo de humedales formado por el río Maullín es un área muy relevante para la conservación de la biodiversidad acuática. Esto considerando la diversidad biológica presente y su rol como uno de los pocos sistemas de humedales que conforman un corredor biológico acuático entre ecosistemas andinos lacustres y el Océano Pacífico (Cursach et al., 2022). A partir de una importante articulación social que decantó en la presentación de una propuesta para la creación del Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín (SNHRM), se logró proteger legalmente 8.152 ha de humedales a través de la creación legal del santuario en el año 2022 (Delgado et al., 2020). Este sistema hidrológico alberga el sitio arqueológico Monteverde datado en más de 14.000 años y en la actualidad, sigue otorgando servicios ecosistémicos que permiten el mantenimiento de formas de vida para las múltiples comunidades ribereñas que se relacionan con estos humedales (Delgado et al., 2020). Así, esta nueva área protegida surge como un mecanismo de resguardo de los espacios de vida que han sustentado a las comunidades ribereñas (Almonacid & Araos, 2021), desarrollando prácticas consuetudinarias que han permitido su subsistencia a través de las generaciones (Skewes et al., 2012). Sin embargo, durante las últimas décadas la degradación ambiental generada por actividades industriales, de agricultura

y ganadería intensiva, y la falta de ordenamiento territorial, amenazan su conservación (Almonacid & Araos, 2021).

La metodología de monitoreo utilizada es la denominada centinelas comunitarios, que consiste en observar con atención por un tiempo determinado (minutos, días, semanas, temporadas, etc.) distintos elementos y/o condiciones que están presentes en un lugar específico con el fin de obtener datos sobre sus características y comportamiento. La información es obtenida por miembros de las comunidades y organizaciones y consiste en registros fotográficos o audiovisuales, con una descripción de lo que se está compartiendo y la posición geográfica del monitoreo (Araos et al., 2022). Entre mayo 2023 y mayo 2024, se desarrollaron dos iniciativas de monitoreo ciudadanos en el SNHRM. La primera de ellas el Nodo Llanquihue – Los Muermos, en la parte alta del río Maullín, entre las comunas de Llanquihue y Los Muermos. Este sector se caracteriza por zonas urbanas residenciales e industriales, donde sus habitantes se dedican principalmente a actividades de agro ganadería lechera, silvicultura y cultivos como papas, con apoyo industrial y servicios locales. La otra área se sitúa en el estuario de San Pedro Nolasco, en la Comuna de Maullín, específicamente el Nodo Amortajado. Este sector se ubica en un área rural y sus habitantes se dedican principalmente a la agricultura, la ganadería y la pesca artesanal (Figura 1).

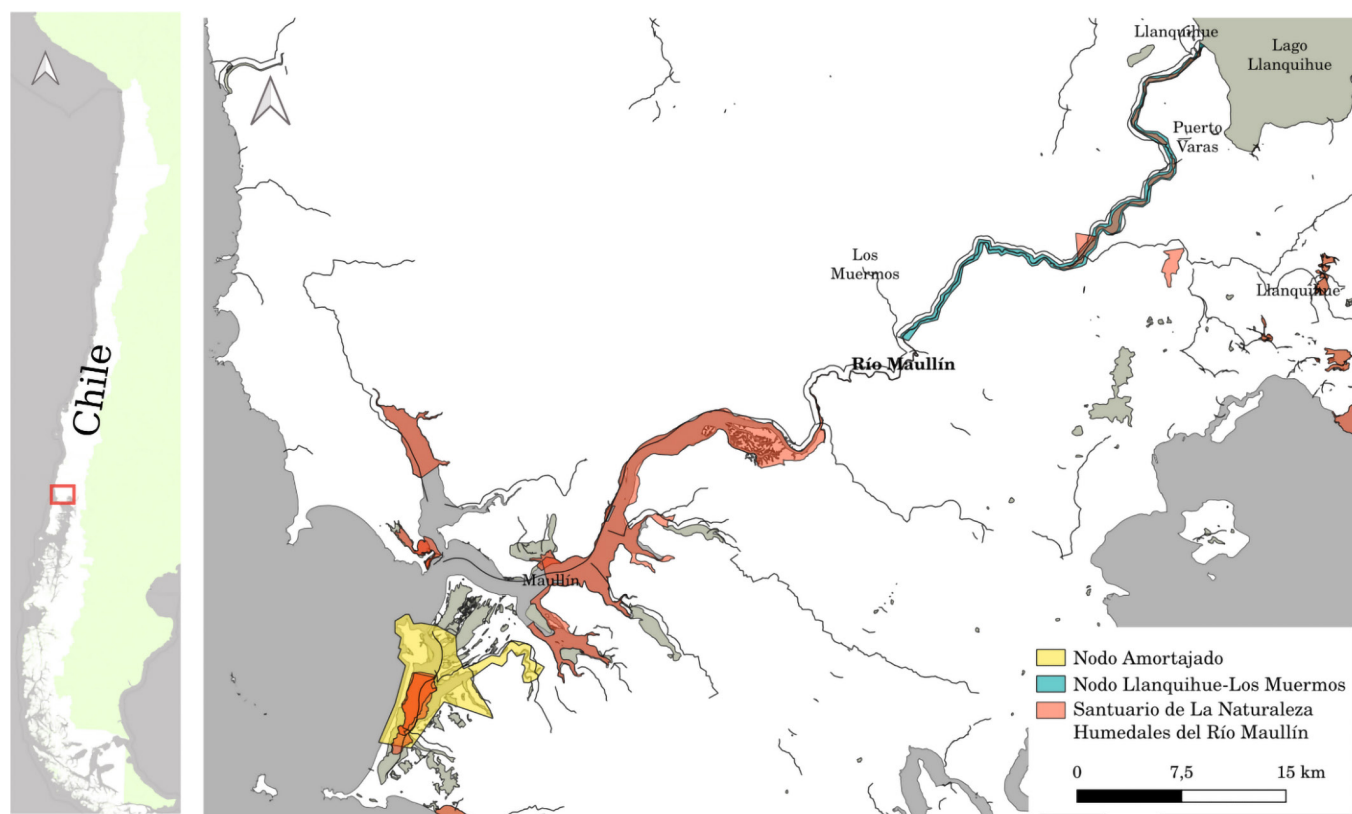
2.2. Aplicación de metodología de centinelas comunitarios y desarrollo de la iniciativa

Esta iniciativa surgió de la inquietud de organizaciones ambientales vinculadas a los investigadores de la Universidad de Los Lagos, participantes del

Figura 1

Área de estudio del monitoreo de Centinelas Comunitarios en el Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín (área destacada en color anaranjado). El polígono celeste corresponde al Nodo Llanquihue – Los Muermos del río Maullín y el polígono amarillo, al Nodo Amortajado, ubicado en el sector del estuario San Pedro Nolasco.

Fuente: Centinelas comunitarios, elaboración propia.



Programa Territorial para la Cuenca del Maullín con financiamiento de las Redes de Territoriales de Investigación. Estas instancias promueven la investigación y el involucramiento de investigadores de diversas disciplinas – en este caso de las ciencias sociales y naturales – y colaborar con diferentes actores en acciones de conservación desde la ciencia ciudadana. Así, se convocó por medio de redes sociales y organizaciones locales a ciudadanos interesados en conocer el estado de los ecosistemas, su diversidad biocultural y las amenazas que ponen en riesgo dicho patrimonio, invitándolos a participar; de manera voluntaria, asistieron a reuniones de entrenamiento de la metodología centinelas comunitarios y a las actividades convocadas para el desarrollo del proyecto. Luego de presentar el proyecto en Llanquihue y Nueva Braunau, se conformó el Nodo de Monitoreo Llanquihue – Los Muermos en el primer tramo del río Maullín, compuesto por 38 habitantes de las localidades de Llanquihue, Puerto Varas, Puerto Montt y Los Muermos. En la zona costera del SNHRM, se realizó una reunión de presentación coordinada entre el equipo técnico del proyecto y la Junta de Vecinos N°12 del Pasaje Amortajado, organización comunitaria territorial que representa a los residentes del sector, y se conformó el Nodo Amortajado con 11 centinelas. En ambos casos todos los centinelas fueron personas mayores de edad (+ de 18 años), que compartieron información y participaron de las actividades de manera voluntaria.

En ambos nodos estas reuniones permitieron a los participantes acordar sus intereses y objetivos comunes de monitoreo (primera etapa de coordinación). En el caso del Nodo Amortajado, esto se complementa con la realización de una cartografía social. Posteriormente se conformaron los grupos de mensajería (segunda etapa de organización). La ejecución del monitoreo y el envío de los registros (tercera etapa) de los centinelas fue animada por el equipo técnico del proyecto, que llevó a cabo la revisión de datos prestando atención a que todos los reportes tuvieran ubicaciones, apoyo visual (fotografías, videos o dibujos) y descripciones. Los registros compartidos fueron clasificados en las siguientes dimensiones: biodiversidad, cambio climático, paisaje cultural, prácticas, historias y memoria y amenaza ambiental. Para complementar la información en zonas de difícil acceso, se realizaron navegaciones por el SNHRM, identificando en terreno nuevos aspectos del patrimonio biocultural y sus amenazas (Figura 2).

A partir de los objetivos definidos, los reportes compartidos por centinelas y los reconocimientos en terreno, se coordinaron monitoreos ambientales que sirvieran de línea de base socioambiental. En el caso del Nodo Llanquihue, los monitoreos realizados evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad de aguas en el tramo inicial del río Maullín, zona caracterizada por múltiples descargas de efluentes provenientes de actividades industriales. En el Nodo Amortajado se realizaron monitoreos de calidad de aguas y sedimentos, evaluando parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el estuario San Pedro Nolasco y en ríos tributarios, zona relevante para la



conservación de la biodiversidad y también para la extracción de peces, moluscos y algas.

Se realizaron también talleres de capacitación sobre aspectos socioecológicos del SNHRM, poniendo énfasis en la importancia de conocer la calidad de las aguas desde una perspectiva ecológica, y la necesidad de desarrollar monitoreos socioambientales y la obtención de información. En el caso del Nodo Llanquihue se realizaron principalmente actividades de capacitación, mientras que con el Nodo de Amortajado se presentaron los resultados.

Las temáticas más compartidas en los grupos de mensajería e identificadas en las salidas a terreno motivaron al equipo técnico de la iniciativa a generar protocolos de acción socioambiental que orientaran las potenciales acciones – legales, de difusión y organizativas – que los centinelas generan a partir del monitoreo. Así, se facilitó a los grupos una guía para el levantamiento de información en terreno y la construcción de reportes que caractericen el impacto, las amenazas y los daños al patrimonio natural, cultural, además de las actividades socioeconómicas del territorio. Las problemáticas abordadas en los protocolos fueron microbasurales, vertimiento de aguas servidas, especies exóticas y deforestación del bosque ribereño. Se entregan además antecedentes para la generación de denuncias ambientales ante los organismos y autoridades competentes.

La cuarta y última etapa consistió en la difusión del material. Los registros compartidos por los centinelas, sumado a la información obtenida en las navegaciones comunitarias, permitieron caracterizar el patrimonio biocultural y las amenazas ambientales de la cuenca del río Maullín. Con la información

Figura 2

Etapas de la metodología de centinelas comunitarios y actividades realizadas en cada una de ellas en las experiencias de monitoreo comunitario del SNHRM.

Fuente: Centinelas comunitarios, elaboración propia.

sistematizada, se generó una cartografía ilustrada del SNHRM la cual se puso a disposición del público en la plataforma www.centinelascomunitarios.cl, en actividades de presentación y durante la discusión de resultados.

2.3. Percepción de las experiencias de monitoreo

Para conocer la percepción de los participantes de las iniciativas de monitoreo comunitario utilizando la metodología centinelas comunitarios en el SNHRM, se compartió una encuesta virtual a través de los grupos de mensajería instantánea de los Nodos Llanquihue – Los Muermos y Amortajado. La encuesta fue respondida de manera voluntaria por 14 participantes del proyecto, 12 del Nodo Llanquihue – Los Muermos y dos del Nodo Amortajado. Las dimensiones abordadas en la encuesta fueron las motivaciones y las expectativas de los centinelas, las barreras a la participación y los aprendizajes alcanzados durante la ejecución del proyecto, además de una evaluación general de la iniciativa¹.

3. Resultados

3.1. Conformación de nodos de monitoreo centinelas y acuerdos de participación

El Nodo Amortajado se conformó con 11 voluntarios, principalmente miembros de la junta de vecinos del sector y habitantes de la comuna de Maullín. En el taller de conformación del nodo se definió como objetivo principal identificar el origen de las perturbaciones ambientales que afectan las aguas y los sedimentos del humedal y estuario San Pedro Nolasco, en Amortajado. Las evidencias compartidas por centinelas sobre cambios en las condiciones ambientales y modificaciones en las distribuciones y abundancias de organismos bentónicos fueron complementadas con monitoreos ambientales realizados por el equipo técnico de la iniciativa (Figura 3a y 3b).

La conformación del Nodo Llanquihue convocó inicialmente a 38 voluntarios, y los participantes definieron como objetivo general del monitoreo comunitario levantar información sobre la biodiversidad y sus amenazas en zonas ribereñas del tramo inicial del río Maullín. Se acordó también la participación en talleres teóricos y prácticos sobre metodologías para el estudio y la conservación de los ecosistemas ribereños (Figura 3c y 3d). En ambos nodos no se consideró un número de reportes mínimo o máximo por centinela.

3.2. Registros compartidos por centinelas comunitarios en el SNHRM

Se obtuvieron un total de 90 registros de patrimonio biocultural y alertas de amenazas en toda el área de estudio, los que fueron clasificados en dimensio-

¹ La encuesta compartida y los resultados se encuentran disponibles en el siguiente repositorio <https://doi.org/10.34691/UCHILE/IUZEYL>



Figura 3

Actividades de difusión de la iniciativa, conformación de nodos y definición de objetivos de monitoreo. a) Presentación de iniciativa a la comunidad de Amortajado Maullín. b) Taller de definición de objetivos y mapeo participativo. c) Presentación de la iniciativa a participantes de Llanquihue y d) Nueva Braunau.

nes predefinidas (Tabla 1), destacando los registros de amenazas ambientales (33) y biodiversidad (27). En el grupo de mensajería de los centinelas del Nodo Llanquihue – Los Muermos se compartieron 18 registros, complementados por 52 registros obtenidos en tres navegaciones colectivas realizadas en conjunto por el equipo coordinador del proyecto y centinelas que habitan en diferentes sectores cercanos al río Maullín. En San Pedro Nolasco, los centinelas comunitarios compartieron siete registros por el grupo de mensajería, información complementada con 13 registros y un taller de mapeo comunitario realizado en la sede de la junta de vecinos del sector.

3.3. Actividades realizadas

Entre las actividades complementarias al monitoreo de voluntarios compartido en los grupos de mensajería se encuentran actividades de formación, presentación de resultados y de monitoreo comunitario participativo de calidad del agua (Tabla 2).

Tabla 1 Número de registros compartidos por los centinelas comunitarios del SNHRM según localidades monitoreadas.

Dimensión	Nº de registros en Nodo Llanquihue – Tramo inicial río Maullín	Nº de registros en Nodo Amortajado – estuario San Pedro Nolasco	Nº total de registros compartidos
Biodiversidad	24	3	27
Amenaza ambiental	30	3	33
Cambio climático	2	2	4
Paisaje cultural	1	2	3
Prácticas	5	7	12
Historias y memoria	3	4	7

Tabla 2 Actividades realizadas en cada nodo de monitoreo del SNHRM.

Nodo	Número total de actividades	Tipo de actividades
Llanquihue	11	• Dos talleres informativos sobre la iniciativa centinelas comunitarios • Cuatro talleres teóricos formativos • Dos navegaciones comunitarias en el tramo inicial del SNHRM • Un monitoreo técnico de calidad de agua • Dos actividades ciudadanas de monitoreo de calidad de agua
Amortajado	9	• Dos talleres informativos sobre la iniciativa centinelas comunitarios • Tres monitoreos de calidad de agua • Un monitoreo de sedimentos • Dos talleres de presentación de resultados • Una navegación comunitaria de reconocimiento en el tramo inicial del SNHRM

El Nodo Amortajado realizó diversas actividades complementarias, entre las cuales destacan los monitoreos ambientales en ríos y esteros tributarios. El objetivo de estas actividades fue detectar la presencia de coliformes fecales en los cuerpos de agua que reciben las descargas de las plantas de tratamiento de aguas servidas de Maullín y Carelmapu. Además, se realizó un monitoreo de sedimentos en la zona estuarina y en la desembocadura del estuario para determinar el porcentaje de materia orgánica total (Figura 4a y 4b). Esta información permitió identificar el estado ambiental de ecosistemas que son relevantes para los habitantes del sector, constituyendo así la primera línea de base ambiental del estuario Amortajado. Además, permitió identificar las fuentes de perturbación de las aguas (Cárcamo & Niklitschek, 2023).

Figura 4
Actividades de participación colectiva complementarias al monitoreo comunitario realizado por los centinelas de los nodos de Amortajado: a) monitoreo de calidad de agua en estero tributario del estuario de San Pedro Nolasco. b) Monitoreo de calidad de sedimentos en el estuario San Pedro Nolasco y en Llanquihue. c) Monitoreo comunitario y participativo de calidad de agua. d) Navegación comunitaria por el tramo inicial del río Maullín.



Los centinelas del Nodo Llanquihue – Los Muermos participaron en actividades complementarias para identificar aspectos relevantes del monitoreo comunitario de cuerpos de agua dulce. Entre las actividades realizadas destacan los talleres para identificar los aspectos socioecológicos de la cuenca del río Maullín y la importancia del monitoreo utilizando dispositivos tecnológicos. Se realizaron cuatro talleres formativos donde se abordaron los siguientes temas:

- 1) Introducción al ecosistema del río Maullín, enfocado en su biodiversidad y principales amenazas,
- 2) Monitoreo de cuerpos de agua y aspectos clave de la ecología de los ecosistemas ribereños,
- 3) Uso de cámaras trampa, y
- 4) Uso y funcionamiento de sensores para evaluar la calidad del agua (Figura 4c y 4d).

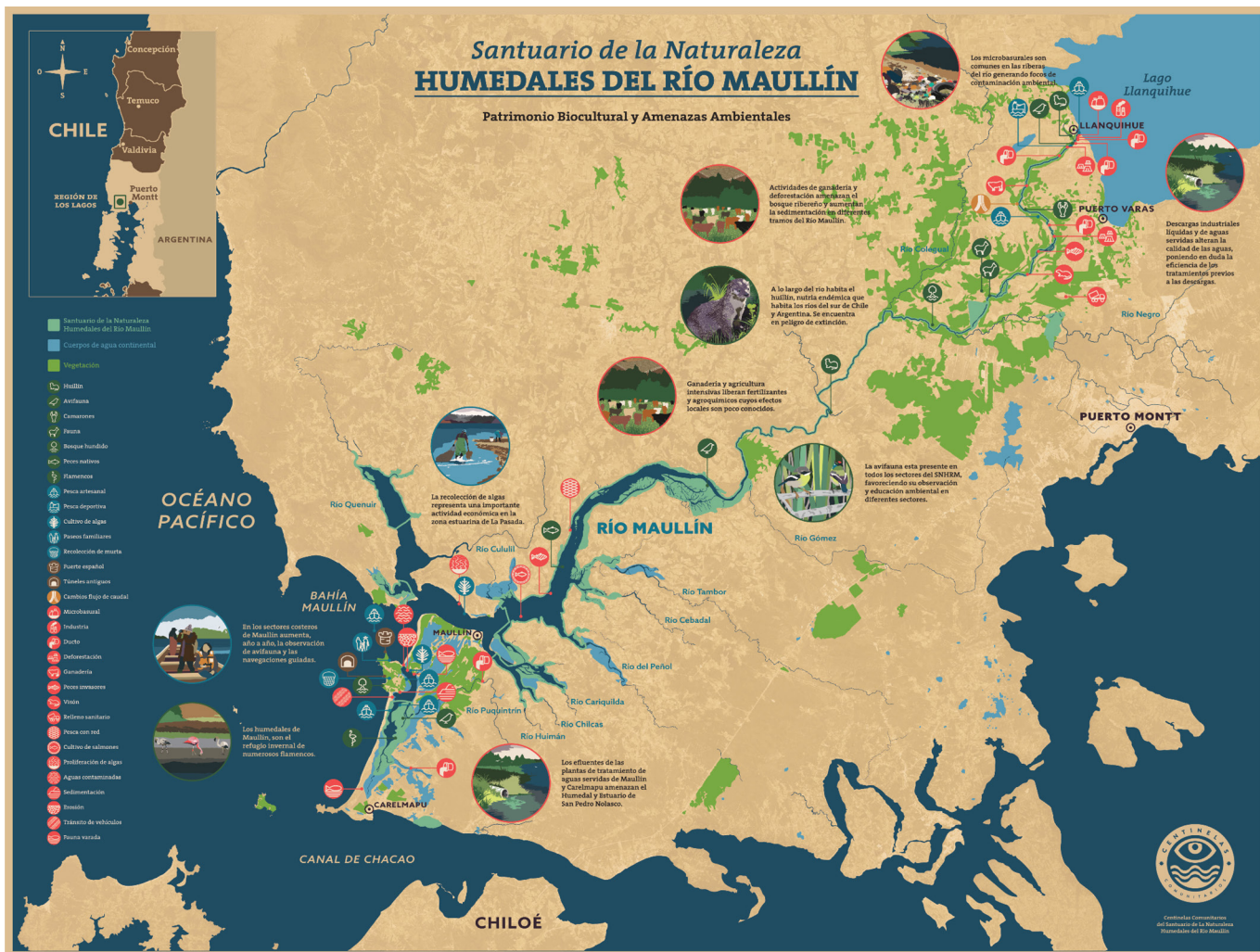
A partir de estas iniciativas, un grupo de centinelas ha desarrollado un plan de monitoreo periódico de parámetros físicos y químicos del agua en el lago Llanquihue (principal cuerpo de agua que tributa al río Maullín).

3.4. Síntesis de información generada en el proceso de monitoreo comunitario

Con la información obtenida durante el desarrollo de la iniciativa de centinelas comunitarios del SNHRM, se generó una caracterización socio ambiental del territorio. La cartografía ilustrada del patrimonio biocultural y de las amenazas ambientales del Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín presenta la información georreferenciada y sistematizada según las dimensiones de agrupación (Figura 5).

Los protocolos de acción socio-ambiental son una herramienta que orienta las acciones de fiscalización ciudadana de las amenazas más reiteradas en el SNHRM recogidas por centinelas. Con las cuatro guías desarrolladas, quienes participaron pueden complementar y profundizar de forma práctica monitoreos comunitarios en contextos de microbasurales, deforestación del bosque ribereño, presencia de fauna exótica y contaminación de aguas por efluentes (Figura 6).

Los protocolos son una guía que explica cómo obtener antecedentes sobre la localización y la magnitud del impacto, los riesgos sanitarios, las amenazas y los daños al patrimonio natural y cultural, además de las actividades socioeconómicas del territorio. Estos aspectos se abordan con preguntas que indican la información que se obtiene en terreno ¿qué queremos caracterizar?, ¿qué información necesitamos?, ¿cómo podemos obtenerla?, y la síntesis de esta información al generar un reporte, ¿qué debería contener mi reporte? y ¿cómo hacerlo?



3.5. Caracterización de la experiencia de los centinelas

El monitoreo comunitario del Nodo Llanquihue del río Maullín convocó a 35 participantes, de los cuales 14 respondieron el cuestionario compartido en los grupos de mensajería. Según las respuestas compartidas, el 60% de los participantes residen en sectores rurales de Llanquihue, Puerto Varas, Puerto Montt y Los Muermos, siendo parte del 12% de la población rural de estas comunas. En la comuna de Maullín, todos los participantes del monitoreo comunitario del Nodo Amortajado viven en un sector rural y son parte del 53% de habitantes rurales de la comuna.

Los participantes del Nodo Llanquihue – Los Muermos presentan un importante nivel de escolaridad: más del 70% tiene formación universitaria y 40% ha realizado estudios de postgrado, en contraste con la realidad del Nodo Amortajado, donde los habitantes tienen solo enseñanza media completa.

Sobre las *Motivaciones y expectativas* (Figura 7.1) las principales motivaciones indicadas por quienes respondieron la encuesta fueron aprender sobre la naturaleza (7.1.a) y el patrimonio cultural (7.1.b) del SNHRM, y contribuir con acciones concretas a la defensa de medio ambiente (7.1.c). Existió también un interés importante en denunciar las acciones que amenazan la conservación del patrimonio (7.1.d), conocer el método científico, ser partícipe de un

Figura 5

Cartografía ilustrada del patrimonio biocultural y de las amenazas ambientales presentes en el Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín.

Fuente: Centinelas comunitarios, elaboración propia.



Figura 6 Protocolos de acción socioambiental de las principales amenazas identificadas por los centinelas comunitarios en el SNHRM. Fuente: Centinelas comunitarios, elaboración propia.

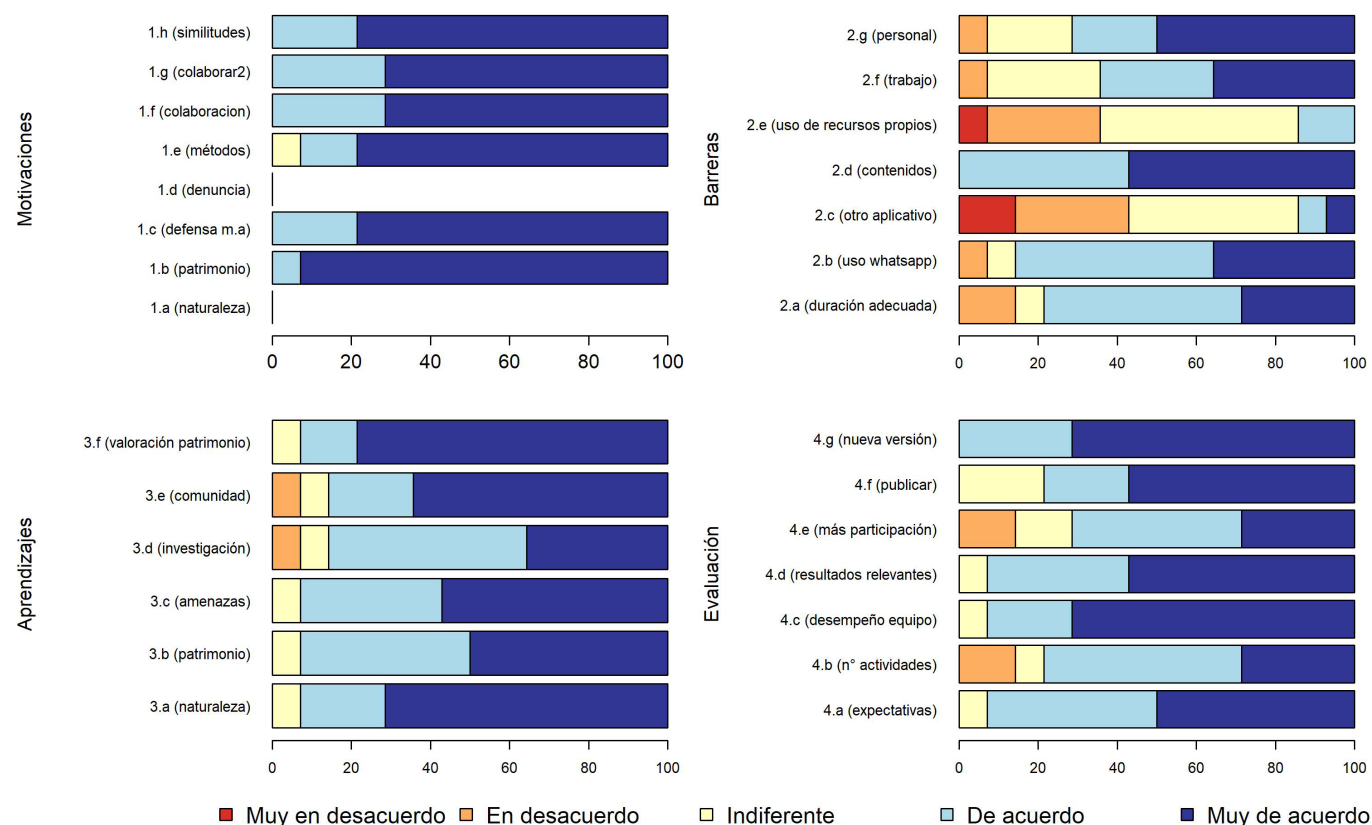


Figura 7 1) Intereses y expectativas; 2) Barreras a la participación; 3) Aprendizajes; y 4) Evaluación de la experiencia de participación de voluntarios/as del proyecto centinelas comunitarios del SNHRM.

proceso de investigación (7.1.e) y colaborar con instituciones que realizan investigación (7.1.f), y participar de espacios colectivos (7.1.g).

El análisis de las *Barreras a la participación* (Figura 7.2) indica que la mayoría estuvo de acuerdo en que la duración del proyecto fue adecuada para participar y realizar los registros (7.2.a). Sobre el grupo de WhatsApp, en general los participantes estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que fue un medio adecuado para registrar y enviar registros, con algunas personas indiferentes o en desacuerdo sobre el uso de este aplicativo (7.2.b). Esto último coincidió con algunas preferencias por un aplicativo específico para registrar observaciones (reemplazar el grupo de WhatsApp); algunos encuestados están muy de acuerdo con esta alternativa y un grupo importante se manifiesta indiferente (7.2.c). La mayoría de los encuestados consideró que el contenido de los documentos, las charlas y los materiales de difusión entregados durante el proyecto fueron comprensibles y adecuados para los intereses de los participantes (7.2.d). Solo una pequeña parte de los participantes indicó que el uso de recursos económicos propios afectó su participación en las actividades del proyecto (7.2.e). La compatibilidad entre el tiempo dedicado al proyecto y las responsabilidades laborales/estudiantiles (7.2.f) y personales (7.2.g) se consideró adecuada; solo una pequeña fracción del grupo manifestó su desacuerdo.

En relación a los *Aprendizajes* obtenidos (Figura 7.3) durante el desarrollo de la iniciativa de centinelas comunitarios del SNHRM, gran parte de quienes colaboraron indicaron que adquirieron nuevos conocimientos sobre el patrimonio natural y cultural del territorio (7.3.a y 7.3.b), como también sobre las amenazas que enfrenta el territorio (7.3.c). Las actividades prácticas realizadas les permitieron conocer nuevos aspectos de la investigación científica aplicada a la conservación socio-ecológica (7.3.d). A su vez, esto se relaciona con los espacios facilitados a partir de los cuales pudieron conocer nuevos lugares y personas/organizaciones del territorio (7.3.e), aumentando su valoración del patrimonio natural y cultural (7.3.f).

La *evaluación de la iniciativa* (Figura 7.4) indica que el proyecto cumplió con las expectativas de gran parte de quienes participaron (7.4.a, 6 de acuerdo y 7 muy de acuerdo), reconociendo que el desempeño del equipo que guió el proyecto fue adecuado para mantener la motivación de los grupos (7.4.c). Además, consideran que los resultados del proyecto serán un aporte relevante para generar políticas públicas en el territorio (7.4.d). Sin embargo, una parte de los participantes indicó que el número y tipo de actividades no fue adecuado para mantener su interés en el proyecto (7.4.b), y que les hubiese gustado tener mayor participación en el levantamiento y el análisis de los datos. (7.4.e). Se observó también un interés importante en ser parte del proceso de publicación científica de la información generada (7.4.f) y de participar en una nueva versión del proyecto centinelas comunitarios (7.4.g).

4. Discusión

Gracias al desarrollo de la iniciativa de centinelas comunitarios del SNHRM, los centinelas y científicos contaron con una herramienta de fácil adecuación a las necesidades del territorio. Además, esta permite contribuir y compartir en la investigación el registro de datos sobre la biodiversidad, los paisajes culturales y los riesgos ambientales (Araos et al., 2023). Esta metodología propició diálogos entre poblaciones locales y científicos, y abrió posibilidades para desarrollar acciones individuales y colectivas para abordar los cambios ambientales en el SNHRM, en el tramo inicial del río Maullín y el estuario de San Pedro Nolasco.

4.1. Monitoreo comunitario e información compartida

El uso de herramientas basadas en el grupo de mensajería digital permitió que personas de diferentes localidades asociadas a la cuenca del río Maullín compartieran la información generada por el monitoreo comunitario, y contribuyó a la valoración de los ecosistemas desde sus vivencias y perspectivas personales (Araos et al., 2023). Esta interacción facilitó sustancialmente la visibilidad, la funcionalidad y la accesibilidad del proyecto (Bonney et al., 2014), y la interacción entre participantes. Creemos que la metodología propuesta – basada en dispositivos tecnológicos que son conocidos y usados cotidianamente por los participantes – facilitó el registro y la socialización de la información. Sin embargo, aplicaciones diseñadas con fines específicos de monitoreo y registro han mostrado gran éxito en otros contextos (Johnston et al., 2021) y podrían favorecer la sistematización automatizando el procesamiento de datos y facilitar la comunicación universal de los datos generados.

Este punto es relevante pues se refiere al ajuste entre los objetivos del proyecto, la escala de la acción y las personas que participan contribuyendo con los datos. La experiencia de centinelas comunitarios demuestra que – en el caso de objetivos comunitarios, de nivel local y con baja magnitud de datos – el uso de la mensajería o de apps que conectan directamente a científicos y voluntarios es el mecanismo más eficaz para sostener la iniciativa en el tiempo y alcanzar los objetivos propuestos. Así, en la medida en que los datos aumentan y las experiencias locales se van amplificando, la automatización se torna relevante para el éxito de iniciativas que busquen escalar su impacto, por ejemplo programas que recopilan conjuntos de datos biológicos y físicos a escala nacional o continental (Miller-Rushing et al., 2012).

4.2. Estrategias de participación

La integración de metodologías y la realización de diferentes instancias para complementar el monitoreo comunitario realizado por voluntarios de cada localidad o nodo reflejó distintos niveles de interés, limitaciones diferenciadas y grados de participación (Lawrence, 2006). El desarrollo de diferentes instancias permite identificar y reconocer los intereses que no se manifiestan al inicio de un proyecto, y abordar nuevos intereses que pueden surgir a me-

didada que el proyecto evoluciona (Shirk et al., 2012). Consideramos que este diseño que contempló múltiples actividades permite una mayor comprensión de las temáticas (Shirk et al., 2012; Jordan et al., 2016) y el desarrollo de nuevas habilidades y confianza, resultando una herramienta eficaz para concientizar y promover la conservación del SNHRM entre los participantes.

Se ha descrito que voluntarios con profesiones relacionadas con el medio ambiente y las ciencias tienen mayor probabilidad de interactuar, motivados por sus intereses personales y su compromiso con la conservación (Larson et al., 2020). Esto coincide con el perfil de varios voluntarios del Nodo Llanquihue, donde participaron profesionales con alto nivel de formación académica en temáticas vinculadas al proyecto. En contraste, las diferencias sociodemográficas basadas en la educación y los ingresos podrían influir en una menor participación (Tiago et al., 2017; Larson et al., 2020), algo que se manifestó en el caso del Nodo Amortajado, donde el número de reportes y de centinelas fue menor, con participantes con menos nivel educacional y ocupaciones relacionadas con la dependencia directa de los recursos naturales presentes en el área de estudio. Esta situación puede interpretarse como una consecuencia del activismo medioambiental basado en valores postmateriales, donde la movilización ocurre una vez que las condiciones materiales de existencia (como asegurar ingresos y habitación) han sido satisfechas. Ahora bien, esta lectura puede ser parcial y requiere una adecuación a cada contexto, pues a nivel global se ha demostrado que las preocupaciones ambientales son transversales a la sociedad, más allá de la estratificación social; a nivel local, la degradación y los conflictos ambientales involucran comúnmente a grupos marginalizados y vulnerables (Dunlap & York, 2008). La proliferación de áreas de sacrificio y movilizaciones sociales en zonas altamente vulnerables en Chile es un ejemplo claro de esto (Anbley-Evans et al., 2022), por lo que en el caso expuesto en este artículo los índices de participación, creemos, se explican más por el tipo de problemática ambiental monitoreada que por las condiciones sociales de los participantes.

Los voluntarios del Nodo Llanquihue manifestaron que su participación respondía a motivaciones ambientales, destacando en una primera etapa la necesidad de ayudar al ambiente, aprender sobre el entorno y experimentar oportunidades de reflexión fuera de su rutina y en la naturaleza (Shinbrot et al., 2023). Esto último puede asociarse a que la mayoría de los participantes de este nodo provienen de diferentes localidades y actividades como la navegación les permitieron no solo conocer zonas de difícil acceso y menos transitadas en el tramo inicial del río Maullín, sino también identificar amenazas, como la contaminación de las aguas por procesos industriales, la destrucción del hábitat debido a la deforestación y la ganadería intensiva y la parcelación de tierras.

En el caso de los centinelas de Amortajado, sus prácticas cotidianas y residencia en el sector los mantiene profundamente conectados e inmersos en el ecosistema del estuario San Pedro Nolasco. Esta familiaridad con el

entorno hizo que la navegación de monitoreo comunitario no despertara su entusiasmo. No obstante, la identificación de prácticas, amenazas ambientales y cambios en los ecosistemas – a través de instancias de conversación y mapeo participativo – resultó muy productiva. En estas actividades, los voluntarios aportaron valiosos conocimientos locales sobre la biodiversidad costera que sostiene actividades económicas relevantes para pescadores y recolectores, abordando aspectos como las prácticas tradicionales y sus transformaciones en el tiempo, enmarcado en un ejercicio de memoria colectiva. Los habitantes de este sector han debido enfrentar constantes problemas de contaminación ambiental, por lo que – más que ser parte de las actividades de monitoreo propiamente tal – los motiva conocer los resultados de monitoreos ambientales que entreguen información sobre la problemática.

4.3. Proyecciones

El desafío de desarrollar proyectos de ciencia ciudadana orientados a la conservación nos invita a tener múltiples fines en mente, incluyendo aspectos relacionados con la conservación, los participantes individuales y los sistemas socioecológicos intervenidos. Ello requiere desarrollar diferentes estrategias, acciones e indicadores que pueden terminar confundiendo a los participantes y generando un conjunto masivo de datos irregulares y heterogéneos, en lugar de unos pocos datos altamente relevantes verdaderamente útiles. Una solución para reducir la redundancia de proyectos es que los científicos y desarrolladores de proyectos dialoguen sobre potenciales colaboraciones (Bonney et al., 2009).

Al utilizar herramientas y recursos cada vez más colaborativos, los proyectos de ciencia ciudadana pueden hacer avanzar la ciencia de la conservación, apoyar la participación pública en la ciencia y mejorar la apreciación y el compromiso con la gestión ambiental (Dickinson et al., 2012; McKinley et al., 2017; Phillips et al., 2018). En ese sentido, los protocolos de acción socioambiental proporcionan una guía sobre metodologías y sistematización de datos necesarios para el seguimiento de las problemáticas identificadas. Lo anterior, sumado al monitoreo comunitario y las instancias de participación colectiva, ofrecen una herramienta para la gestión autónoma de información, con metodologías simples y de bajo costo para abordar aspectos ambientales, culturales y económicos de los territorios.

En general, los centinelas de ambos nodos del SNHRM manifiestan interés por dar continuidad al proceso de monitoreo comunitario. Ello plantea el desafío de proyectar la iniciativa a una nueva fase de co-creación que incorpore la variedad de intereses que motivaron a los participantes y que permita definir objetivos claramente articulados (Shirk et al., 2012). Los acuerdos de continuidad de los participantes del Nodo Llanquihue consideran sostener en el tiempo la coordinación con el fin de sensibilizar a otras personas y organizar instancias que promuevan acciones comunitarias concretas para la conservación en el territorio, como la presentación de denuncias. En el caso del Nodo

Amortajado, donde los habitantes han debido enfrentar constantes problemas de contaminación ambiental, los participantes consideran que la continuidad de la iniciativa debería potenciar un plan co-creado de fiscalización, articulado con otros actores públicos, además de promover mayor compromiso entre las personas que monitorean con una contribución económica, ajustando el proyecto a las necesidades específicas de su contexto. Consideramos que los antecedentes compartidos son relevantes porque, a la fecha, la mayoría de las publicaciones que abordan la participación en ciencia ciudadana en Chile relatan experiencias escolares (Burgos et al., 2017; Senabre et al., 2018; Tejeda & Medrano, 2018; Nuñez-Farías et al., 2019; Hiriart et al., 2022; Colina-Vargas et al., 2024). Esta experiencia fue desarrollada por personas adultas que se involucran en monitoreos comunitarios en búsqueda de respuestas ante inquietudes comunes de las localidades.

5. Conclusiones

Creemos que los resultados obtenidos en el contexto de esta iniciativa tienen gran valor para la conservación y la gestión del SNHRM, toda vez que entregan habilidades e información a comunidades locales de diferentes territorios donde ya existe una preocupación por el ambiente y el patrimonio biocultural. La articulación de redes de monitoreo comunitario en tiempo real puede alertar sobre alteraciones en el área del santuario, sus territorios o recursos comunes. Así también, es importante la colaboración con instituciones fiscalizadoras o tomadores de decisiones para incidir en las políticas públicas locales que favorezcan sus territorios de vida.

El interés de los centinelas por la continuidad y la proyección de esta iniciativa puede consolidar el vínculo con la naturaleza, apreciándola y protegiéndola, e invitar a nuevos participantes a incorporarse a las acciones de cuidado y la promoción de diversas formas de vinculación con el medio ambiente.

Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que participaron de la iniciativa de centinelas comunitarios de SNHRM en los nodos del río Maullín y en el sector de Amortajado, especialmente a la Fundación Legado de Chile, quienes apoyaron la ejecución del proyecto en el Nodo Llanquihue a través del financiamiento *Patagonia Chile Grants* (Programa de Donaciones Ambientales de Patagonia Chile), y a la Junta de Vecinos N°12 de Amortajado, quienes respaldaron la ejecución del proyecto en su sector en la comuna de Maullín. El desarrollo de estas iniciativas fue posible gracias al financiamiento del Proyecto Educación Superior Regional ULA 2195: RTI-15/22 y RTI-22/22, Proyecto ANID/FONDECYT 1220430 y CITEC NCS2024_006

Referencias

- Almonacid, J., & Araos, F. (2021). Confluencias del río Maullín: Modos de vida locales y conservación de la biodiversidad. *LIDER*, 23, 64–90. <https://doi.org/10.32735/S0719-5265202138329>
- Anbley-Evans, J., Prieto, M., Barton, J., García Cegarra, A., Muslow, S., Ricci, E., Campus, L., & Francisca, V. P. (2022). Toxic violence in marine sacrificial zones: Developing blue justice through marine democracy in Chile. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 40(7), 1492–1514. <https://doi.org/10.1177/23996544221084193>
- Araos, F., Diestre, F., Cursach, J., Almonacid, J., Riquelme, W., Brañas, F., Zamorano, G., Molina-Hueichán, J., Vargas, D., & Lemus, M. (2023). Sentinels of Carelmapu: Participatory community monitoring to protect Indigenous marinescapes in southern Chile. In P. E. Perkins (Ed.), *Climate justice and participatory research: Building climate-resilient commons*. University of Calgary Press.
- Araos, F., Diestre, F., Riquelme Maulén, W., Cursach, J., & Almonacid, J. (2022). *Centinelas comunitarios: Guía metodológica para realizar monitoreos participativos comunitarios*. Laboratorio de Ciencia Ciudadana de la Universidad de Los Lagos.
- Bonney, R., Ballard, H. L., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T. B., Shirk, J. L., & Wilderman, C. C. (2009). Public participation in scientific research: Defining the field and assessing its potential for informal science education. <https://informalscience.org/research/public-participation-scientific-research-defining-field-and-assessing-its-potential-informal/>
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 343, 1436–1437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- Brondizio, E. S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bates, P., Carino, J., Fernández-Llamazares, Á., Ferrari, M. F., Galvin, K., Reyes-García, V., McElwee, P., Molnár, Z., Samakov, A., & Shrestha, U. B. (2021). Locally based, regionally manifested, and globally relevant: Indigenous and local knowledge, values, and practices for nature. *Annual Review of Environment and Resources*, 46, 481–509. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-012127>
- Burgos, S., Yohannessen, K., Álvarez, A., Rebolledo, A., & Valenzuela, M. T. (2017). Educación en salud a través del desarrollo de habilidades científicas en escolares chilenos. *Salud Pública de México*, 59(3), 276–284.
- Cárcamo, P., & Niklitschek, E. (2023). *Monitoreo de la calidad de las aguas superficiales del estuario San Pedro Nolasco y de sus principales tributarios*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18450699>
- Centinelas Comunitarios. (s.d.). *Apoyamos experiencias de monitoreo participativo comunitario*. <https://centinelascomunitarios.cl/metodologia>
- Centinelas Comunitarios. (s.d.). *Cartografía Maullín* [Mapa]. <https://centinelascomunitarios.cl/repositorio/routedownload/general/cartografia-maullin>
- Colina-Vargas, A. M., Espinoza-Mina, M. A., & Silva-Garcés, J. F. (2024). *Dinámicas y tendencias de la ciencia ciudadana en América Latina y el Caribe: Un análisis bibliométrico y temático*. Editorial Grupo AEA.
- Cursach, J., Delgado, C., Cárdenas-Vejar, J., Pfeifer, A., & Rau, R. (2022). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos y aves en el bosque de ribera del Santuario de la Naturaleza Humedales del río Maullín, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 50. <https://doi.org/10.22352/aip202250007>

- Delgado, C., Cursach, J., Pfeifer, A., Cárdenas-Vejar, J., & Espinoza, L. (2020). *Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín: Valor ecológico y patrimonial*.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., Phillips, T., & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 291-297. <https://doi.org/10.1890/110236>
- Dunlap, R. E., & York, R. (2008). The globalization of environmental concern and the limits of the postmaterialist values explanation: Evidence from four multinational surveys. *The Sociological Quarterly*, 49(3), 529–563.
- Ellwood, E. R., Crimmins, T. M., & Miller-Rushing, A. J. (2017). Citizen science and conservation: Recommendations for a rapidly moving field. *Biological Conservation*, 208, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.014>
- Hiriart, C. G., Rodríguez, D. S., Maulén, W. R., Almarza, A. R., & Bunster, D. O. (2022). The EXPLORA model of citizen science at schools: Design and implementation in the intercultural south of Chile. *Tapuya*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/25729861.2022.2117492>
- Johnston, A., Hochachka, W. M., Strimas-Mackey, M. E., Ruiz Gutierrez, V., Robinson, O. J., Miller, E. T., Auer, T., Kelling, S. T., & Fink, D. (2021). Analytical guidelines to increase the value of community science data: An example using eBird data to estimate species distributions. *Diversity and distributions*, 27(7), 1265-1277. <https://doi.org/10.1111/ddi.13271>
- Jordan, R., Gray, S., Sorensen, A., Newman, G., Mellor, D., Hmelo-Silver, C., LaDeau, S., Biehler, D., & Crall, A. (2016). Studying citizen science through adaptive management and learning feedbacks as mechanisms for improving conservation. *Conservation Biology*, 30, 487–495. <https://doi.org/10.1111/cobi.12659>
- Kapoor, I. (2001). Towards participatory environmental management? *Journal of Environmental Management*, 63, 269–279. <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0478>
- Larson, L. R., Cooper, C. B., Futch, S., Singh, D., Shipley, N. J., Dale, K., LeBaron, G. S., & Takekawa, J. Y. (2020). The diverse motivations of citizen scientists: Does conservation emphasis grow as volunteer participation progresses? *Biological Conservation*, 242.
- Lawrence, A. (2006). No personal motive? Volunteers, biodiversity, and the false dichotomies of participation. *Ethics, Place & Environment*, 9, 279–298. <https://doi.org/10.1080/13668790600893319>
- López-Gómez, M. J., Aguilar-Perera, A., & Perera-Chan, L. (2014). Mayan diver-fishers as citizen scientists: detection and monitoring of the invasive red lionfish in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Biological Invasions*, 16(7), 1351-1357. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0582-0>
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. F., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. F., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin III, S. F., Hewitt, D. A., Preuss, P. W., & Soukup, M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological conservation*, 208, 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Miller-Rushing, A. J., Primack, R., & Bonney, R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, 285–290. <https://doi.org/10.1890/110278>

- Nuñez-Farías, P., Velásquez-Contreras, S., Ríos-Carmona, V., Velásquez-Contreras, J., Velásquez-Contreras, M. E., Rojas-Rojas, J. L., & Riveros-Flores, B. (2019). Citizen science among all: Participatory bird monitoring of the coastal wetland of the Limarí River, Chile. *Narrative Inquiry in Bioethics*, 9(1), 3–8.
- Phillips, T., Porticella, N., Constan, M., & Bonney, R. (2018). A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2). <https://doi.org/10.5334/cstp.126>
- Rotman, D., Hammock, J., Preece, J., Hansen, D., Boston, C., Bowser, A., & He, Y. (2014). Motivations affecting initial and long-term participation in citizen science projects in three countries. *iConference*. <https://doi.org/10.9776/14054>
- Salamon, L. M., Sokolowski, S. W., & Haddock, M. A. (2011). Measuring the economic value of volunteer work globally: Concepts, estimates, and a roadmap to the future. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 82, 217–252. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8292.2011.00437.x>
- Senabre, E., Ferran Ferrer, N., & Perelló, J. (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. *Comunicar*, 54(1), 29–38.
- Shinbrot, X. A., Jones, K. W., Newman, G., & Ramos-Escobedo, M. (2023). Why citizen scientists volunteer: The influence of motivations, barriers, and perceived project relevancy. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66, 122–142. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1979944>
- Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, T. B., Wiggins, A., Jordan, R., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B. V., Krasny, M. E., & Bonney, R. (2012). Public participation in scientific research: A framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(29). <https://doi.org/10.5751/es-04705-170229>
- Skewes, J. C., Álvarez, R., & Navarro, M. (2012). Usos consuetudinarios, conflictos actuales y conservación en el borde costero de Chiloé insular. *Magallania*, 40(1), 109–125.
- Tejeda, I., & Medrano, F. (2018). El potencial de la ciencia ciudadana para el estudio de las aves urbanas en Chile. *Revista Diseño Urbano & Paisaje*. <http://66.70.189.83/handle/CEHUM2018/1379>
- Theobald, E. J., Ettinger, A. K., Burgess, H. K., DeBey, L. B., Schmidt, N., Froehlich, H. E., Wagner, C. A., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J. J., Harsch, M. A., & Parrish, J. K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.021>
- Tiago, P., Gouveia, M. J., Capinha, C., Santos-Reis, M., & Pereira, H. M. (2017). The influence of motivational factors on the frequency of participation in citizen science activities. *Nature Conservation*, 18, 61–78.