



ISSN (impresa) 2250-5725 | ISSN (en línea) 2250-371

# Lhawet

## Nuestro entorno

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)  
Universidad Nacional de Salta

Volumen 9 • Número 9 • Diciembre 2023





# Lhawet

## Nuestro entorno

.....  
Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA • ARGENTINA

---

Volumen 9 • Número 9 • Diciembre 2023

<http://ineah.unsa.edu.ar/lhawet/>  
ISSN (impresa) 2250-5725  
ISSN (en línea) 2250-5717



Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta • Argentina  
Correo electrónica: [revista.lhawet@gmail.com](mailto:revista.lhawet@gmail.com)  
Teléfono: 54 0387 4255592

La Revista pertenece al Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH) de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

<b>Título</b>	Revista de Investigación Científica Lhawet
<b>ISSN en línea</b>	2250-5717
<b>ISSN (impresa)</b>	2250-5725
<b>Institución Editora</b>	Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH). Universidad Nacional de Salta.
<b>Versión digitalizada en la web</b>	Portal de Revistas Académicas y Científicas de la UNSa <a href="http://bdt.unsa.edu.ar/ojs/index.php/Lhawet/index">http://bdt.unsa.edu.ar/ojs/index.php/Lhawet/index</a>
<b>Idioma</b>	Español
<b>Dirección de correo electrónico</b>	LHAWET: revista.lhawet@gmail.com INEAH: ineahunsa@gmail.com
<b>Dirección postal</b>	Campus Universitario San Martín. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia N° 5150. Ciudad de Salta. CP 4400.
<b>Foto de portada</b>	Ilustración de Guadalupe Rinaldi
<b>Fecha de publicación</b>	Diciembre de 2023



INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
ARGENTINA



OPEN JOURNAL  
SYSTEM



**BINPAR**  
Bibliografía Nacional de  
Publicaciones Periódicas Argentinas Registradas  
Centro Argentino de Información  
Científica y Tecnológica



# Lhawet

## Nuestro entorno

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA • ARGENTINA

Volumen 9 • Número 9 • Diciembre 2023

ISSN (impresa) 2250-5725 - ISSN (en línea) 2250-5717

### EQUIPO EDITORIAL

*Directora/Editora Responsable:*

Mgter. Alicia Rina Dib

*Secretaria:*

Dra. Manuela Urtasun

### EVALUADORES VOLUMEN 9

Griselda Salas Barboza

Universidad Nacional de Salta, Argentina.

Juan Rodolfo Barros

Universidad Nacional de Catamarca, Argentina

Marcelina Picon Matorras

Universidad Nacional de Salta, Argentina.

María Juana Silverio

Universidad Nacional de Catamarca, Argentina.

Nora Valeiras

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Patricia Valdez

Universidad Nacional de Salta, Argentina.

Patricio de los Rios

Universidad Católica de Temuco, Chile.

Rebeca Martinenco

Universidad Nacional de Villa María, Córdoba, Argentina

Sandra Rodriguez Echazú

Universidad Nacional de Salta, Argentina

Santiago Echaniz

Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

Virginia Albeza

Universidad Nacional de Salta, Argentina.



<b>EDITORIAL</b> .....	9
------------------------	---

## **ECOLOGÍA**

Estado actual y gobernanza del agua de la Reserva Hídrica de Finca Las Costas, Salta .....	15
--	----

*Ana Beatriz Moreyra, Nérida Bayón de Torena, Mónica Pasculli, Ana Moya y Paola Mamani*

Calidad biológica del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, evaluada a través de insectos bentónicos como bioindicadores .....	27
---	----

*Ismael Eduardo Lencina y Liliana Beatriz Salas*

Calidad de agua y fitoplancton del lago del Parque San Martín (Salta, Argentina) .....	35
--	----

*Claudia Nidia Borja, Florencia Álvarez Dalinger, Verónica Lozano, Camila Muñoz y Liliana Moraña*

## **EDUCACIÓN**

Calificación y metacognición en un aula de ciencias de la escuela secundaria .....	47
--	----

*Rolando Vera, Patricia Valdés y Cecilia Moreno*

Una invitación a pensar en los sistemas científicos, los modos de generación y evaluación de conocimientos de abajo para arriba y viceversa .....	55
---	----

*Ricardo A. Guichón, Gonzalo Burgos-Herrera, Natalia Fernández, Tomás O'Connor, María Laura Benvenuto, Nicolás Maveroff, Ana Cecilia Martínez-Tosto, Romina Petrih, Nadia J. Velázquez, Damián Bozzuto, María Teresa Civalero y L. Susana Burry*





**E**stimados lectores es para nosotros una alegría poder ofrecer el Volumen N<sup>o</sup> 9 de Lhawet, porque entendemos que el esfuerzo que realizan los investigadores debe tener la mayor difusión posible de sus hallazgos, resultados y nuevas hipótesis sobre sus objetos y métodos de estudios.

En este volumen se ofrecen cinco artículos que se encuentran distribuidos en dos capítulos uno referido a Ecología y otro a Educación. En el primero se incluyen tres, de los cuales dos pertenecen a investigaciones realizadas en el seno de Universidad Nacional de Salta y uno en la Universidad Nacional de Catamarca. Cabe destacar que los tres focalizan su interés en el análisis de la calidad del agua en diferentes contextos.

En el segundo capítulo, se presentan dos trabajos que ponen el acento en las formas de “Evaluar”, uno el ámbito de un establecimiento de nivel secundario y el otro en contextos de producción de conocimiento como CONICET y otras donde los investigadores-evaluadores se interrogan sobre sus propias prácticas.

El artículo “Estado actual y gobernanza del agua de la Reserva Hídrica de Finca Las Costas, Salta” ofrece un escenario sobre de actores, las instituciones, los estudios realizados por la Secretaría de Ambiente y Producción Sustentable, otros estudios, el estado de los caudales, el entorno y las actividades económicas de algunos pobladores, el crecimiento que ha tenido el espacio del área de influencia donde se encuentra la toma de agua que abastece a la Ciudad Capital. El análisis de cada uno de los componentes que intervienen en la calidad del agua como la disminución de la cuenca a raíz de los nuevos desarrollos urbanísticos son causales tanto de los conflictos y tensiones que se desatan, como de la contaminación del agua. A su vez analizan la legislación existente sobre la que habría accionar desde los diferentes actores e instituciones involucrados.

A partir de este cuidadoso análisis se pueden tomar decisiones en cada uno de los aspectos enunciados a fin de crear un plan de saneamiento que respete lo que las diversas leyes establecen a fin de comenzar a recuperar la cuenca de abastecimiento de agua.

El segundo artículo titulado “Calidad biológica del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, evaluada a través de insectos bentónicos como bioindicadores”, El área de estudio se ubicó en la localidad de Concepción, departamento Capayán, provincia de Catamarca cuya cuenca de estudio pertenece al arroyo El Simbolar se realiza con el objetivo de evaluar la calidad del agua que se utiliza para consumo humano y para el riego de nogales y de huertas de los puestos “La Mesada”, “El Totoral”, “Finca de los Córdoba” y puesto “El Quemado”. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, utilizando a los insectos bentónicos como bioindicadores.

Los autores señalan que la utilización de los insectos como bioindicadores está muy difundida. En este caso se pudo observar que al mantenerse la estructura de la comunidad se puede afirmar que la calidad del agua es óptima. Los autores destacan que este estudio es pionero en su área y que sus resultados podrán ser usados en planes de conservación

El tercer trabajo denominado “Calidad de agua y fitoplancton del lago del Parque San Martín” (Salta, Argentina) muestra los resultados de tres muestras realizadas en el otoño del año 2023. El lago posee aproximadamente, 1, 3 has. Representa un espacio estético y de recreación en la ciudad capital. Los autores utilizaron además diferentes métodos para analizar la calidad, temperatura y profundidad en donde se observan mayor cantidad de elementos eutróficos. Los resultados les permitieron observar que el lago del parque San Martín se caracteriza por su escasa profundidad, baja transparencia y el desarrollo de microalgas fitoplanctónicas.

Al igual que el anterior artículo este comporta el primer estudio del lago del parque San Martín que integra el estudio del fitoplancton con la determinación de parámetros físicos y químicos, permitiendo realizar una evaluación del estado actual del cuerpo de agua. Los autores concluyen que se debe continuar con estudios que permitan profundizar el conocimiento limnológico y del fitoplancton para el planteamiento de propuestas de manejo que contribuyan a mejorar su calidad.

En capítulo sobre Educación encontramos dos trabajos que se preguntan sobre este aspecto fundamental en los ámbitos educativos de todos los niveles del sistema. De allí que consideramos que se trata de un paradigma en transformación.

El trabajo brinda una metodología evaluativa innovadora en el nivel secundario cuyo objetivo consiste en hacer partícipe a los estudiantes de la evaluación. Los autores mencionan la rigidez de las prescripciones emanadas desde el Ministerio de Educación para la evaluación en escala numérica de 0 a 10 con el número 6 para considerar aprobado. Este tipo de evaluación cuantitativa refleja la persistencia del modelo positivista que se traslada a la nota que el alumno debe alcanzar.

El estudio realizado les permitió a los docentes involucrar a los estudiantes para que tuvieran acceso a sus propias calificaciones, observaran los logros y los no alcanzados y que pudieran tener el control de sus aprendizajes y saber qué es lo que no habían comprendido para poder llevar adelante su proceso de conocimiento, a la vez la transparencia en el proceso evaluativo. Esto es lo que los autores han denominado la evaluación como un proceso formativo.

La aplicación de esta metodología innovadora obtuvo buenos resultados según la encuesta aplicada a los estudiantes y también en relación a los logros obtenidos en los sucesivos trimestres, alcanzando mejorar en el tercer trimestre.

El trabajo es alentador y muestra la necesidad de transformar las evaluaciones hacia tendencias participativas, en las que docentes y estudiantes conjuntamente produzcan el conocimiento que se busca en la formación de los estadios educativos.

El segundo trabajo denominado “Una invitación a pensar en los sistemas científicos, los modos de generación y evaluación de conocimientos de abajo para arriba y viceversa”, constituye una invitación a pensar la evaluación acercando las experiencias

laborales a las prácticas de vida de los investigadores y docentes.

Los autores que pertenecen a distintas áreas de conocimiento tales como biología, arqueología y antropología biológica. Conformaron un grupo de investigación orientado a la generación de información paleoecológica. A partir de encuentros virtuales durante el período de pandemia pudieron compartir resultados preliminares de un espacio de exploración, reflexión y debate acerca de los modos de producción de conocimientos y los procesos de evaluación.

Los autores (12 investigadores) pertenecientes a institutos de investigación científica de diferentes universidades y provincias invitan a abrir otras perspectivas en los ámbitos de evaluación. Proponen repensar y recuperar sus propias experiencias en los modos de generar y evaluar conocimiento dentro de nuestro sistema científico. Piensan dos modos de ingreso. Uno a partir de las reflexiones sobre ideas que les resultan provocadoras de pensamientos. El otro desde sus propias experiencias de vida. No descartan ninguno y señalan que ambos se enriquecen.

El equipo de investigadores luego de sucesivos encuentros virtuales y discusiones interdisciplinarias se fijaron como objetivo explorar las diversidades en los modos de generar conocimiento y de evaluar los quehaceres científicos, y reconocer cómo las diversas trayectorias personales son imprescindibles en sus recorridos como investigadores.

Los autores afirman que si se logra considerar que los sistemas de evaluación son sistemas complejos, abiertos, dinámicos, situados e históricos, entonces quizás se puedan iniciar nuevos diálogos que contemplen tanto lo establecido como lo nuevo. Continúan diciendo que los modos de evaluación son parte de los “paisajes” en los que estamos inmersos como sociedad. Su dinámica tiene aspectos cerrados y otros abiertos, distinguir estas dimensiones puede ayudar a salir de capturas rígidas y esencialistas (donde queda poco margen para pensar en cambios).

Se entiende que sendos aportes, cada uno desde sus espacios e inserciones están apelando a considerar que las evaluaciones no pueden ser unilaterales, que no pueden desconocer los contextos de producción de conocimientos y que es tiempo de incorporar las vivencias y experiencias personales en estos procesos de producción de conocimientos que pueden estar incidiendo tanto los factores políticos, sociales, económicos de la sociedad de la que formamos parte como los de las propias realidades de sus contextos familiares.

Superar esa agenda cerrada constituye un desafío poder institucionalizar e incorporar una agenda abierta a la evaluación de la generación de conocimientos.

Es nuestro deseo que los artículos alcancen la mayor difusión, circulación posible y que signifiquen aportes a las instituciones que se ocupan de los factores ambientales como así mismo de la educación y la producción de conocimiento.

Agradecemos profundamente a quienes han contribuido con sus artículos para la edición de este volumen.

*Mgter Alicia Rina Dib*  
Directora Revista Lhawet



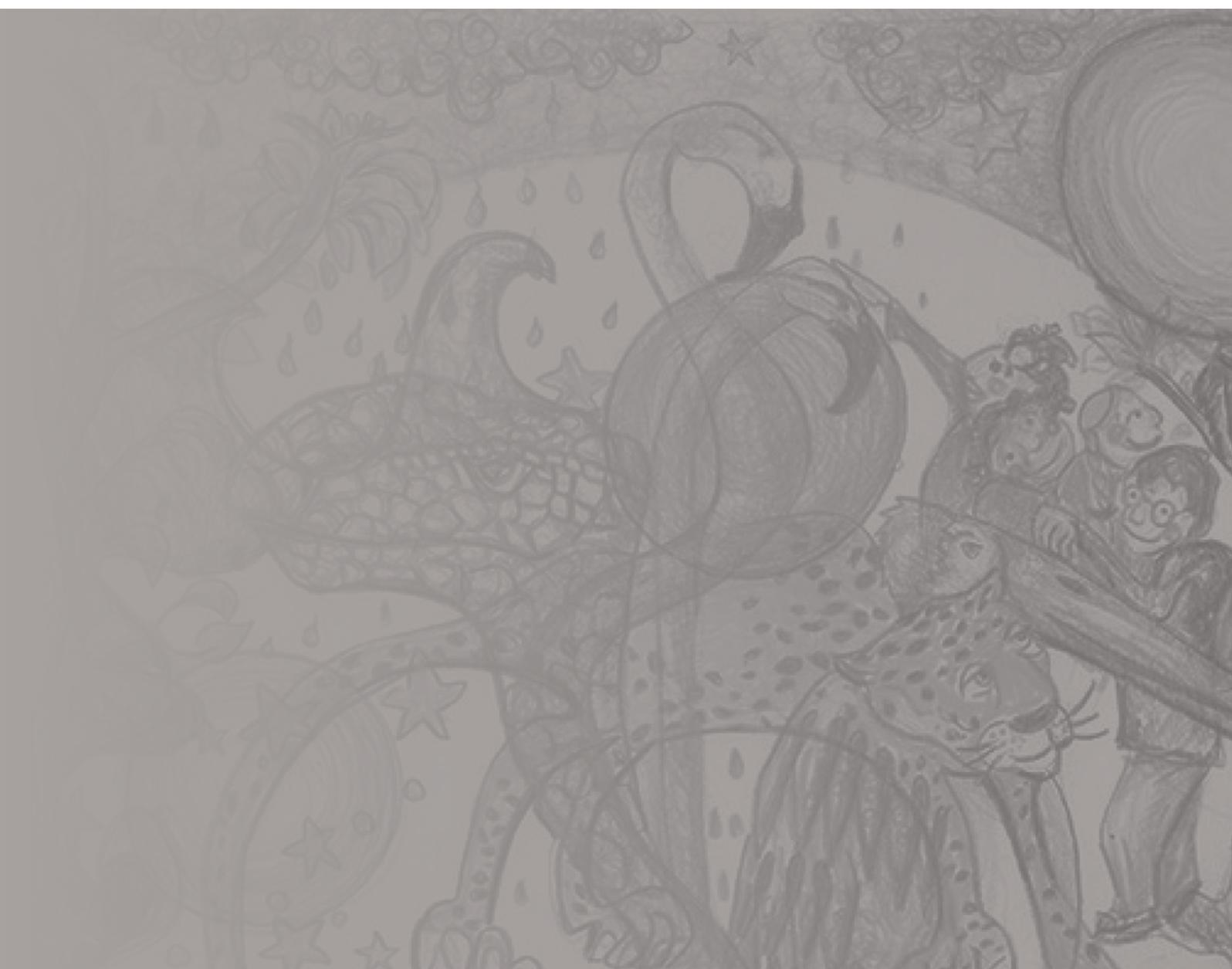
**Lhawet**  
Nuestro entorno

---

Artículos

---

# Ecología





### Artículo

Recibido: 31/07/23

Rdo. de evaluación: 28/02/24

Aceptado: 12/03/24

# Estado actual y gobernanza del agua de la Reserva Hídrica de Finca Las Costas, Salta

## Current State and governance of Finca Las Costas Water Reserve, Salta

**Ana Beatriz Moreyra**

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,  
Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**Nélida Bayón de Torena**

Cátedra de Realidad Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.  
Autor de correspondencia: nelidabayont@yahoo.com.ar

**Mónica Pasculli**

Cátedra de Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**Ana Moya**

Cátedra de Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**Paola Mamani**

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,  
Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

### RESUMEN

Desde la perspectiva de la gobernanza y teniendo en cuenta el concepto de agua segura, en este trabajo se propuso estudiar el estado actual del recurso hídrico de la microcuenca denominada "Reserva Hídrica de Finca Las Costas", cuyo fin es abastecer de agua potable a la ciudad de Salta. En este sentido y con una visión holística, se analizó el estado y los factores que afectan el recurso hídrico, así como el modo de gestión que aplican los actores institucionales responsables. El estudio partió de los datos presentados en la Audiencia Pública del año 2022 convocada en virtud del Amparo Judicial Ambiental caratulado "Provincia de Salta por Amparo", que, según se indica en sus fundamentos, tiene como finalidad "proteger del posible daño ambiental a la Reserva Natural de Finca Las Costas". La metodología utilizada en el estudio fue cualitativa interpretativa y cuantitativa, apelando a fuentes de información primarias y secundarias. Los datos más relevantes se obtuvieron del trabajo en campo y de la observación participante del grupo de estudio. Se trianguló información proveniente de los descargos registrados en la Audiencia y de entrevistas en profundidad a diferentes actores vinculados al tema. Se analizaron las instituciones encargadas de la gestión en la Reserva y sus relaciones. Se efectuaron muestreos de agua en los años 2021 y 2023, en ocho puntos elegidos de diferentes ríos seleccionados, detectando que los valores de coliformes totales y fecales y amonio reflejan contaminación orgánica, convirtiendo a dichos ríos en no aptos para el consumo de agua de los habitantes de la Reserva y para uso recreativo de los visitantes. Se analizó la transformación territorial urbanística tanto dentro, como en los alrededores de la Reserva. Se detectó la existencia de un barrio aledaño, tipo country, que utiliza, desde su creación, agua perteneciente al sistema hídrico de la Reserva generando conflictos legales con los habitantes de la misma. Finalmente, se analizó la gobernanza del agua en la Reserva a la luz de los princi-

pios indicados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), concluyendo que es necesaria la gestión de un proyecto integral, sustentado en la transparencia y disponibilidad de recursos económicos adecuados a las necesidades, que asegure la participación activa y continua de los pobladores organizados como Comunidad Indígena Lule, cuidadores ancestrales de los recursos naturales de la Finca, a fin de cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible, compromiso internacional de “agua segura para toda la sociedad”.

**Palabras clave:** Gobernanza del agua, Agua segura, Reserva Hídrica Finca Las Costas, Comunidad Lule, Salta

### ABSTRACT

From the perspective of governance and taking into account the concept of safe water, this work proposed to study the current state of the water resource of the micro-basin called “Finca Las Costas Water Reserve”, whose purpose is to supply drinking water to the city of Salta. In this sense and with a holistic vision, the state and factors that affect the water resource were analyzed, as well as the management mode applied by the responsible institutional actors. The study was based on the data presented at the 2022 Public Hearing called under the Environmental Judicial Protection entitled “Province of Salta for Protection”, which, as indicated in its foundations, has the purpose of “protecting the Finca Las Costas Natural Reserve from possible environmental damage”. The methodology used in the study was qualitative, interpretive, and quantitative, appealing to primary and secondary sources of information. The most relevant data was obtained from field work and participant observation of the study group. Information from the defenses recorded in the Hearing and from in-depth interviews with different actors linked to the topic was triangulated. The institutions in charge of management in the Reserve and their relationships were analyzed. Water sampling was carried out in the years 2021 and 2023, at eight chosen points of different selected rivers, detecting that the values of total and fecal coliforms and ammonium reflect organic contamination, making these rivers unsuitable for water consumption by the inhabitants of the Reserve and for recreational use by visitors.

The urban territorial transformation was analyzed both within and around the Reserve. The existence of a neighboring country-style neighborhood was detected, which has been using water from the reserve’s water system since its creation, generating legal conflicts with the inhabitants of the reserve. Finally, the governance of water in the Reserve was analyzed in light of the principles indicated by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), concluding that the management of a comprehensive project is necessary, supported by transparency and availability of economic resources appropriate to the needs, which ensure the active and continuous participation of the residents organized as the Lule Indigenous Community, ancestral caretakers of the natural resources of the Farm, in order to comply with the Sustainable Development Goal, an international commitment, of “safe water for all community.”

**Keywords:** Water governance, Safe water, Finca Las Costas Water Reserve, Lule Community, Salta.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarcó en el proyecto de investigación CIUNSa N° 2772/0 “Estudio Integral participativo del ambiente, economía y saberes de la ‘Comunidad Indígena Lule’ de la Reserva Hídrica de Finca Las Costas, Salta período 2007-2022”, y el objetivo fue estudiar la calidad actual del agua desde una perspectiva holística, analizando la relación y articulación entre las instituciones que la gestionan.

El antecedente inmediato del trabajo lo constituyó el Amparo Judicial Ambiental, caratulado “Provincia de Salta por Amparo”, que se tramitó por expediente N° 718.742/20<sup>1</sup>. Las acciones judiciales derivaron en una Audiencia Pública realizada en setiembre del año 2022 (AP22), en la cual expusieron representantes de las instituciones convocadas: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Recursos Hídricos, Fiscalía de Estado, Ente Regulador de Servicios Públicos, Aguas del Norte y familias representadas por la Comunidad Indígena Lule. En dicha audiencia se denunció “la actividad ganadera y la ausencia de redes cloacales en viviendas de 4 familias como principales fuentes de contaminación de las napas subterráneas de agua” (en referencia a familias que habitan la Reserva). En la interpelación se expresaron ante la jueza los resultados de estudios técnicos vinculados al agua, así como posicionamientos críticos que cuestionaron las causas que dieron origen al expediente.

El estudio se sustentó en la unidad analítica de “Reserva Natural”, categoría de Área Protegida propuesta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Para Borrini-Feyerabend et al. (2014) las áreas protegidas constituyen una estrategia fundamental para la conservación a largo plazo de la diversidad biológica y cultural, proporcionando bienes y servicios ecosistémicos esenciales para la sociedad y la vida en general. Las legislaciones de la provincia de Salta relacionadas a las reservas naturales que encuadraron el estudio fueron: i) Ley 7070/00 de Protección del Medio Ambiente, ii) Ley 7107/00 de creación del Sistema Provincial de Áreas Protegidas (SIPAP) que establece en el art. 6° que “Cada área protegida contará con un Plan Integral de Manejo y Desarrollo, elaborado de manera participativa y basado en evaluaciones de los recursos naturales, culturales y sociales del área y su entorno”<sup>2</sup> y, iii) Ley 7543/09 de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos.

El marco conceptual asumido en el análisis fue el de “Agua Segura” que por su concepción holística in-

cluye calidad, cantidad, cobertura, continuidad, costo y cultura hídrica. La calidad y cantidad con relación a la buena salud y a la satisfacción de los requerimientos básicos; la cobertura y continuidad con respecto al acceso ininterrumpido; el costo en vinculación con la obtención, tratamiento, distribución y monitoreo; y la cultura hídrica en correspondencia con la valoración y preservación del recurso, bajo un esquema de desarrollo sustentable (Manero, 2017). Se consideró como factor condicionante para el acceso al agua segura la dimensión analítica de la “Gobernanza Multinivel” propuesta por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2015). La OCDE sostiene que la gobernanza requiere de políticas coherentes, roles y responsabilidades claras, financiamiento, marcos regulatorios efectivos, involucramiento y transparencia, y que además exige la inclusión de actores diferentes con acciones integrales y participativas en la toma de decisiones. La conjunción de ambos aspectos conlleva a una gobernanza multinivel del agua que asegura la sustentabilidad del recurso, es decir, al equilibrio entre lo económico, social y ambiental en su uso.

Los actores considerados participantes en las decisiones o involucrados con el recurso agua hasta el momento del estudio fueron: organismos del Estado provincial, pobladores de la Reserva organizados en la Comunidad Indígena Lule (Personería Jurídica N° 536/2006) que usan y reclaman la disponibilidad de agua para su consumo y prácticas de subsistencia (huertas y cría de animales bovinos) y, privados con emprendimientos urbanísticos de *countries*<sup>3</sup> relacionados a la temática.

En el contexto señalado se abordó la problemática del agua mediante la consideración de su disponibilidad y cuidado actual, la revisión de los responsables de la gestión y el análisis de los conflictos generados por el aprovechamiento del agua de los cauces del sistema hídrico de Finca Las Costas. Esta situación de complejidad ambiental y político-social generó el planteo de los siguientes interrogantes: ¿Las instituciones vinculadas al cuidado y manejo del recurso hídrico actual de la Reserva se enmarcan en una gobernanza participativa multinivel con sustentabilidad? ¿Las urbanizaciones tipo *country* afectan las aguas superficiales de la microcuenca de Finca Las Costas?

Los resultados presentados son preliminares y pretenden aportar información actualizada vinculada al agua de la Reserva Hídrica, particularmente porque existe un gran desafío y una urgencia en la elaboración de un Plan de Manejo Integral y Participativo como lo exige la normativa en beneficio de las personas y de los recursos naturales de la Reserva.

1 Participó la jueza de Primera Instancia en lo Civil y Comercial décima Nominación, Dra. María Guadalupe Villagrán.

2 Este Plan exige disponer de un Plan Operativo Anual y requiere la revisión y actualización cada cinco (5) años.

3 *Country* o Club de Campo: Complejo recreativo residencial, situado en área no urbana destinado a las actividades deportivas, sociales o culturales, en contacto con la naturaleza. Terrenos con superficie igual o superior a 1.250m<sup>2</sup>, que cuentan con piscinas, pozos de agua, cámara séptica. Código de Planeamiento Urbano Ambiental, Ciudad de Salta, 2020. Decreto 924/80 de la Provincia de Salta.

## METODOLOGÍA

El área de estudio de la Reserva Hídrica se ubica en el piedemonte de la provincia fitogeográfica de las Yungas, a 15 km de la ciudad de Salta. Integra la microcuenca de Finca Las Costas de 94,6 km<sup>2</sup>. La red de drenaje corresponde al flanco oriental del Cordón de Lesser (Figura 1). El principal colector es el río Peñalva, que nace de la confluencia de los ríos La Toma y Astillero. El arroyo Durazno y el río Potrero Grande son tributarios por la margen derecha, mientras que el río Arteaga aporta caudales por la margen izquierda. El río Peñalva cambia su nombre por Arias luego del aporte del río San Lorenzo por el norte, desembocando finalmente en el río Arenales, tributario del río Juramento perteneciente al sistema Paraná-La Plata (Nuñez y Marcuzzi, 1999). La captura del agua superficial se realiza de los ríos La Toma y Astilleros y se complementa con agua subsuperficial que deriva hacia la planta de tratamiento en Alto Molino con destino a la ciudad de Salta.

El estudio aplicó metodología cualitativa y cuantitativa, con el fin de triangular información y enriquecer los resultados con testimonios orales de actores, evidencia empírica y datos de análisis específicos. La metodología cualitativa utilizó observación participante e interpretación crítica de entrevistas en profundidad realizadas a referentes de instituciones públicas, informantes claves y dirigentes de la Comunidad Lule, durante los años 2022 y 2023 y, de los registros logrados en la AP22. Las entrevistas tuvieron dos ejes principales: i) la gestión del agua, que incluyó aspectos sobre la organización institucional, recursos

humanos asignados, objetivos, infraestructura, actividades con relación al agua y conflictos y ii) las modificaciones urbanísticas del área y su relación con el agua de la Reserva. No se mencionaron en el trabajo los nombres de los entrevistados por la sensibilidad del tema. Con el fin de complementar la información del punto ii), se analizaron y compararon imágenes satelitales disponibles en Google Earth Pro poniendo énfasis en los últimos años (2010 en adelante). Finalmente, con la información generada y recabada se construyó una línea de tiempo de gestión institucional y un mapa con las urbanizaciones recientes.

La metodología cuantitativa consistió en estudios de calidad de agua en los ríos La Toma, Astilleros, Peñalva y San Lorenzo. Los criterios adoptados para la ubicación de los puntos de muestreo fueron: cauces principales, confluencia de cauces, acceso turístico, presencia de animales, relación con las nuevas urbanizaciones, fuentes de abastecimiento de agua. Se definieron 8 puntos de muestreo los cuales se consideraron Estaciones de Monitoreo (EM0 al EM7). Los puntos se ubicaron en los cursos mencionados y en la confluencia río La Toma-Astilleros, Cascada del río Astilleros y Tres Palmeras (Figura 1 y Tabla 1). La recolección de muestras se realizó en 6 puntos elegidos en cada año del estudio. La primera recolección se realizó en dos etapas por condiciones climáticas adversas: 4 muestras en 12/2021 y 2 en 03/2022. La segunda recolección se realizó en 02/2023. En este caso, se repitió la recolección de agua en 2 puntos que se consideraron críticos por los resultados de los análisis del primer muestreo y la observación en campo; las muestras restantes se ubicaron en nuevos puntos para contar con un registro más amplio. Sobre la base

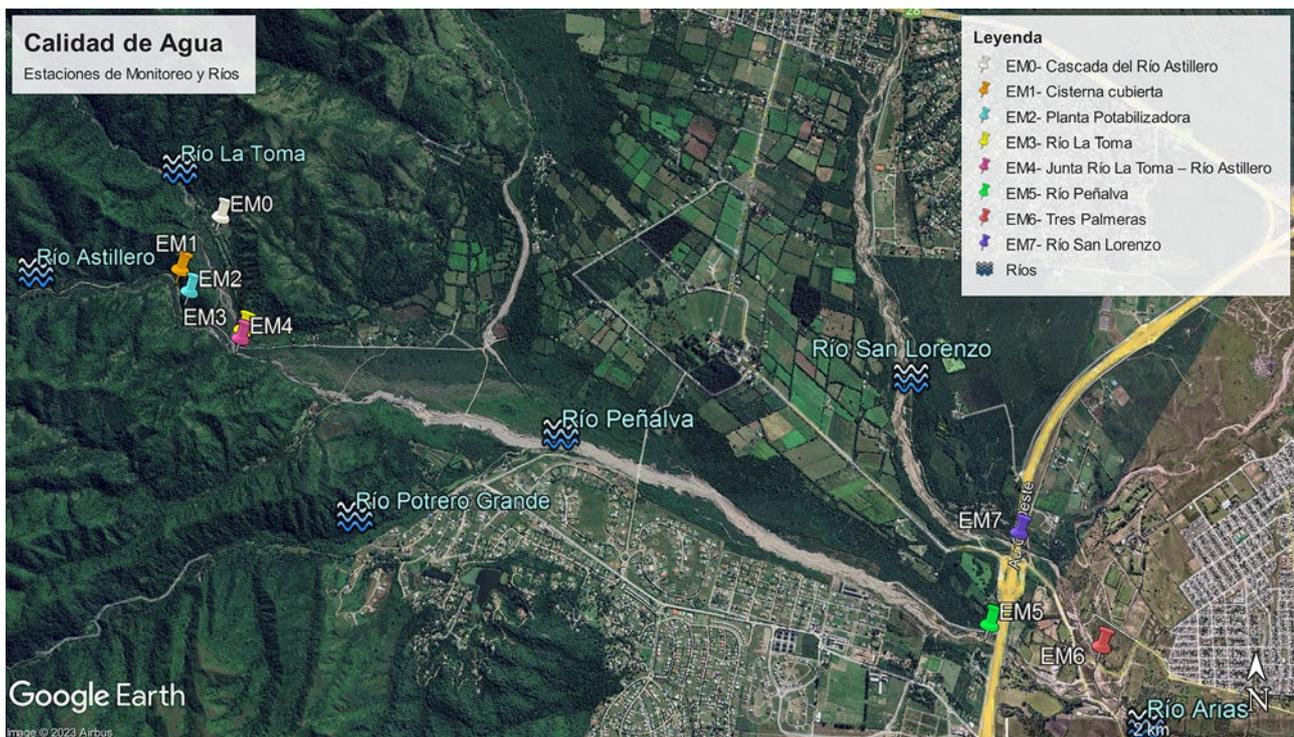


Figura 1. Red de drenaje y puntos de muestreo de agua.

Código E. M.	Denominación de la Estación de monitoreo	Cantidad muestras/ Año	Coordenadas geográficas	Observaciones
EM0	Cascada del Río Astillero	1/ 2021-22	-24.767946 -65.533552	Altitud 1360 m.s.m.
EM1	Cisterna cubierta	1/2021-22	-24.768264 -65.533378	Altitud 1338 m.s.m. Parte alta de pileta de pretratamiento.
EM2	Pileta de Pretratamiento	2/2021-22 y 2023	-24.769710 -65.532867	Altitud 1334 m.s.m.
EM3	Río La Toma	2/2021-22 y 2023	-24.768264 -65.530699	Altitud 1338 m.s.m. Antes de Cisterna abierta. El destino del agua es la planta potabilizadora y el consumo de familias Lule.
EM4	Río La Toma – Río Astillero	1/2023	-24.7727 -65.528917	Altitud 1333 m.s.m. Confluencia de los ríos.
EM5	Río Peñalva	2/2021-22 y 2023	-24.790403 -65.476772	Altitud 1222 m.s.m. Cercano a efluentes domésticos
EM6	Tres Palmeras	2/2021-22 y 2023	-24.791736 -65.469222	Altitud 1212 m.s.m. Confluencia de los ríos.
EM7	Río San Lorenzo	1/2023	-24.78485 -65.474719	Altitud 1224 m.s.m.

Tabla 1. Puntos de muestreo de agua.

del protocolo del Laboratorio Ambiental de Recursos Hídricos de la provincia de Salta, se realizaron análisis físicos, químicos y biológicos. Los resultados biológicos de coliformes y químicos de nitrógeno amoniacal se compararon con los niveles guías de calidad de agua superficial propuestos por la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC, 1996), en función del uso del recurso para consumo humano y actividades recreativas. El estudio también se nutrió de fuentes secundarias como trabajos técnico-científicos y artículos periodísticos locales vinculados a los conflictos existentes por la problemática del agua.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Actores Institucionales vinculados a la gestión de la microcuenca de Finca Las Costas

Desde su expropiación Finca Las Costas estuvo gestionada por diferentes organismos públicos y regida por diferentes instrumentos normativos vinculados a su rol de Reserva Natural e Hídrica, proveedora de agua potable para la ciudad de Salta, como se aprecia en la línea de tiempo de la Figura 2. Así, en 1935 por expropiación del Estado Nacional, pasó a depender de Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.). Este organismo inició la construcción de galerías filtrantes de los arroyos que la cruzan y un conducto de 0,5 m de diámetro. En 1980, la Finca pasó a propiedad de la provincia de Salta, quedando la administración de los servicios de provisión de agua y desagües a cargo de la Dirección de Obras Sanitarias de la provincia (D.O.S). En 1995, el Gobierno designó la Finca como “Reserva Permanente e Intangible”, al considerarla, además, representante de la biodiversidad de la provincia fitogeográfica de las Yungas. En 1998, designó al Ministerio de Producción y Empleo, actual Ministerio de Producción y Desarrollo Sustentable de Salta, como administrador general de Finca las Costas, reconociendo que el abastecimiento para el consumo era cercano al 30%. En 1999, la gestión del agua, como en toda la provincia, pasó al ámbito privado, recuperándose en el año 2000 con características de sociedad mixta. En 2007, la Reserva recibió la denominación de

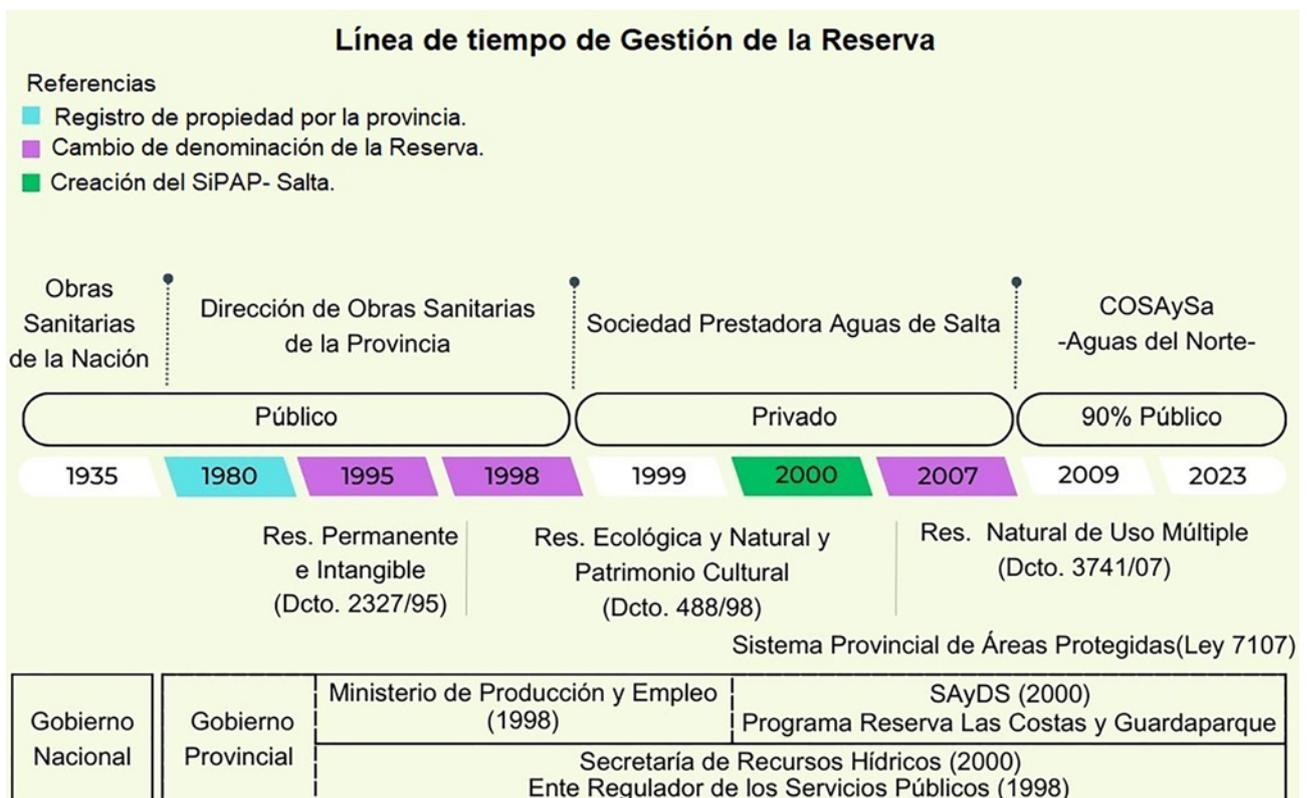


Figura 2. Línea de tiempo de gestión de la Reserva.

“Reserva Natural de Uso Múltiple”, lo que continúa a la fecha.

En la actualidad (2023), los actores interesados y que participan y/o gestionan los recursos en la Reserva Hídrica de Finca Las Costas son diversos, tanto del ámbito público como privado:

### *Del Estado Provincial*

- a) Del Gobierno depende directamente la Administración de Campo Finca Las Costas. El administrador (unipersonal) efectiviza el cobro de arriendos a residentes de la Reserva excepto a los Lules quienes, por considerarse dueños ancestrales del territorio, se resisten al pago. Por otro lado, el administrador, asume el control de construcciones y de producciones agropecuarias en el área, entre otras funciones asignadas.
- b) Del Ministerio de Producción y Desarrollo Sustentable, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable<sup>4</sup> (SAyDS) como autoridad de aplicación de la Ley 7107/00 y 7070/00. De las entrevistas se rescató que, en el año 2011, la Agencia de Áreas Protegidas<sup>5</sup>, intervino en el área, a través de los Programas Reserva Las Costas y Guardaparque, con el proyecto “Planificación para el manejo de la Reserva de Uso Múltiple Las Costas y valoración de los servicios ambientales”<sup>6</sup>. En la AP22, el referente del organismo indicó que entre 2014-2018 iniciaron el Plan Integral de Manejo y Desarrollo, el cual se encuentra en etapa de diagnóstico, faltando, entre otras acciones, los procesos de participación de los actores involucrados.
- c) Del Ministerio de Producción y Desarrollo Sustentable, la Secretaría de Recursos Hídricos<sup>7</sup> tiene entre sus funciones la defensa de las aguas públicas. En la AP22, los profesionales indicaron que inspeccionan el campo y “observan” la cuenca de la Finca periódicamente.
- d) Sociedad Mixta la Compañía Salteña de Agua y Saneamiento (Co.S.A.ySa.)<sup>8</sup>, conocida como Aguas del Norte tiene una participación estatal del 90% y es responsable del saneamiento, instalación y mantenimiento de obras de captación, conducción y posterior potabilización del agua. Funcionarios y pobladores entrevistados manifestaron: “Obras Sanitarias tenía 15 tomeros, actualmente son 5 solamente”; “No invierte hace años ni en el saneamiento ni en la limpieza de las tomas de agua”; “La



Figura 3. Toma de agua para consumo de los Lule.

conducción está a cielo abierto y se ven animales muertos...”; “Faltan los muros de contención y protección, llaves y válvulas...” (Entrevista, 2022). Estas expresiones se reflejan en campo con infraestructura envejecida, sin mantenimiento, tecnología obsoleta y con tomas de agua precarias para el consumo de las familias Lule (Figura 3).

- e) Ente Regulador de los Servicios Públicos (EN-RESP): organismo dependiente del gobierno tiene como función regular los servicios públicos de energía eléctrica y agua potable de jurisdicción provincial. En el estudio no se verificó intervención efectiva de este organismo en el tema.

4. Este organismo se encarga de evaluar los proyectos e iniciativas del sector público o privado considerando el impacto de las mismas sobre el medio ambiente y los recursos naturales.
5. Ente técnico designado, en 2010 (Decreto 1849/10), como autoridad de aplicación de la Ley 7107.
6. El fin era elaborar el Plan Integral de Manejo y Desarrollo.
7. Planifica y organiza todo lo concerniente al aprovechamiento de aguas, su uso, preservación y reserva: Estudio, captación, conducción, uso y conservación.
8. Creada por Decreto provincial 2195/09. Le precedió la empresa Sociedad Prestadora de Aguas de Salta, de carácter privado (Figura 2), cuya vinculación se produjo por Dcto.N°2.934/99.

### Del Estado Municipal

Municipio de San Lorenzo: organismo responsable de la fiscalización, control y habilitación de edificaciones y planeamiento urbanístico de su jurisdicción. Se ocupa además de todos los aspectos vinculados al saneamiento en la Reserva, por ejemplo, de la recolección de residuos.

### Del Ámbito Privado

- Comunidad Indígena Lule: receptora del agua proveniente de ríos y acequias a cielo abierto no tiene posibilidad de acceder a agua segura, ni de disponer de cantidad y calidad necesarias, como lo indican las voces de los entrevistados. Algunos de sus integrantes colaboran *ad honorem* en tareas de limpieza y control del sistema hídrico. C. R., miembro de la comunidad, planteó enfáticamente en la AP22 “¿Cómo puede ser que un área protegida que tiene el beneficio de poder asignarles fondos de la Ley de Bosques hace 10, 12, 13 años, no tenga un proyecto que resuelva el problema de la comunidad?”. Su testimonio indica la indiferencia y la falta de proyectos gubernamentales.
- Arrendatarios de la Reserva: actores individuales que también reciben el agua en forma precaria, expresan su interés por participar de cualquier decisión sobre el manejo de agua en la Reserva.

Esta es la descripción de un área con múltiples actores, donde el poder de gestión lo ostenta el Estado y donde no hay registro de acciones conjuntas y consensuadas entre los involucrados (públicos y privados) que muestren un plan de manejo del agua, más bien, se detectan tensiones diversas no resultas. En este sentido, se evidencia la urgente necesidad de alcanzar una gobernanza participativa que impulse y permita asegurar en el tiempo la sostenibilidad del espacio, coincidiendo con lo planteado por estudio-

so que proponen pensar el marco conceptual de la “gobernanza para la sostenibilidad” (OCDE, 2015; Iribarnegaray y Seghezze, 2012). Este criterio ayudaría a resguardar la cantidad y calidad del recurso, como la vida en la microcuenca, tanto para el desarrollo de los pastajeros tradicionales como para el sostenimiento de la flora y la fauna.

### La calidad del agua en los cursos superficiales de la microcuenca

Los resultados de los análisis muestran un riesgo para la salud humana. Por un lado, con relación al parámetro biológico, los coliformes totales (CT) indican contaminación de materia orgánica (vegetal o animal) en agua superficial y los coliformes fecales (CF) - compuestos en un 97% por *Esterischia coli* - señalan contaminación por animales de sangre caliente, incluyendo al hombre (RHN, 2003). Por otro lado, con relación al parámetro químico, el nitrógeno amoniacal (Amonio), con presencia en aguas naturales en concentraciones mayores a 0,1 mg/L se considera como una prueba química de contaminación reciente debida a aportes antropogénicos y desechos animales (RHN, 2004).

Los valores registrados muestran fluctuaciones en el tiempo y espacio, como se observa en la Figura 4. En el río Peñalva (EM5), se observa un valor superior de nitrógeno amoniacal al valor guía de 0,05 mg NH<sub>4</sub>/L (AIC, 1996) para el consumo humano: 0,25 mg NH<sub>4</sub>/L (año 2022) y 0,16 mg NH<sub>4</sub>/L (año 2023). Estos valores indican una contaminación orgánica reciente, ya que la nitrificación convierte al amonio en nitritos y luego a nitratos. La descomposición de materia orgánica (plantas y animales) y las excretas animales y/o humanas son posibles fuentes del amonio detectado.

Con respecto a los valores de coliformes totales aguas arriba de la pileta de pretratamiento (EM1), en la pileta de pretratamiento (EM2) y en el río Peñalva (EM5), durante el primer muestreo y en el río La Toma (EM3), Tres Palmeras (EM6) y el de pileta de

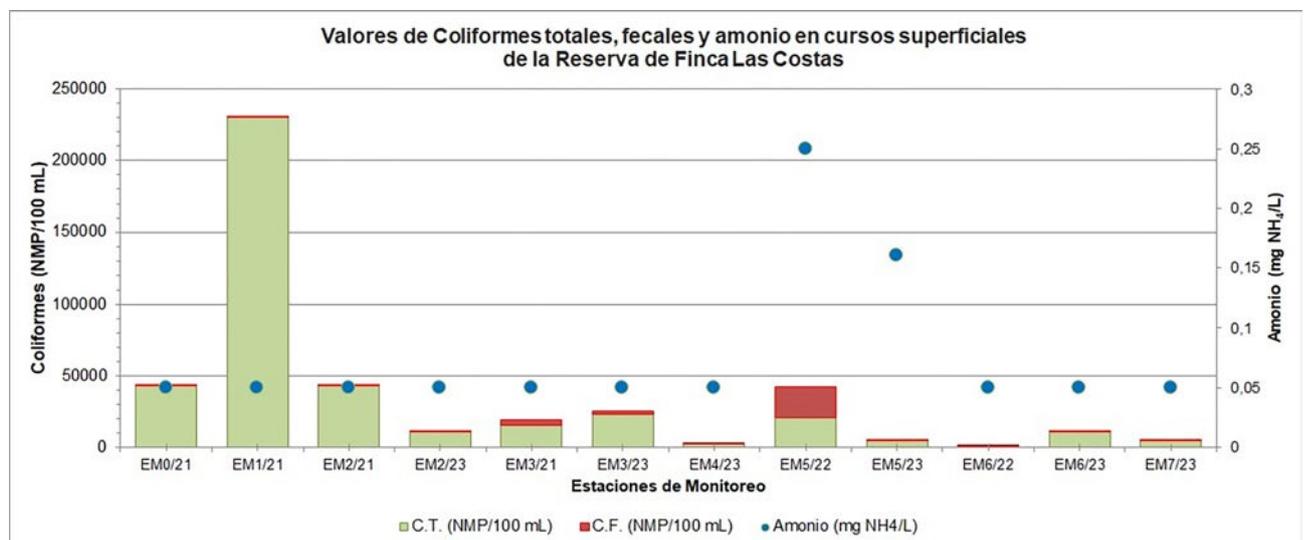


Figura 4. Parámetros biológicos y químicos de ríos de la Reserva.

pretratamiento (EM2) en el segundo muestreo, superan el valor guía de 5.000 NMP/100 mL para el consumo humano (AIC, 1996). Este grupo bacteriano puede provenir de diversas fuentes orgánicas. Respecto a los coliformes fecales, los valores más elevados se encontraron en el río Peñalva, 21.000 NMP/100 mL y río La Toma, 4.300 NMP/100 mL durante el primer muestreo, cayendo a 2.400 NMP/100 mL en el río La Toma, en el segundo muestreo. El valor guía para consumo humano es de 1000 NMP/100 mL (AIC,1996), superándolos significativamente. En las aguas para uso recreativo puede aceptarse la presencia de hasta 1.250 NMP/100 mL de coliformes totales y 200 NMP/100 mL de coliformes fecales por lo que el agua no está en condiciones de ser utilizada por los visitantes ocasionales. Esto permite inferir que, al ser la conducción del agua a cielo abierto, la contaminación fecal puede tener relación con animales domésticos y la fauna propia del lugar, en la zona media de la Reserva, y con vuelco de efluentes cloacales en el sector más bajo (río Peñalva) correlacionado con una alteración del color del agua, que indica, también, agua no segura. El origen del color observado en campo en 2022 y 2023, se puede asociar al vertido de efluentes de las urbanizaciones aledañas, proveniente de alguno de los “nuevos barrios” que se identifican y mencionan en la Tabla 2. El agua que disponen los habitantes de la Reserva, en ningún curso de los estudiados, es agua de calidad para consumo directo, por lo que requiere de forma ineludible tratamiento en los domicilios.

Lo obtenido en el estudio de los análisis de las muestras de agua tiene correspondencia con lo indicado por Gatto D’Andrea et al. (2012), quienes eva-

Barrio/Country	Año de Habilitación	Cantidad de Terrenos	Tipo de Barrio
Santa María de la Aguada	2006	190	Cerrado
Las Quintas	2009	120	Abierto
Chacra de Santa María	2012	170	Cerrado
Praderas de San Lorenzo	2015	1000	Cerrado
Invernadero	2015	100	Abierto
Trinidad	2020	200	Abierto
La Ribera	2021	80 duplex	Cerrado
La Reserva de San Lorenzo		200	Cerrado

Tabla 2. Barrios al sur de la Reserva.

luaron el riesgo de contaminación para el sistema de abastecimiento del agua potable de Finca Las Costas, otorgándole un valor de 49,1%, lo cual, según las categorías de la Organización Mundial de la Salud significa un riesgo medio, al límite de la categoría de riesgo alto. La contaminación existente puede empeorar si se tiene en cuenta los efectos de otras fuentes de contaminación observadas, como microbasurales, por lo que se requiere del control efectivo de las autoridades responsables.

### El recurso agua de la Reserva y los conflictos

El problema de la carencia del agua para consumo y prácticas de subsistencia se profundizó en los últimos años en Finca Las Costas. Se reconocieron dos motivos, el aumento de viviendas por mayor



Figura 5. Nuevas viviendas y barrios vinculados a la Reserva.

población y el funcionamiento de un barrio privado colindante, que utiliza agua trasvasada proveniente del cauce del río Potrero Grande de la Reserva. Las ubicaciones de las nuevas viviendas y los barrios se observan en la Figura 5.

Del primer motivo, los datos recabados en el INDEC (2010) indicaron 442 habitantes y los proporcionados por el Área de Asistencia Crítica de la Secretaría de Políticas Sociales del Municipio de San Lorenzo señalaron para el año 2023 unos 1.000 a 1.200 habitantes<sup>9</sup>. Este aumento de la población se refleja en el incremento de viviendas, particularmente ubicadas en la parte media de la Reserva (Quebradas de Potrero Grande, Arteaga, Astilleros, Zarzos, Puruña y La Toma) donde de 10 viviendas pasó a 50. Este aspecto, en relación con la necesidad de agua, requiere ser estudiado con mayor profundidad ya que se presenta como un serio problema. En relación al segundo motivo, los dirigentes de la Comunidad Lule, señalaron una notoria disminución del agua superficial para ellos y para la flora y fauna del lugar, vinculando la situación al desvío del agua perteneciente al sistema, hecho que fue denunciado públicamente en el año 2013 en medios periodísticos locales (Figura 6). En este sentido el presidente de la Comunidad, Sr. Tolaba, manifestó como una de las causas del problema el desvío realizado en la parte superior de la

microcuenca de las aguas del río Potrero Grande, en beneficio de la empresa La Ciénega S.R.L promotora del loteo de countries. En sus palabras “la Ciénega S.R.L., destruyó alambrados, depredó y extrajo árboles y plantas nativas, y desvió aguas superficiales y subterráneas sobre el territorio ocupado tradicionalmente por la Comunidad...” y agregó que “Irónicamente se les niega el derecho al agua a 260 familias que viven ancestralmente en equilibrio con el arroyo Potrero Grande en su fauna y su flora...” (COPENOA, 2013).

En la Tabla 2<sup>10</sup> se detallan los loteos, entre los cuales está el “Club de campo Las Chacras de Santa María”, habilitado en 2012 por el municipio San Lorenzo y que cuenta con 170 lotes que, según los resultados de entrevistas a informantes claves, desde sus inicios se aprovisionó con agua superficial de un cauce proveniente de la microcuenca de Finca Las Costas y continúa hasta el presente. La denuncia indicada generó otras denuncias y contradenuncias con intervención del Administrador de campo y la justicia, siendo un ejemplo de los conflictos existentes la AP22, del Amparo Judicial Ambiental, promovido por el gobierno provincial. Al decir de Bello (2004), el resurgimiento de las identidades étnicas genera la defensa de sus derechos y el cuidado de los recursos del territorio que ocupan; como en este caso, donde la Comunidad Lule



## Salta: Comunidad indígena del Pueblo Lules denunció penalmente a La Ciénega SRL y al Gobierno de Urtubey

Integrantes de la Comunidad Indígena del Pueblo Lules de Finca las Costas, ratificaron la denuncia realizada por el dirigente Fermín Tolaba, Presidente de la organización indígena, contra La Ciénega S.R.L, La Secretaría de Recursos Hídricos, y el Ministerio de Ambiente y Producción Sustentable de la Provincia de Salta, por violación de domicilio, Daños, usurpación, abuso de autoridad y violación de los deberes de funcionarios públicos, entre otros cargos.



1ro de octubre de 2013 | copenoa |

El Pueblo Lules denuncia que la Empresa La Ciénega S.R.L, destruyeron alambrados, realizando

### Artículos de la misma Sección

- Jujuy: Siguen los cortes en la Quebrada y Puna
- Jujuy. Por el agua y la tierra: ¿por qué las comunidades indígenas rechazan la reforma de Morales?
- Nación Kolla marcha hasta San Salvador de Jujuy en defensa de sus territorios y contra la Reforma de Morales
- Extractivismo. Jujuy: Comunidades Indígenas movilizaron contra el saqueo del litio y la Reforma de Morales
- Comunidades kollas de Orán se manifiestan en Plaza de Mayo en reclamo de tierras
- Contaminación. Tucumán: detienen a una cacique durante una protesta contra un basural a cielo abierto
- Salta: Comunidades originarias Lapacho 1 y El Cebilar están inundadas por líquidos cloacales
- Salta. Comunidades wichi denuncian avance del desmonte y fumigaciones en sus territorios (Video)
- Emergencia social. Bronca: fallecieron

Figura 6. Denuncia 2013. Comunidad Lule.

9 La mayoría de los nuevos pobladores se ubican en la parte baja de la Finca denominada “La Ponderosa”. Es elegido el lugar por el acceso a diversos servicios (agua potable, energía eléctrica, transporte, mercado). Entrevista 2023.

10 Barrios de la Ciénega S.R.L. La construcción más antigua fue iniciada en 2006, y la más reciente en 2021.

lo demanda en el espacio público, en la prensa y a nivel judicial de la provincia.

## CONCLUSIÓN

El análisis de las instituciones y la gobernanza, ha permitido observar múltiples actores, con roles distintos, no articulados entre sí, que no confluyen en un único plan de gestión que aporte una propuesta integral para asegurar la conservación y cuidado del agua en la Reserva. Los gestores del agua responden a la política gubernamental de turno evidenciando un limitado interés por el buen manejo y control del uso del recurso existente, no observándose inversiones ni expansión que permita ampliar el beneficio. Los usuarios del agua, por su parte, no tienen lugar en la planificación, gestión y control de los recursos hídricos ya que no se promueve desde el Estado su inclusión para lograr decisiones en un ámbito participativo e intercultural, en vistas de una gobernanza multinivel sustentable, persistiendo el esquema vertical para la toma de decisiones.

Para la mejora de la eficiencia en cantidad y calidad del recurso hídrico se requiere de financiamiento que permita avanzar en un plan de ordenamiento de la Reserva, encarar obras de ingeniería de envergadura (embalses o diques de contención), mantener y mejorar las obras de conducción y técnicas de purificación del agua, que puedan cubrir las demandas crecientes de agua potable. Los muestreos de los cursos superficiales analizados expresan contaminación orgánica en la Reserva; no se cumplen las condiciones de agua segura, tanto en lo bacteriológico como en lo químico, existiendo peligros para la salud en algunos puntos del sistema. En este sentido, y en el caso particular de los habitantes de la Reserva, la situación se presenta crítica ya que no se resuelven algunos tecnicismos legales que permitirían dotar a las familias de los servicios básicos de agua potable y saneamiento. Es necesario prestar atención a la cantidad de agua disponible en la microcuenca. El cuidado del agua en los cursos naturales hace imprescindible revisar y regular las autorizaciones urbanísticas que puedan alterar el equilibrio hidrológico en la Reserva. Se requiere de un diagnóstico ambiental completo y seguimiento continuo, con foco en la calidad y cantidad del recurso hídrico para la identificación y control de fuentes de contaminación y de demanda de agua.

La disputa legal de la Comunidad Lule por el reconocimiento de la posesión ancestral de unas 11.875 ha, que incluye a la Reserva Hídrica, adquirió un nuevo cariz tras el Amparo de 2022 presentado por supuesta contaminación ambiental. Esta situación de conflicto requiere resolución institucional basada en el cumplimiento de las leyes que los asisten, entre ellas la Constitución Nacional Argentina de 1994 y, mientras tanto, se debe permitir su participación activa como lo exige la Ley 7170/00 para la ejecución de un Plan Integral de Áreas Protegidas exitoso.

Por último, se entiende que la viabilidad de un plan de manejo de tipo integral debe estar asociada o enmarcada en un enfoque participativo, donde primen las articulaciones y el respeto entre los responsables de la gestión. En esta visión, el grado o tipo de interacción que se produzca afectará a cada uno de sus componentes y reflejará la calidad del sistema como totalidad. En síntesis, el desafío del agua segura en la microcuenca productora de agua de Finca Las Costas exige la ejecución de acciones dentro de una perspectiva de unidad territorial, con gobernanza sostenible desde el Estado y la sociedad civil, de tal modo de asegurar bienestar social y ambiental de la población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Noticias del Norte Argentino (COPENOA) (2013). *Salta: Comunidad Indígena del Pueblo Lules denunció penalmente a la Ciénaga S.R.L. y al gobierno de Urtubey*. <https://www.copenoa.com.ar/Salta-Comunidad-indigena-del>
- Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). (1996). *Propuesta de niveles guías de calidad para las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro*. Secretaría de Gestión Ambiental. Neuquén, Río Negro.
- Bello, A. (2004). *Etnicidad y ciudadanía en América Latina: la acción colectiva de los pueblos indígenas*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak Broome, N., Phillips, A. y Sandwith, T. (2014). *Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción*. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas, UICN.
- I.N.D.E.C. (2010). Censo. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-999-999-66-000-2010>.
- Constitución Nación Argentina de 1994.
- Gatto D'Andrea, M. L., Iribarnegaray, M., Salas Barboza, G., Liberal, V. I., Fleitas, A., Bonifacio, J. L., y Seghezze, L. (2012). Plan de seguridad del agua (PSA) para uno de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Salta. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 23-30.
- Iribarnegaray, M.A. y Seghezze, L. (2012). Governance, Sustainability and Decision Making in Water and Sanitation Management Systems. *Sustainability*, 4 (11), 2922-2945. <https://www.mdpi.com/2071-1050/4/11/2922>
- Ley 7070 de 2000. Protección del Medio Ambiente. 27 de enero de 2000. B.O. N° 15.827.
- Ley 7107 de 2000. Sistema Provincial de Áreas Protegidas de Salta. 08 de noviembre de 2.000. B.O. N° 16.021.
- Ley 7543 de 2009. Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Salta. 26 de

- enero de 2009. B.O. N° 18.035.
- Manero, F.B. (2017). Agua segura vs agua potable. Actas del XXXVI Encuentro de Geohistoria Regional. Resistencia, Argentina. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/181792/CONICET>
- Nuñez V. y Marcuzzi J. (1999). *Evaluación y Ordenación de la Cuenca Hídrica de Finca Las Costas y de la Evolución de la calidad del agua (Provincia de Salta)*. Dirección Provincial de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Provincia de Salta. Salta.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)(2015). *Principios de Gobernanza del Agua*. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-Water-spanish.pdf>
- Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación (RHN) (2004). *Desarrollos de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente correspondiente a amoniaco*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento18.pdf>
- Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación (RHN 2003). *Desarrollos de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente correspondiente a Escherichia coli/ Enterococos*. Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento46.pdf>



### Artículo

Recibido: 30/07/23  
Rdo. de evaluación: 06/10/23  
Aceptado: 20/10/23

# Calidad biológica del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, evaluada a través de insectos bentónicos como bioindicadores

## Biological quality of the water of Los Pinos and El Arbolito streams, evaluated through benthic insects as bioindicators

**Ismael Eduardo Lencina**

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad Nacional de Catamarca.  
Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.  
Autor de correspondencia: lencinaismael@gmail.com

**Liliana Beatriz Salas**

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad Nacional de Catamarca.  
Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.

### RESUMEN

De la confluencia de los arroyos Los Pinos y El Arbolito surge el arroyo El Simbolar. Su cuenca se localiza en Concepción, Capayán, Catamarca. El agua es utilizada para consumo humano, riego, ganadería y recreación. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, utilizando a los insectos bentónicos como bioindicadores. En cada curso de agua se estableció una estación de muestreo, donde se obtuvieron dos muestras con red tipo *Surber* (900 cm<sup>2</sup> de superficie; 300 µm de abertura de malla). Se calcularon los índices: BMWP' (Biological Monitoring Working Party ajustado para el NOA); ASPT' (Average Store Per Taxon) siguiendo el protocolo de cálculo de cada uno. Además, se obtuvo: % EPT (porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae/Ephemeroptera*. En el arroyo Los Pinos se recolectaron 1.306 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,74; EPT representó el 49,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,55, mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,27. En el arroyo El Arbolito se recolectaron 1.096 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,20; EPT representó el 47,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,73 mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,68. El agua en ambos arroyos es de muy buena calidad, sin impacto, teniendo en cuenta la biodiversidad y la tolerancia/intolerancia de los insectos a la contaminación.

**Palabras clave:** biodiversidad, macroinvertebrados, bioindicación, tolerancia/intolerancia

### ABSTRACT

From the confluence of the streams Los Pinos and El Arbolito arises the stream El Simbolar. Its basin is located in Concepción, Capayán, Catamarca. Water is used for human consumption, irrigation, livestock and recreation. The objective of this research was to evaluate the water quality of the Los Pinos and El Arbolito streams, using benthic insects as bioindicators. In each watercourse a sampling station was established, where two samples were obtained with *Surber* type net

(900 cm<sup>2</sup> surface; 300 µm mesh opening). The following indices were calculated: BMWP' (Biological Monitoring Working Party adjusted for NOA); ASPT' (Average Score Per Taxon) following the calculation protocol of each. In addition, it was obtained: % EPT (percentage of Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) and ratio EPT/*Chironomidae* and *Baetidae*/*Ephemeroptera*. In Los Pinos stream, 1,306 benthic insects were collected. The BMWP' index reached a value of 155; ASPT' was equal to 6.74; EFA accounted for 49.54%; EPT/*Chironomidae* was equal to 1.55, while *Baetidae*/*Ephemeroptera* was equal to 0.27. In El Arbolito stream, 1,096 benthic insects were collected. The BMWP' index reached a value of 155; ASPT' was equal to 6.20; EFA accounted for 47.54%; EPT/*Chironomidae* was equal to 1.73 while *Baetidae*/*Ephemeroptera* was equal to 0.68. The water in both streams is of very good quality, with no impact, taking into account biodiversity and insect tolerance/intolerance to pollution.

**Keywords:** macroinvertebrates, bioindication, tolerance/intolerance

## INTRODUCCIÓN

Los Pinos y El Arbolito son arroyos serranos que labran su cauce en la localidad de Concepción, departamento Capayán, provincia de Catamarca, Argentina. De la confluencia de los mismos surge el arroyo El Simbolar. El agua es utilizada para consumo humano, riego de plantaciones de nogales y de huertas de los puestos “La Mesada”, “El Totoral”, “Finca de los Córdoba” y puesto “El Quemado”. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de los arroyos Los Pinos y El Arbolito, utilizando a los insectos bentónicos como bioindicadores.

En los arroyos de montaña, el ensamble de insectos bentónicos está bien desarrollado. Debido a su tamaño corporal pueden ser retenidos por redes de tamaño de poro entre 200-500 mm, por lo que integran la comunidad de macroinvertebrados (Rosenberg & Resh, 1993).

La utilización de los insectos como bioindicadores está muy difundida. Si el sistema biológico se ve alterado, queda evidenciado en los diferentes resultados de dicho indicador. Si la perturbación es grande, los efectos se notarán a nivel de comunidad. Si es intermedia, puede dar lugar a la desaparición de algunas especies o el aumento de otras. Si es ligera, no modificara la estructura de la comunidad y sus efectos son imperceptibles (Prat *et al.*, 2009).

La amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes); la gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, cuya taxonomía es bien conocida a nivel de familia y género, como así también su nivel de tolerancia/intolerancia a la contaminación; los métodos de muestreo, fáciles de aplicar; justifican, entre otros aspectos, el empleo de la entomofauna bentónica para evaluar la calidad del agua (Bonada *et al.*, 2006).

El ensamble de insectos bentónicos es considerado como el mejor bioindicador de la calidad del agua. Se pueden obtener métricas biológicas simples, que representan la forma más sencilla de evaluar la calidad biológica. La riqueza o número de taxa es una métrica simple que en principio se reduce con la frecuencia o intensidad de las perturbaciones, ya sea en respuesta a la contaminación o a la destrucción del hábitat. Otro ejemplo lo constituye el número de taxa de algunos grupos de organismos acuáticos (determinados a nivel de género o familia), como por ejemplo el total de familias de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* o *Trichoptera*, o el porcentaje de individuos de cada uno de estos órdenes, que se caracterizan por tener taxa que suelen ser intolerantes a la contaminación, por lo que su número disminuye con el aumento de ésta (Prat *et al.*, 2009).

Otra manera de utilizar el ensamble es a partir de la obtención de índices bióticos. En este sentido se pueden citar: IBF (Índice Biótico de Familia) (Hilsehoff, 1988), basado en diversidad y abundancia de

familias; Índice EPT (*Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera*) (Klemm *et al.*, 1990), que necesita de determinaciones a nivel genérico de los organismos de estos tres órdenes y sus abundancias; Índice BMWP' (Iberian Biological Monitoring Working Party), ajustado para el NOA (Domínguez y Fernández, 1998), que permite evaluar la calidad del agua con rapidez de obtención, fiabilidad y facilidad de utilización al no requerir identificación más que a nivel de familia. Utiliza macroinvertebrados, no solo insectos, aunque estos últimos sean los más importantes; ASPT' (Average Score Per Taxon) (Walley & Hawkes, 1997), que divide el valor obtenido para el índice BMWP' en el número de taxa.

En la República Argentina se han adaptado índices bióticos para estimar la calidad del agua de los ambientes fluviales de la Cuenca del Carcarañá (Gualdoni y Corigliano, 1991); las Sierras de San Luis (Vallania *et al.*, 1996); del Paraná (Marchese y E. de Drago, 1992); del Plata (Rodríguez Capítulo *et al.*, 1998) y de la Patagonia (Miserendino *et al.*, 2005). Para ríos de Tucumán y el noroeste argentino, se realizaron estudios basados en macroinvertebrados, para su uso como indicadores de contaminación y degradación de las cuencas hídricas (Domínguez y Fernández, 1998; Fernández *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2011). En relación con los indicadores biológicos en Argentina resulta importante destacar el trabajo realizado en el marco de la Red de Evaluación y Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos (REM.AQUA), donde se reúnen los antecedentes y el estado del arte sobre los bioindicadores en los ecosistemas fluviales del país (Domínguez *et al.*, 2020).

En la provincia de Catamarca se vienen realizando trabajos referidos a artrópodos como bioindicadores de calidad de agua para diferentes cursos (Vides-Almonacid *et al.*, 1999; Salas *et al.*, 2004; Salas, 2005; Salas, 2007; Rodríguez Garay, 2007; Tomasi *et al.*, 2010; Salas y Chapes, 2011; Mestrocoldi, 2011; Colla *et al.*, 2013; Zelarayán Medina y Salas, 2014a y 2014b; Ávalos Álamo *et al.*, 2015; Ramos, 2017; Jo Hernández, 2017; Amaya, 2018; Ávalos Álamo, 2018; Soto Ramos, 2019; Barros *et al.*, 2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubicó en la localidad de Concepción, departamento Capayán, provincia de Catamarca (Fig. 1), cuya cuenca de estudio pertenece al arroyo El Simbolar (o río Concepción) (Fig. 2).

En el arroyo El Arbolito, la estación de muestreo se estableció a los 1.040 msnm, a 28° 37' 13" S y 66° 02' 05" O (Fig. 3). En el arroyo Los Pinos, la estación de muestreo se estableció a los 1.046 msnm, a 28° 37' 15" S y 66° 02' 05" O, (Fig. 4). El bosque de ribera en ambos arroyos corresponde a la ecorregión chaqueña, subecorregión chaco serrano con elementos de yungas, en especial en el arroyo Los Pinos donde se observó pre-

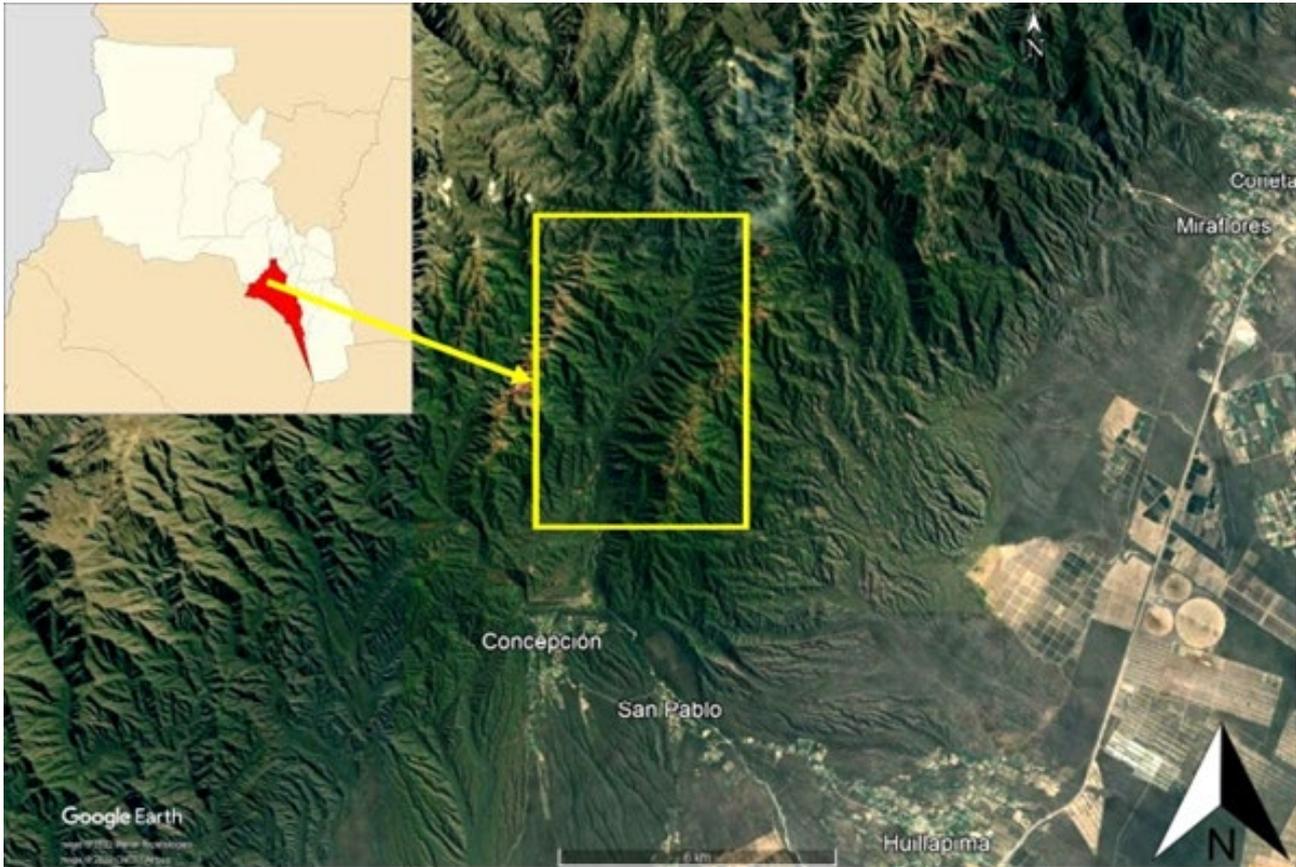


Figura 1: Localización del área de estudio

sencia de *Podocarpus parlatorei* “pino del cerro” (Perea *et al.*, 2007).

En cada curso de agua se fijó una estación de muestreo, donde se obtuvieron dos muestras de artrópodos bentónicos con red tipo *Surber* (900 cm<sup>2</sup> de superficie; 300 μm de abertura de malla) (Fig. 5). Los organismos se colocaron en bolsas plásticas, etiquetadas y conservadas en alcohol etílico 96° (Fig. 6). En laboratorio se procedió a separar los artrópodos del resto de la muestra, para determinarlos taxonómicamente bajo lupa binocular, hasta el taxón familia utilizando las claves disponibles en Domínguez y Fernández (2009). Se calcularon los índices: BMWP' (Biological Monitoring Working Party ajustado para el NOA, por Domínguez y Fernández, 1998); ASPT' (Average Score Per Taxon) (Walley & Hawkes, 1997) siguiendo el protocolo de cálculo de cada uno. Además, se obtuvo: % EPT (porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae*/*Ephemeroptera*.

## RESULTADOS

En el arroyo Los Pinos se recolectaron 1.306 insectos bentónicos. El índice BMWP' alcanzó un valor de 155; ASPT' fue igual a 6,74; EPT representó el 49,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,55, mientras que *Baetidae*/*Ephemeroptera* fue igual a 0,27. En el arroyo El Arbolito se recolectaron 1.096 insectos bentónicos. El ín-



Figura 2: Hidrografía de la cuenca de estudio (Salas, 1997)



**Figura 3:** Estación de muestreo, arroyo El Arbolito



**Figura 4:** Estación de muestreo, arroyo Los Pinos



**Figura 5:** Muestreo con red tipo Surber



**Figura 6:** Acondicionamiento de las muestras

dice  $BMWP'$  alcanzó un valor de 155;  $ASPT'$  fue igual a 6,20; EPT representó el 47,54%; EPT/*Chironomidae* fue igual a 1,73 mientras que *Baetidae/Ephemeroptera* fue igual a 0,68 (Tabla 1).

Los valores asumidos por el índice  $BMWP'$ ,  $>50$ , ubica el agua de ambos arroyos en la Clase I, que significa Aguas muy limpias (Domínguez y Fernández, 1998).

Por su parte, el índice  $ASPT'$  alcanzó valores mayores a 5,1, lo que se traduce en agua sin impacto (Klemm *et al.*, 1990).

El grupo EPT integrado por *taxa* de insectos altamente intolerantes a la contaminación, representa más del 45,00% (Fig. 7).

La relación EPT/*Chironomidae* y *Baetidae/Epheme-*

*roptera* se calcularon por primera vez, para ambos arroyos. Su respuesta a la contaminación es de disminución para la primera y aumento para la segunda (Prat *et al.*, 2009)

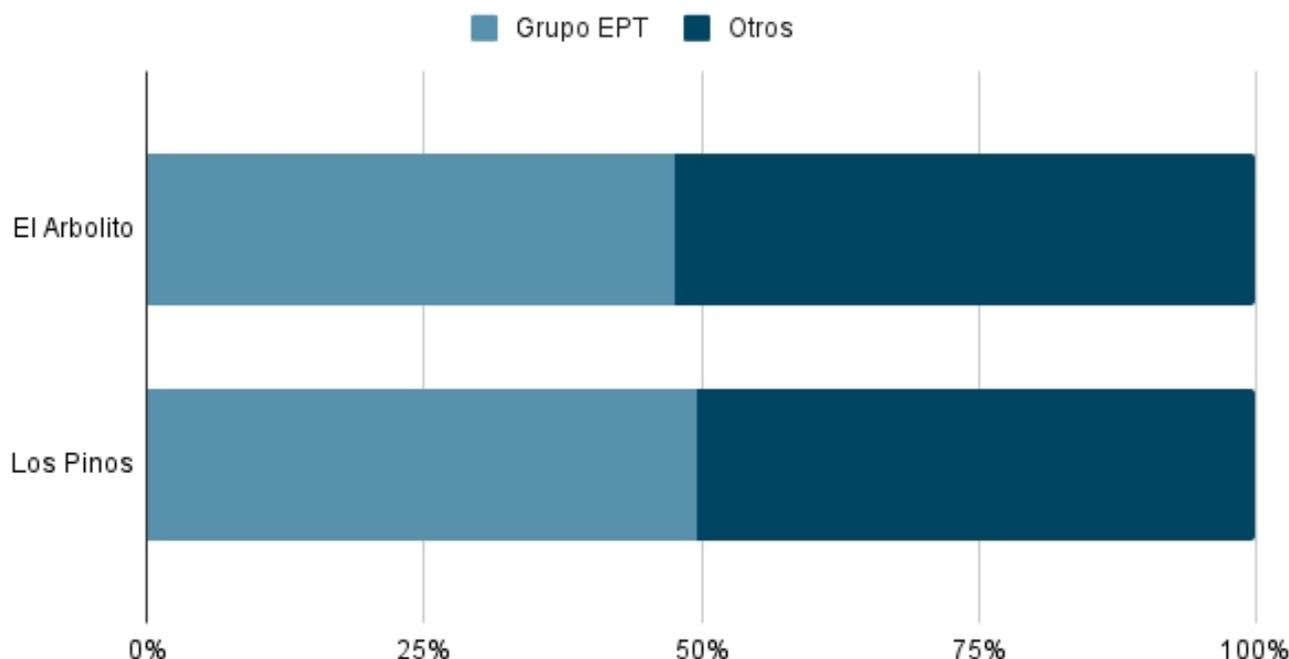
## DISCUSIÓN

El agua en ambos arroyos es de muy buena calidad, sin impacto, teniendo en cuenta la biodiversidad y la tolerancia/intolerancia de los insectos bentónicos a la contaminación. El indicador 6.3.2 "Proporción de cuerpos de agua con buena calidad de agua ambiental" de los Objetivos de Desarrollo Sustentable Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2018),

**Tabla 1:** Métricas biológicas simples e índices bióticos obtenidos para los arroyos Los Pinos y El Arbolito.

Métricas biológicas simples e índices bióticos	Arroyo Los Pinos	Arroyo El Arbolito
Abundancia	1.306	1.096
$BMWP'$	155	155
$ASPT'$	6,74	6,20
%EPT	49,54	47,54
EPT/ <i>Chironomidae</i>	1,55	1,73
<i>Baetidae/Ephemeroptera</i>	0,27	0,68

**Figura 7:** Porcentaje de Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (% de EPT) frente a otros taxa de la comunidad, en los arroyos Los Pinos y El Arbolito



rastrea el porcentaje de cuerpos de agua (ríos, lagos y aguas subterráneas) en un país con buena calidad del agua ambiental. Los resultados de esta investigación son pioneros en su tipo y representan la primera contribución al conocimiento de la calidad de agua de estos arroyos de montaña. Los datos podrán ser utilizados en la elaboración de planes de gestión para su conservación.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya M. 2018. Calidad de agua del Río del Valle, evaluada a partir de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, en la localidad de Huaycama, departamento Ambato, Catamarca. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 110 pp.
- Ávalos Álamo M. 2018. Diversidad de Macroinvertebrados bentónicos en el Río del Valle. Variación longitudinal y calidad de agua. Tesina de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 100 pp.
- Ávalos Álamo M., Lencina I., Vergara V., Salas L. 2015. Benthic macroinvertebrates basin lower-middle River Valley. *Biocell*. Vol. 39 (5) A145.
- Barros J., Vega Ovejero A., Aybar V., Corrales M., Romero R., Romero P., Ibañez Balestra L., --Salas L. 2021. Physicochemical and biological quality of the water of the Los Angeles River. *Biocell*. Vol. 45 (3) A227.
- Bonada N., Prat N., Resh V., Statzner B. 2006. Developments In Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomol.* Vol. 51: 495–523.
- Rosenberg DM. & Resh VH. (1993). Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, DM & Resh, VH. Editores. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York. The USA. Editorial Chapman & Hall. 1-9 pp.
- Colla M., César I., Salas L. 2013. Benthic insects of the El Tala River (Catamarca, Argentina): Longitudinal variation of their structure and use of Insects to assess water quality. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 73 (2): 357–366.
- Domínguez E. y Fernández H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Domínguez E. y Fernández H. 1998. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. *Serie conservación de la Naturaleza*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 39 pp.
- Domínguez E., Giorgi A., Gómez N. 2020. La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de La Argentina. Bases para el análisis de la integridad ecológica. CABA, Argentina. Editorial Eudeba.
- Fernández H., Domínguez E., Romero F., Cuezco G. 2006. La calidad del agua y la bioindicación en los ríos de montaña del Noroeste Argentino. *Serie Conservación de la Naturaleza*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. 36 pp.
- Fernández H., Romero F., Vace M., Manzo V., Nieto

- C., Orce M. 2002. Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán, Argentina). *Limnetica*. Vol. 21 (1-2):1-13.
- Gualdoni C. y Corigliano M. 1991. El ajuste de un índice biótico para uso regional. *Rev. UNRC*. Vol. 11 (1): 43-49.
- Hilsenhoff W. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*. Vol. 7: 65-68.
- Jo Hernández R. 2017. Evaluación de la calidad del agua del río El Tala, Catamarca-Argentina, a través de índices bióticos (BMWP', ASPT', IBF) y de un índice fisicoquímico (ISCA). Trabajo Final. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 104 pp.
- Klemm D., Lejía P., Fulk F., Lazorchak J. 1990. Macroinvertebrate field on laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA/600/4-90/030. Cincinnati, Ohio. USA. Editorial U.S. Environmental Protection Agency. Environmental Monitoring Systems Laboratory.
- Marchese M. y E. de Drago I. 1992. Benthos of de lotic environments in the middle Paraná River system: transverse zonation. *Hydrobiologia Journal*. Vol. 237: 1-13.
- Mestrocoldi C. 2011. Insectos bentónicos en un arroyo de Yungas de Catamarca y su aplicación para evaluar la calidad del agua, en un ciclo anual. Tesina de Grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 85pp.
- Miserendino M., Hollmann E., Masi C. 2005. Distribución del bentos y relaciones ambientales en un río regulado de Chubút. En: Libro de Resúmenes del III Congreso Argentino de Limnología. Chascomús, Bs. As. Argentina. pp.66.
- Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Santiago. Obtenido de: [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)
- Perea M., Pedraza G., Luceros, J. 2007. Relevamiento de flora arbórea autóctona en la provincia de Catamarca. Consejo Federal de Inversiones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. pp.8-14.
- Prat N., Ríos B., Acosta R., Rieradevall M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En: Domínguez, E. y Fernández, H. (Editores). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina. Editorial Fundación Miguel Lillo. pp.631-654.
- Ramos V. 2017. Evaluación de la calidad biológica de agua del arroyo Pampichuelas aplicando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Tesina de grado. Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 84 pp.
- Rodríguez Capítulo A., César I., Tassara M., Paggi A., Lemocov M. 1998. Distribution of the macrobenthic fauna of the south coastal fringe of the Rio de La Plata (Argentina): impact of urban contamination. *Inter. Assoc. theory and applied. Limnetica*. Vol. 26 (3): 1260-1265.
- Rodríguez Garay G. 2007. Entomofauna bentónica del arroyo Los Pinos (Capayán, Catamarca), con especial referencia al orden Diptera: variación estacional y su aplicación como bioindicadores. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 111 pp.
- Romero F., Fernández H., Manzo V., Molineri C., Correa M., Nieto M. 2011. Estudio integral de la cuenca del río Lules (Tucumán): Aspectos biológicos. En: Fernández H.R. y Barber H.M. (Editores). *La cuenca del Río Lules: una aproximación multidisciplinaria a su complejidad*. pp. Tucumán, Argentina. Editorial Universidad Nacional de Tucumán. pp.111-136.
- Salas L. 1997. Contribución al conocimiento de la biodiversidad de invertebrados bentónicos del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca). Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. Catamarca. Argentina. 101 pp.
- Salas L. 2005. Biodiversity of mountain stream benthonic insects and their application to test the biological quality of the water. *Biocell*. Vol. 29 (1): 85.
- Salas L. 2007. Biodiversidad de insectos bentónicos de un arroyo de Yungas de la provincia de Catamarca. Tesis de Maestría en Entomología. Inst. Sup. de Entomología "Dr. Abraham Willink", Fac. de Cs. Nat. e Inst. Miguel Lillo. UNT. Tucumán, Argentina. 112 pp.
- Salas L. & Chapes S. 2011. Trichoptero fauna of El arbolito water stream and its relationship with water physical-chemical and bacteriological parameters. *Biocell*. Vol. 35 (2):106.
- Salas L., Gómez P., Arjona M., Aybar P. 2004. Physical-Chemical and Biological quality of water for human consumption and irrigation Pampichuelas stream. Concepcion. Catamarca. *Biocell*. Vol. 28 (1): 51.
- Soto Ramos U. 2019. Ensamble de Macroinvertebrados Bentónicos y evaluación de la calidad del agua del Río Los Puestos. Ambato, Catamarca, Argentina. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCA. 77pp.
- Tomasi G., Vedia A., Salas L., Gómez P., Juárez F. y Lencina G. 2010. Estudio bacteriológico, fisicoquímico y aplicación el índice BMWP', el agua del arroyo El Simbolar y piscina del balneario

- en Concepción, Dpto. Capayán, Catamarca. *Revista Ciencia*. Vol. 5 (16): 23-38.
- Vallania E., Garelis P., Tripole E., Gil, M. 1996. Un índice biótico para las sierras de San Luis. *Revista UNRC*. Vol. 16 (2): 129-136.
- Vides Almonacid R., González J., Grosso L., Labilla E. 1999. Bioindicadores. En: Lavilla E. y González J. (Eds.). *Biodiversidad de Agua Rica Catamarca-Argentina*. Editorial BHP COPPER y Fundación Miguel Lillo. Tucumán. Argentina. pp.253-261.
- Walley W. & Hawkes H. (1997). A computer-based development of the Biological Monitoring Working Party score system incorporating abundance rating, site type, and indicator value. *Water Research*. Vol. 31 (2): 201-210.
- Zelarayán Medina G., Salas L. (2014a) Estructura y Variación Espacial de las Colectividades de Artrópodos en el Río "Las Juntas" (Catamarca, Argentina). *Huayllusbio* (8): 15-39.
- Zelarayán Medina G., Salas L. (2014b) Macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en un tramo del río Ambato. En: Libro de Resúmenes de las XXXI Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán. Tucumán. Argentina. pp.32.

#### Artículo

Recibido: 30/07/23

Rdo. de evaluación: 28/02/24

Aceptado: 06/03/23

# Calidad de agua y fitoplancton del lago del Parque San Martín (Salta, Argentina)

## Water quality and phytoplankton of the San Martín Park Lake (Salta, Argentina)

**Claudia Nidia Borja**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi  
Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.  
Autor de correspondencia: borja.claudian@gmail.com

**Florencia Alvarez Dalinger**

CONICET - Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi  
Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**Verónica Lozano**

CONICET - Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi  
Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**Camila Muñoz**

CONICET - Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi  
Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**Liliana Moraña**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi  
Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional de Salta,  
Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

### RESUMEN

Los lagos urbanos son ecosistemas que contribuyen a incrementar la calidad de vida, y a mitigar el clima urbano, además de permitir actividades educativas, por lo que se consideran de importancia para los habitantes de las ciudades, y el turismo. El lago del Parque San Martín es un estanque artificial que se utiliza con fines recreativos y estéticos. Se alimenta principalmente de agua de un pozo subterráneo y de lluvia. Su superficie es de aproximadamente 1,2 ha y la profundidad varía entre 0,90 y 1,30 m. Con el objetivo de analizar la composición fitoplanctónica, y la calidad física y química del agua del lago, se realizó un muestreo en abril de 2023, en tres sitios a diferentes profundidades. Se determinaron *in situ* transparencia, oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica, y radiación fotosintéticamente activa. En laboratorio se determinaron turbidez, sólidos, color verdadero, dureza, alcalinidad, DQO y nutrientes. Los recuentos del fitoplancton se realizaron según la metodología de Utermöhl. La transparencia del lago es muy baja y la profundidad de la zona fótica se encuentra entre los 35 a 39 cm. La conductividad eléctrica superó los 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los valores de color verdadero, pH y alcalinidad se encontraron dentro de los esperados para este tipo de aguas. El agua del lago se clasifica como "semidura". La turbidez varió entre 316 y 869 NTU. La DQO varió entre 63,89 y 480,23 mg/L. La concentración de nitratos y fosfatos alcanzaron máximos de 0,5 mg/L y 0,29 mg/L. No se observó déficit de oxígeno en ningún sitio. La temperatura del agua varió entre los 19,2 a 20,5 °C y no se

evidenció estratificación térmica. El índice de Carlson, basado en la transparencia, indicó un estado eutrófico. Se registraron 11 especies de micro algas fitoplanctónicas; dos *Bacillariophyceae*, dos *Chlorophyta*, cuatro *Euglenoida*, dos *Dinoflagellata* y una *Cryptista*. La abundancia máxima registrada fue de 164.505 céls./mL. El grupo que presentó mayor abundancia relativa fueron los dinoflagelados (90,28%) debido a una floración de *Gymnodinium sp.* Las floraciones de dinoflagelados acompañadas de otras algas indican un avanzado estado de trofia, y junto a la elevada concentración de sólidos suspendidos inorgánicos determinan el deterioro de la calidad del agua del lago.

**Palabras clave:** lagos urbanos, fitoplancton, calidad del agua

### ABSTRACT

Urban lakes contribute to increase the quality of life and mitigate the urban climate, in addition to providing educational activities, which is why they are considered important for city dwellers and the tourism. The San Martin Park Lake is an artificial pond used for recreational and aesthetic purposes. It feeds mainly of groundwater and rainfall. Its surface is approximately 1.2 ha and depth varies between 0.90 and 1.30 m. In order to analyze phytoplankton composition and the physical-chemical water quality, sampling was carried out in April 2023, considering 3 sites at different depths. Transparency, dissolved oxygen, water temperature, pH, electrical conductivity, and photosynthetically active radiation were determined *in situ*. Turbidity, suspended solids, true color, hardness, alkalinity, COD and nutrients were determined in laboratory. The phytoplankton counts were carried out according to the methodology of Utermöhl. Water transparency was very low and the depth of the photic zone range between 35 - 39 cm. The electrical conductivity exceeded 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Values of true color, pH and alkalinity ranged within the expected ones for this type of water. The lake water was "semi-hard". Turbidity ranged from 316 to 869 NTU. The COD varied between 63.89 and 480.23 mg/L. The concentration of nitrates and phosphates reached maximums of 0.5 and 0.29 mg/L. No oxygen deficit was observed in any site. The water temperature varied between 19.2 to 20.5 °C and there was no evidence of thermal stratification. The transparency indicate a eutrophic. 11 species of phytoplanktonic microalgae were recorded; two *Bacillariophyceae*, two *Chlorophyta*, four *Euglenoida*, two *Dinoflagellata* and one *Cryptista*. The maximum abundance was 164,505 cells/mL. The group that presented the greatest relative abundance were dinoflagellates (90.28%), corresponding to a bloom of *Gymnodinium sp.* The presence of blooms of dinoflagellates accompanied by other algae indicates an advanced state of trophy, and together with the high concentration of suspended inorganic solids determine the deterioration of the lake's water quality.

**Keywords:** urban lakes, phytoplankton, water quality

## INTRODUCCIÓN

Numerosas ciudades en el mundo poseen, dentro de su ejido urbano, ambientes acuáticos de origen antrópico, generalmente pequeños y de escasa profundidad (Mancini et al. 2012). Estas lagunas o lagos urbanos se construyeron desde la antigüedad, principalmente con fines estéticos y recreativos (Schuler y Simpson 2001). Estos particulares ecosistemas forman parte de la ecología urbana, contribuyen a incrementar la calidad de vida y a mitigar el clima urbano, además de permitir el desarrollo de actividades educacionales y recreativas, por lo que se consideran de importancia para los habitantes de las ciudades, y el turismo (Rodríguez-Flórez et al. 2019).

Desde el punto de vista funcional, los lagos urbanos son relativamente diferentes al resto de los sistemas acuáticos lénticos, sin embargo, debido a su ubicación y sus características morfométricas como su reducida extensión, escasa profundidad y sus cuencas impermeabilizadas por pavimento, calles y edificaciones (Vignatti et al. 2018), son más vulnerables a la acción humana (Mancini et al. 2012), lo que muchas veces resulta en la colmatación del cuenco por sedimentos, eutrofización y contaminación por bacterias patógenas o sustancias que pueden amenazar las comunidades que los habitan y la salud humana (Vignatti et al. 2018). También es frecuente que se produzcan floraciones de algunas especies del fitoplancton (Waajen et al. 2014), confiriendo al agua muchas de las características consideradas negativas por el público, tales como la presencia de olores y colores desagradables (Quirós 2007).

Debido a esta tendencia a eutrofizarse, una de las principales preocupaciones vinculadas al manejo de los lagos urbanos es asegurar la calidad del agua para los usos a los que es sometido el ecosistema, por lo que el análisis de la composición y la biomasa de la comunidad fitoplanctónica es clave en un contexto de gestión y monitoreo ambiental (Guo et al. 2010).

El Parque San Martín de la ciudad de Salta fue inaugurado el 19 de abril de 1905 y en él existe un lago artificial cuya construcción, durante el periodo 1936-1940, tuvo fines recreativos y de esparcimiento. Entre los problemas señalados para este lago urbano se encuentra la presencia de residuos en el agua, lo que se intensifica los fines de semana, cuando existe mayor afluencia de personas y la frecuente ocurrencia de floraciones de algunas especies del fitoplancton.

A la actualidad este sistema acuático no ha sido objeto de estudios limnológicos, por lo que el objetivo del presente estudio es analizar la calidad física y química de sus aguas y la composición del fitoplancton a los efectos de conocer su funcionamiento y poder proveer de la información necesaria para su manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El lago del Parque San Martín, es un ambiente-léntico artificial, cuyo ingreso de agua está dado por un pozo de agua subterránea y eventualmente de las precipitaciones y el egreso de agua por un pequeño canal de rebalse. Tiene un perímetro aproximado de 570 m y una superficie de 1,2 ha., su forma es irregular, con dos sectores definidos y conectados por un puente. El sector más pequeño tiene una profundidad media de 0,90 m mientras que el sector más grande posee una profundidad entre 1,20 a 1,40 m. La zona en la que se encuentra emplazado este pequeño lago presenta un clima subtropical serrano con régimen de precipitaciones estivales, el 85% de las cuales ocurren entre los meses de noviembre a marzo y la estación seca se produce en invierno, entre mayo y setiembre.

### Trabajo de campo y laboratorio

En abril de 2023 se tomaron muestras de agua en tres sitios del lago (Figura 1) a distintas profundidades. Se realizaron mediciones *in situ* de: oxígeno disuelto (expresado en mg/L y % de saturación) con oxímetro-HACH, transparencia del agua, mediante la profundidad de lectura del disco de Secchi (DS), temperatura del agua (°C), pH y conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) con una sonda multiparamétrica digital Oakton PC 450. Además, en cada uno de los sitios de muestreo se realizaron perfiles verticales de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), en sub-superficie (SS) y hasta la profundidad de 0,80 metros en intervalos de 20 cm, utilizando un radiómetro con sensor cuántico subacuático LI-COR LI-250. En laboratorio se determinaron: turbidez (UNT= Unidades Nefelométricas de Turbidez) con un turbidímetro portátil marca HACH, sólidos totales (ST en mg/L) mediante la determinación del residuo sólido a 103°C, sólidos suspendidos (mg/L) con espectrofotómetro DR5000, sólidos disueltos (mg/L) por diferencia entre los sólidos totales y los suspendidos, color verdadero (unidad Pt-Co), dureza total, alcalinidad total (mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ), nutrientes representados por las formas inorgánicas solubles de nitrógeno: nitratos, amonio, nitritos y fosfatos (en mg/L) (APHA, 2005).

Para el análisis del fitoplancton, muestras fijadas con lugol al 4% fueron contadas mediante sedimentación, con un microscopio invertido Zeiss (modelo Axiovert 40 CFL) (Utermöhl 1958). Se contó un número de campos que permitió obtener al menos 300 individuos de la especie más frecuente. Los datos se expresaron como la densidad en células por mililitro.

La condición trófica del cuerpo de agua se calculó mediante la aplicación del Índice de Estado Trófico (TSI) (Carlson 1977), utilizando los valores medios de

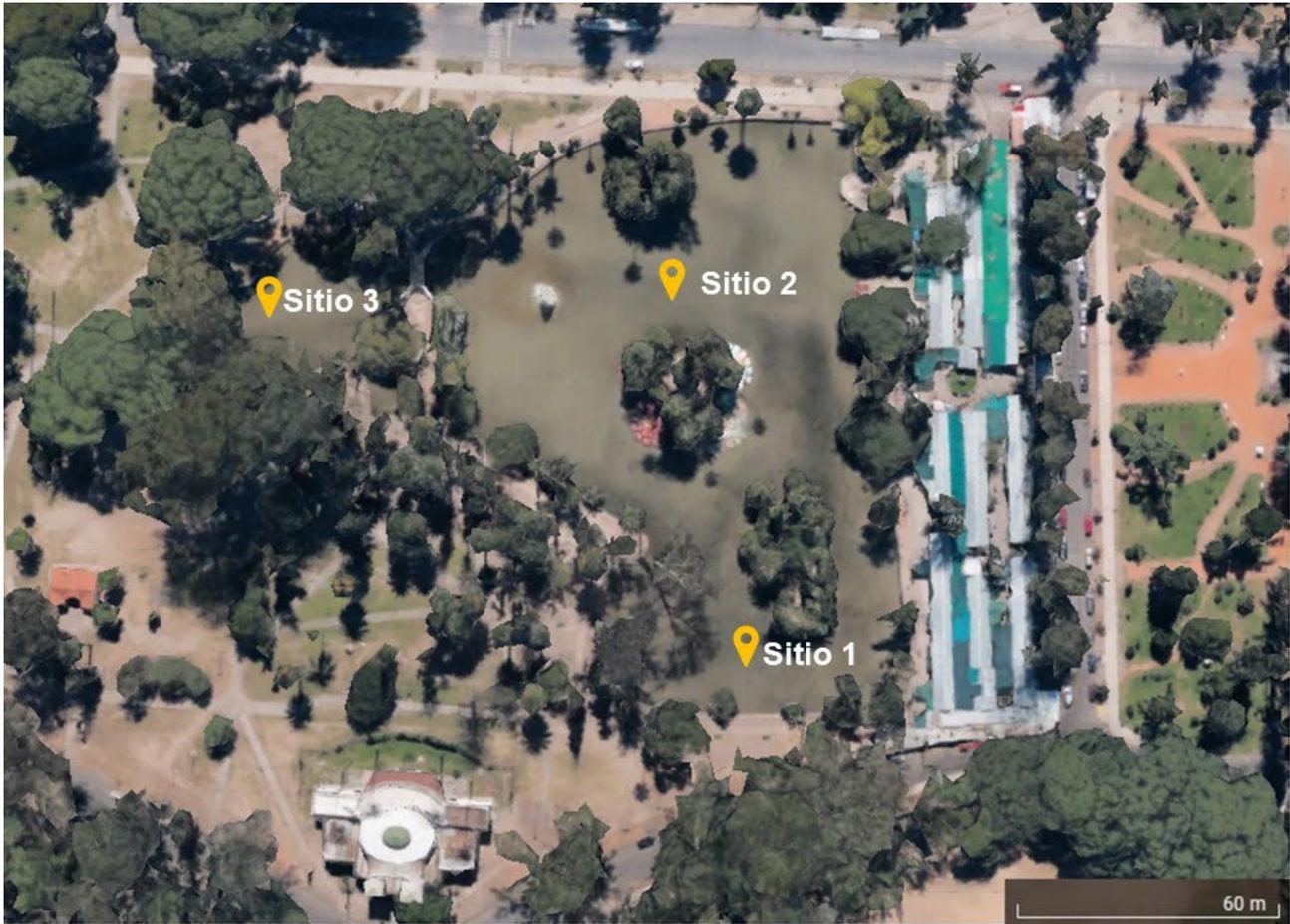


Figura 2: Perfiles de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a distintas profundidades en la columna de agua en los tres sitios de estudio

la profundidad de visión del disco de Secchi (DS).

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando el programa InfoStat versión 2008 (Di Rienzo et al. 2008). Se utilizó el análisis de correlación de Pearson para evaluar la relación entre las variables biológicas y las físicas y químicas. A efectos

de describir la relación de un conjunto de observaciones en términos de un conjunto de variables no correlacionadas, se utilizó el análisis de componentes principales para las variables físicas y químicas, por un lado y para las abundancias fitoplanctónicas por otro.

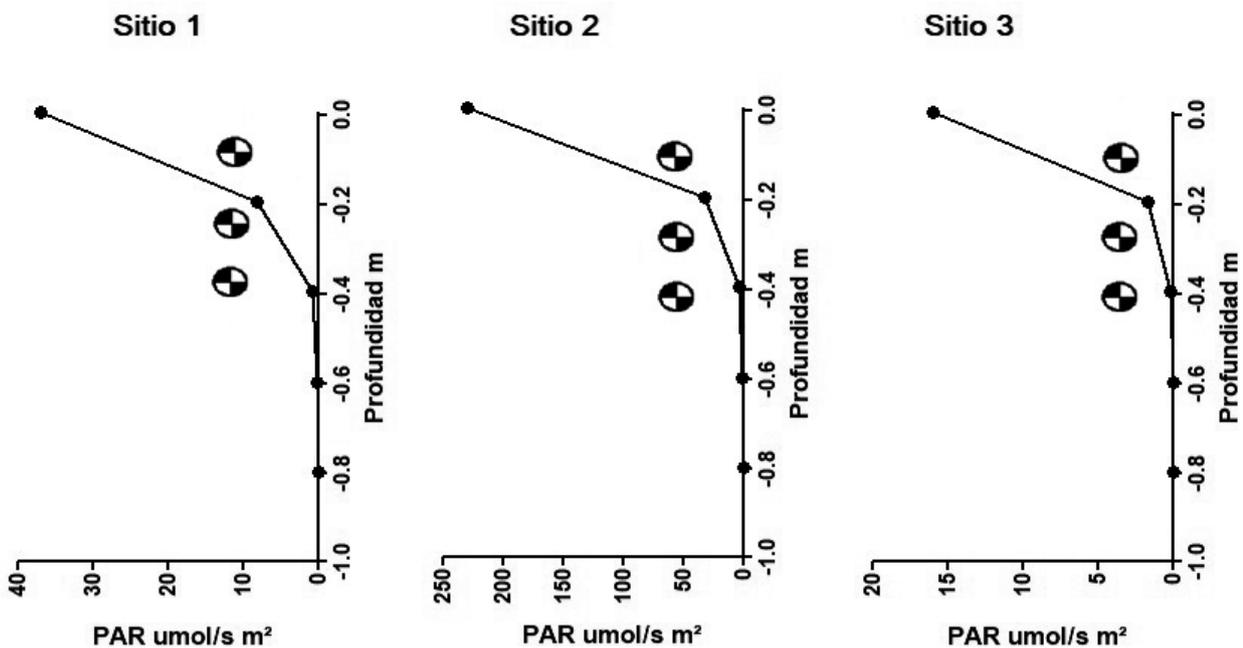


Figura 2: Perfiles de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a distintas profundidades en la columna de agua en los tres sitios de estudio

## RESULTADOS

### Parámetros físicos y químicos

La transparencia fue muy baja y similar en los tres sitios de estudio, 13 cm en el sitio 1 y 14 cm en los sitios 2 y 3.

Los perfiles verticales de radiación fotosintéticamente activa (PAR) mostraron que la profundidad de la zona fótica se encuentra entre los 35 a 39 cm dependiendo del sitio de muestreo (Figura 2).

La intensidad de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) varió entre los sitios muestreados. El sitio 2 registró el máximo valor ( $230 \mu\text{mol/s m}^2$ ) en SS, mientras que el menor valor se presentó en el sitio 3 ( $15,94 \mu\text{mol/s m}^2$ ) y el sitio 1 presentó un valor intermedio de  $37 \mu\text{mol/s m}^2$ . A la profundidad de 3DS, los valores de radiación fueron de  $0,8 \mu\text{mol/s m}^2$ ,  $3,44 \mu\text{mol/s m}^2$  y  $0,12 \mu\text{mol/s m}^2$  en los sitios 1, 2 y 3 respectivamente. Se estima que a la profundidad de 3DS llega entre un 1 a 1,5 % de la luz incidente, afirmación que pudo ser corroborada solamente para el sitio 2.

La mayor turbiedad se encontró en la muestra tomada a mayor profundidad en el sitio 2 (869 NTU). En el sitio 3 el mayor registro (585 NTU) se obtuvo en la muestra de agua tomada en SS donde se observó una mancha de aspecto aceitoso de color marrón rojizo, en el sitio 1 la turbidez registrada en SS fue la menor (316 NTU).

El rango de variación del color verdadero fue reducido (8 a 17 u Pt-Co), coincidente con lo esperado en aguas naturales.

La alcalinidad presentó poca variación entre todas las muestras estudiadas y su rango fue desde 242,5

$\text{mg CaCO}_3/\text{L}$  en el sitio 1 hasta  $256,1 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  en el sitio 3.

Los valores de pH presentaron un rango de variación entre los 7,62 a 8,35 (sitio 3 y 2 respectivamente) siendo las aguas siempre alcalinas. En todos los casos, los valores se encontraron dentro del rango permitido para protección de la vida acuática (6,5 a 8,5).

La dureza del agua varió entre 204,1 y 256,1  $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ . Según la escala Merck, todas las muestras se clasificaron como "de aguas semiduras".

La temperatura del agua, varió entre los 19,2 a 20,5° C. Aunque se observó una leve disminución de la misma a medida que aumentó la profundidad de medición, no llegó a determinarse estratificación térmica al momento del muestreo (Figura 3).

No se observó déficit de oxígeno ni en SS ni hasta los 80 cm de profundidad. Los perfiles de oxígeno disuelto de cada sitio (Figura 3), mostraron que las mayores concentraciones ocurren en SS y a 20 cm de profundidad. El sitio 2 registró 6,69  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en SS, manteniéndose más o menos constante hasta 1,0 m, desde donde decayó abruptamente hasta casi la anoxia (0,15  $\text{mg O}_2/\text{L}$ ) a los 1,4 m. El sitio 3 registró 8,50  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , equivalentes a 113,40% de saturación, en la zona de SS correspondiente a la mancha marrón rojiza producida por la floración de dinoflagelados.

Los sólidos totales disueltos tuvieron una pequeña variación entre las muestras, la mayor concentración se dio en el sitio 3 (309  $\text{mg/L}$ ) mientras que la menor ocurrió en el sitio 1 (282  $\text{mg/L}$ ). La conductividad eléctrica varió de 519,4 a 584,3  $\mu\text{S/cm}$ .

Los mayores valores de sólidos suspendidos se midieron en la muestra recolectada en SS en la mancha de aspecto aceitoso del sitio 3 (559  $\text{mg/L}$ ), segui-

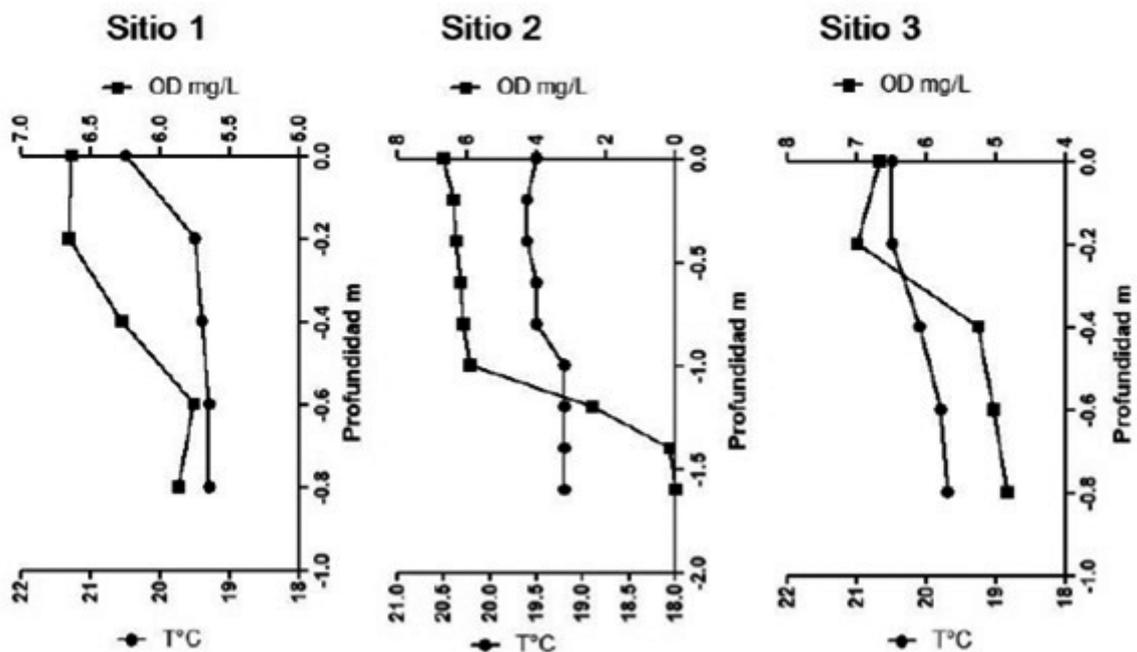


Figura 3: Perfiles de temperatura y de concentraciones de oxígeno disuelto a distintas profundidades en la columna de agua de los tres sitios de estudio

dos por la muestra tomada a la mayor profundidad del sitio 2 (456 mg/L). Estas dos muestras presentaron contenidos de sólidos de diferente origen, de tipo orgánico e inorgánico.

Los registros de DQO variaron de 63,89 mg/L en el Sitio 1 en SS a un valor máximo de 480,26 mg/L en la zona del Sitio 3 en SS donde se registró una floración de *Gymnodinium sp.*

Las concentraciones de fosfatos presentes en las muestras variaron desde los 0,10 mg/L a 0,29 mg/L en las muestras del sitio 2 tomadas en SS y en profundidad respectivamente. Los registros de NO<sub>2</sub> oscilaron entre 0,005 a 0,021 mg/L, en las muestras de los sitios 2 y 1, respectivamente. Los niveles de nitratos variaron entre 0,3 a 0,5 mg/L y el amonio (NH<sub>4</sub>) entre 0,33 y 0,68 mg/L, en muestras de los sitios 2 y 3 respectivamente.

El análisis de componentes principales, realizado considerando los datos de pH, conductividad, turbidez, PAR, DQO, nitratos y fosfatos, permitió reducir estas siete variables a dos componentes que explicaron el 88 % de la variación total. Hacia la región positiva del primer componente se ubicaron las muestras tomadas en el Sitio 3, tanto en SS como en profundidad (F), caracterizadas por mayores concentraciones de nitratos, DQO y conductividad, y menores valores de pH. Hacia la región negativa se ubicaron las muestras recolectadas en los sitios 1 y 2. El segundo componente diferenció la profundidad de extracción de las muestras, hacia la región positiva se encontraron las muestras extraídas a mayor profundidad, caracterizadas por mayores valores de turbidez y de fosfatos, y hacia la región negativa se ubicaron las muestras tomadas en SS con mayores registros de PAR (radiación fotosintéticamente activa)(Figura 4).

Tabla 1: Especies de algas registradas en el lago del Parque San Martín

<b>Bacillariophyceae</b>
<i>Surirella sp.</i>
Diatomea sin identificar
<b>Chlorophyta</b>
<i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat
<i>Pediastrum sp.</i>
<b>Euglenoida</b>
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann
<i>Euglena polymorpha</i> P.A.Dangeard
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda
<i>Phacus sp.</i>
<b>Dinoflagellata</b>
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin
<i>Gimnodinium sp.</i>
<b>Cryptista</b>
<i>Criptomonas sp.</i>

**Fitoplancton**

Se registraron un total de 11 especies, de las cuales dos pertenecieron a *Bacillariophyceae*, dos a *Chlorophyta*, cuatro a *Euglenoida*, dos a *Dinoflagellata* y una a *Cryptista* (Clase *Cryptophyceae*) (Tabla 1).

La abundancia relativa evidenció una marcada superioridad de *Dinoflagellata* (90,28%), reflejada por la relación positiva y significativa con la densidad total del fitoplancton ( $r_s = 0,86$ ;  $p < 0,05$ ). Fueron seguidas por *Euglenoida* (6,31%), *Chlorophyta* y *Cryptophyceae*, que contribuyeron con un 2,01% y 1,3% respectivamente. Por último y escasamente representadas,

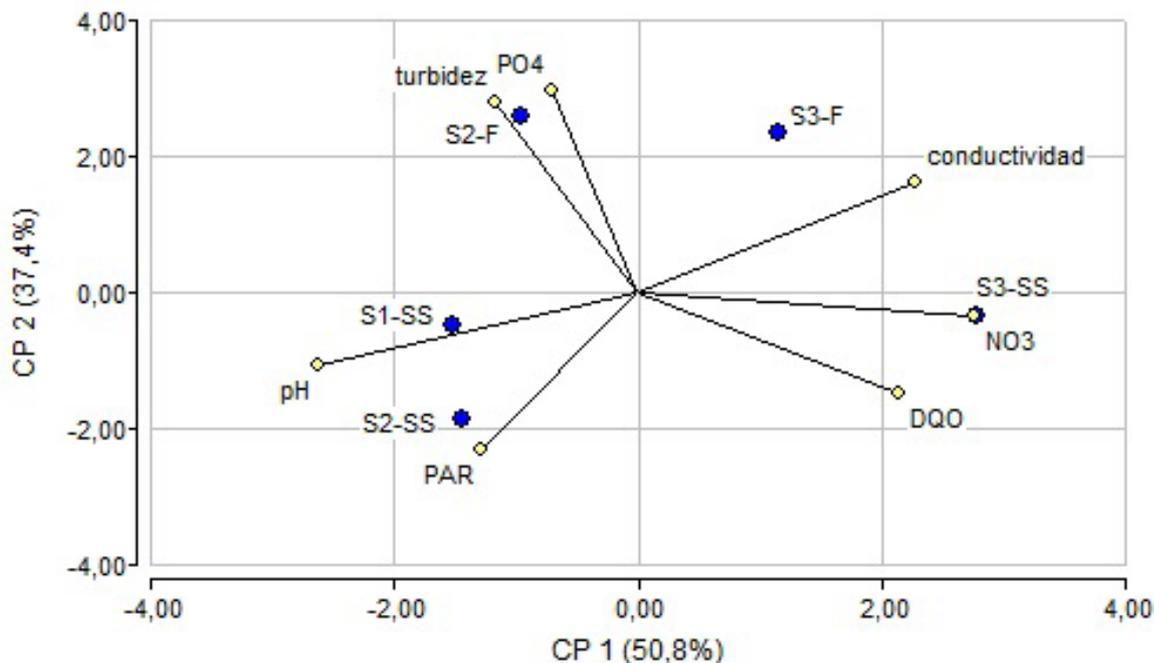


Figura 4: PCA según variables físicas y químicas del lago del Parque San Martín

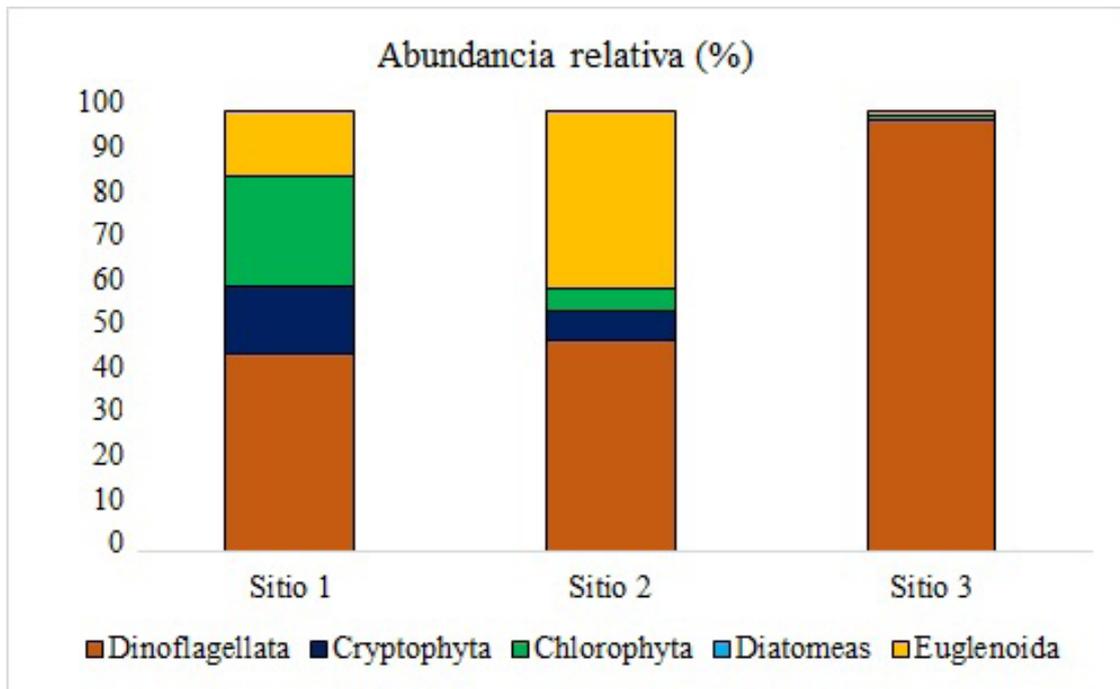


Figura 5: Contribución porcentual de los grupos algales a la biomasa del lago del parque San Martín

se encontraron las *Bacillariophyceae* con un 0,09% (Figura 5). La mayor densidad algal se registró en una de las muestra sobtenidas en lasuperficie del aguadel sitio 3 (164.505 cél./mL), correspondiente a la floración de dinoflagelados del género *Gymnodinium* (Figura 6), en una zona de aguas más tranquilas y de menor luminosidad, próximas a la orilla arbolada. LaDivisión *Euglenoida* estuvo mejor representada en el sitio 2, en SS donde se observaron altas densidades de *Lepocinclis ovum* (8890 cél./mL) acompañada por *Euglena polymorpha* (310 cél./mL) y *Phacus* sp (155 cél./mL) (Figura 7).

La comparación de las abundancias promedio de las muestras extraídas en SS versus las extraídas a mayor profundidad (F), mostró que las densidades fueron mayores en SS para el fitoplancton total (SS=8370; F=1677; T = 4,61,  $p < 0,05$ ); *Chlorophyta* (SS=1291; F= 77; T= 6,87,  $p < 0,05$ ) y *Euglenoida* (SS=853; F= 388; T = 5,14,  $p < 0,05$ ). Se observó una correlación positiva entre el fitoplancton total con la concentración de bicarbonatos ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,05$ ) y la DQO ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,05$ ), igual relación se observó en *Dinoflagellata* (bicarbonatos  $r = 0,85$ ;  $p < 0,05$  y DQOr= $0,98$ ;  $p < 0,05$ ), y de *Chlorophyta* con la concentración de amonio ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ).

El análisis de componentes principales, considerando los datos de abundancias del fitoplancton total y de los cinco grupos de algas, permitió reducir las seis variables a dos componentes que explicaron el 86% de la variación total. Hacia la región negativa del primer componente se ubicaron las muestras tomadas a mayor profundidad (F=fondo), caracterizadas por muy bajas abundancias fitoplanctónicas, aunque comparativamente poseen las mayores densidades de diatomeas en relación a las muestras tomadas en SS.

Hacia la región positiva del primer componente, se ubicaron las muestras tomadas en SS que presentaron las mayores abundancias del fitoplancton, en particular la abundancia en el sitio 3 estuvo fuertemente asociada a las elevadas concentraciones de *Dinoflagellata* (*Gymnodinium* sp) (Figura 8).



Figura 6: Floración de *Gymnodinium* sp.



Figura 7: Euglenoida observadas en muestras de agua del lago del Parque San Martín. A *Lepocinclis ovum*, B *Euglena oxyuris* y C *Phacus* sp.

### DISCUSIÓN

El lago del parque San Martín se caracteriza por su escasa profundidad, baja transparencia y el desarrollo de microalgas fitoplanctónicas, características que permiten clasificarlo como un cuerpo de agua somero y productivo (Quirós 2007). Los resultados del Índice de estado trófico basado en la transparencia, indicaron que el lago se encuentra en estado de eutrofia.

La baja transparencia estuvo originada por la elevada concentración de sólidos suspendidos inorgánicos y orgánicos, resultado éstos últimos del incremento de la biomasa algal, especialmente aportada por la floración del dinoflagelado *Gymnodinium* sp. Coincidiendo con ello, el elevado valor de DQO en el sitio 3 fue, probablemente, el resultado de la materia orgánica aportada por las células de estos dinoflagelados.

En la mayor parte de nuestro país, los lagos y lagunas someras están caracterizados por asociaciones florísticas correspondientes a Chlorophyceae-Bacillariophyceae o Chlorophyceae-Cyanobacteria, mientras que la dominancia de dinoflagelados está esca-

samente reportada (Novoa et al. 2006, 2011; Olivera 2015; Polla et al. 2016; Leyes et al. 2018; Resia 2019). Las floraciones de dinoflagelados constituyen las “mareas rojas”, cuya ocurrencia ha sido registrada en diferentes cuerpos de agua lénticos profundos de la provincia de Salta (Smolko et al. 2007; Borja et al. 2021), que llegaron a provocar la mortandad de peces en embalses como El Tunal y Cabra Corral (Salusso y Moraña 2014).

Los lagos urbanos tienden a una rápida eutrofización y pueden desarrollar floraciones fitoplanctónicas en el período estival (Rodríguez-Flórez, 2019) debido al ingreso de nutrientes desde diferentes fuentes, desagües pluviales, escorrentía de las precipitaciones, excremento de las aves y diversas actividades humanas desarrolladas en el perilago (Polla et al. 2016).

La baja diversidad del fitoplancton del lago del parque San Martín podría atribuirse al estado eutrófico de sus aguas que solo permitiría el desarrollo de microalgas tolerantes a tal condición aunque debe considerarse que este estudio se basa en un único muestreo a principios de otoño, por lo que no contempla la variación que podría tener la riqueza a lo largo de un ciclo anual completo.

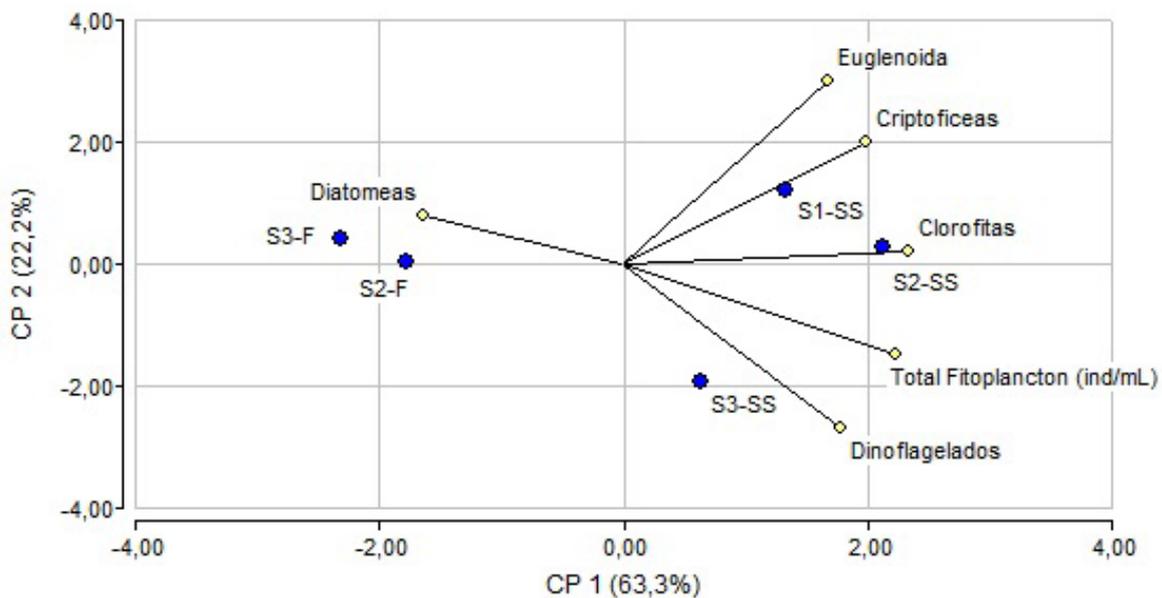


Figura 8 PCA según grupos de algas del fitoplancton del lago del parque San Martín

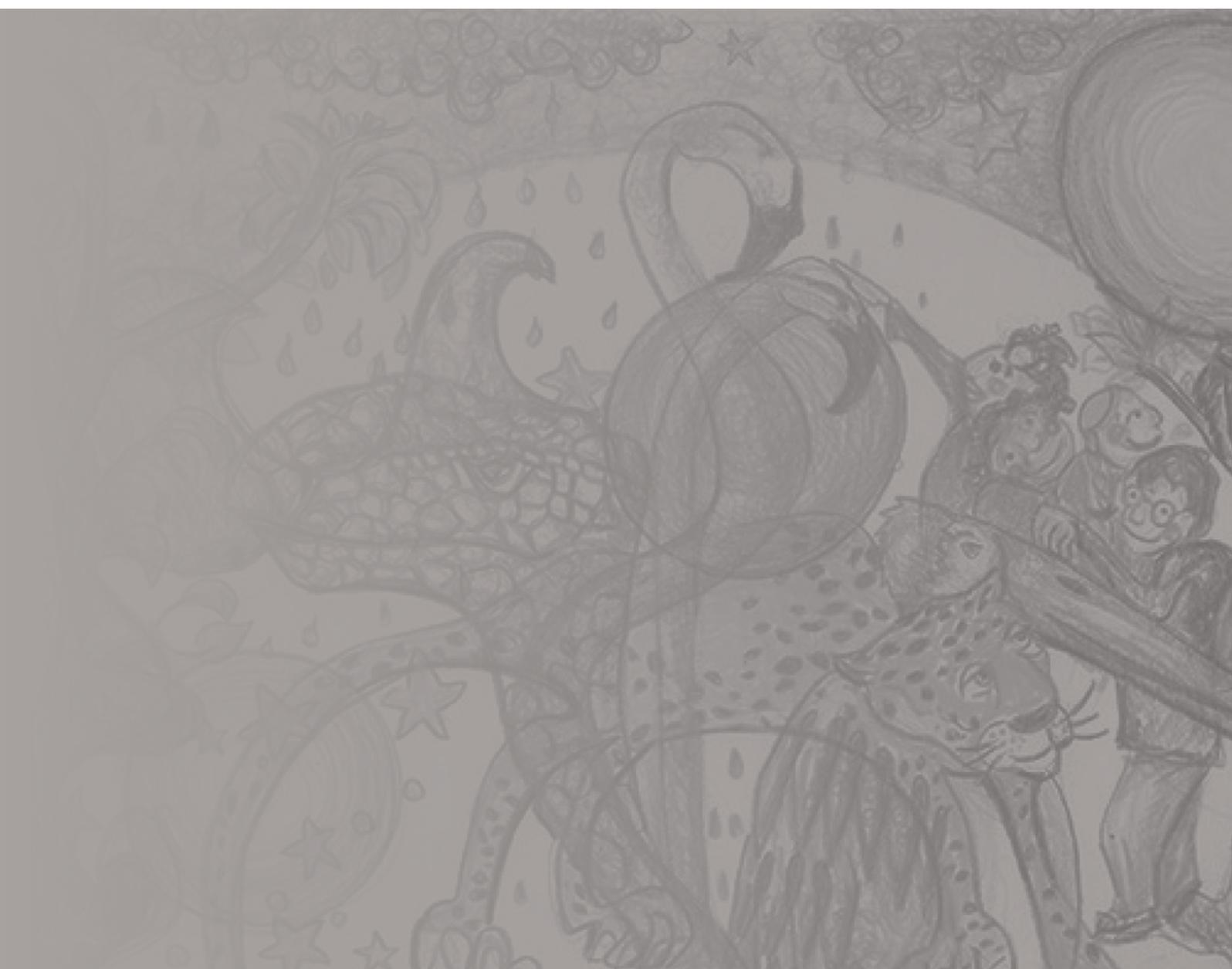
El presente constituye el primer estudio del lago del parque San Martín que integra el estudio del fitoplancton con la determinación de parámetros físicos y químicos, permitiendo realizar una evaluación del estado actual del cuerpo de agua. Dada la importancia de este lago como espacio público y recreativo y las observaciones de una marcada heterogeneidad en la composición del fitoplancton entre sitios de estudio, junto a la floración de dinoflagelados que podría considerarse como un evento atípico, requieren continuar con estudios que permitan profundizar el conocimiento limnológico y del fitoplancton para el planteamiento de propuestas de manejo que contribuyan a mejorar su calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WEF. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21a ed. Washington: APHA. Standard Methods 10200H.
- Borja, C.N.; Salusso, M. M. & Moraña, L. 2021. Dinámica del fitoplancton en reservorios del noroeste argentino (Salta). *IJIAS International Journal of Innovation and Applied Studies* 58(1): 1-7.
- Carlson, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2): 361-369.
- DiRienzo, J.A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada, & C. W. Robledo. 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Guo, Q.; Ma, K.; Yang, L.; Cai, Q. & He, K. 2010. A comparative study of the impact of species composition on a freshwater phytoplankton community using two contrasting biotic indices. *Ecological Indicators* 10:296-302.
- Leyes, C.; Falco, C.; & Daga, C. 2018. Aporte al conocimiento de la ficoflora del lago del Parque Sarmiento (Córdoba, Argentina). *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 5(1): 45-50.
- Mancini, M.; Crichigno, S.; Ortiz, M. & Haro, J. 2012. Lagos urbanos: importancia, dinamismo y multiplicidad de usos. El caso del lago Villa Dálcar (Córdoba, Argentina). *Biología Acuática* 27:175-189.
- Municipalidad de Salta. 2023. Consultado en: <https://prensa.municipalidadesalta.gob.ar/se-inspecciono-el-lago-del-parque-y-no-presenta-contaminacion/>. Noviembre de 2023.
- Novoa, M. D.; Luque, M. E.; Lombardo, D. & Martínez de Fabricius, A. L. 2006. Estudio Ficológico de lagos urbanos artificiales del sur de la provincia de Córdoba. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 41 (3-4): 203 - 231.
- Novoa, M.; Martínez de Fabricius, A. L.; Luque, M. E. & Lombardo, D. 2011. Distribución temporal del fitoplancton en un lago urbano del centro de Argentina (Río Cuarto, Córdoba). *Biológicas* 13(2): 1-14.
- Olivera, L. 2015. Estudio de la biodiversidad algal y determinación de calidad de agua y estado trófico en la laguna EA. Ansín, provincia de la Pampa (Argentina). Tesina para obtener el grado académico de Licenciada en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales 66p.
- Polla, W. M.; Bainotti, M. F. & Novoa, M. D. 2016. Estudio Ficológico y Bacteriológico de una laguna urbana de uso recreativo (Santa Fe, Argentina). *Natura Neotropicalis* 47-1.
- Quirós, R. 2007. Manejo y recuperación de lagos urbanos. Documento N 6. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 16 p.
- Resia, R. E. 2019. Distribución espacio temporal del fitoplancton de una laguna antropizada: la Arocena (la Pampa, Argentina). Tesina para obtener el grado académico de Licenciada en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales 59p.
- Rodríguez-Flórez, C. N.; Vinocur, A. & Izaguirre, I. 2019. Dinámica del fitoplancton en tres lagos urbanos con diferentes estrategias de manejo: Análisis de floraciones estivales. *Ecología Austral* 29:07-093.
- Salusso, M.M. & Moraña, L. B. 2014. Fitoplancton de embalses subtropicales del noroeste argentino. *Gestión y Ambiente* 17(1): 209-222.
- Smolko, L.C.; Salusso, M. M. & Moraña, L. B. 2007. Estudio limnológico del embalse Campo Alegre (Provincia de Salta, Argentina): diez años después. Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: Sostenibilidad a Múltiples Niveles y Escalas. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. II: 1212-1219.
- Schuler, T. & Simpson, J. 2001. Introduction: Why urban lakes are different. *Urban Lake Management. Watershed Protection Techniques* 3:747-750.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Ver vollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilung Internationale Vereinigung Fuer Theoretische unde Amgewandte Limnologie*, 9, 39 p.
- Vignatti, A. M.; Echaniz, S. A.; Cabrera, G. C.; Mancini, M. & Salinas, V. 2018. Dinámica estacional del zooplancton y su relación con los factores ambientales en el lago urbano Dálcar (Córdoba, Argentina). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* 20(2):297-309.
- Waajen, G.; Faassen, E. & Lürling, M. 2014. Eutrophic urban ponds suffer from cyanobacterial blooms: Dutch examples. *Environmental Science and Pollution Research* 21:9983-9994.



# Educación





#### Artículo

Recibido: 31/08/23  
Rdo. de evaluación: 12/12/23  
Aceptado: 16/01/24

# Calificación y metacognición en un aula de ciencias de la escuela secundaria

## Scoring and metacognition in a high school science classroom

**Rolando Vera**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales.  
Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,  
Av. Bolivia 5150, CP 4400.

**Patricia Valdés**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales.  
Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,  
Av. Bolivia 5150, CP 4400.

**Cecilia Moreno**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales.  
Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta,  
Av. Bolivia 5150, CP 4400.

### RESUMEN

Evaluar supone un acto de reflexión sobre la escena áulica con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. El presente trabajo buscó analizar la implementación de un sistema de calificación, innovador desde una perspectiva metacognitiva, centrado en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes de una institución educativa secundaria de la ciudad de Salta. El estudio se desarrolló durante el periodo lectivo 2018. Se aplicaron procedimientos de calificación desarrollados por este equipo de investigación consistentes en valoraciones cuantitativas, acumulativas desde el valor cero (0) hasta el cien (100), de modo tal que el puntaje final de cada trimestre se fue construyendo con la suma de puntajes logrados durante todas y cada una de las tareas o actividades académicas. Para estimar el impacto se consideró el rendimiento académico (en término de calificación) y las opiniones de los estudiantes. A partir de los resultados obtenidos, se observó una gran proporción de alumnos que aprobó los tres trimestres, registrándose las calificaciones más altas en el último trimestre. Por otro lado, la mayoría valoró al sistema como bueno o muy bueno. Esto indicaría que la modalidad adoptada impactó positivamente en las calificaciones obtenidas. Con relación al conocimiento de los propios recorridos de aprendizajes, el sistema proporciona información precisa de los resultados alcanzados en cada actividad propuesta, influyendo sobre la motivación del alumnado y brindando una apropiada retroalimentación para favorecer la metacognición en los estudiantes.

**Palabras clave:** Evaluación, metacognición, rendimiento académico, Ciencias Naturales

### ABSTRACT

Assessing implies reflecting on the class progression with the purpose of improving teaching and learning processes. The present work aimed at evaluating the implementation of a grading system, which is metacognitively innovating. It is focused on the academic performance of a group of students in a secondary school in the city of Salta. This study was carried out in 2018, and during this academic year, grading procedures developed by this research group were applied. This grading system consists of accumulative quantitative assessment from the value

scale zero (0) to one hundred (100). Thus, the final grade in each term is built with the summation of the grades obtained in each and every of the course academic tasks or activities. To evaluate its impact, academic performance (in terms of grades) and the students' opinions were considered. From the results obtained, it can be observed that a large proportion of the students passed the three terms, with the highest grade record in the third term. This would indicate that the method adopted had a positive impact on the grades obtained. In relation to knowledge acquisition in the students' learning paths, this system provides precise information of the results achieved in each activity, which influences the students' motivation and offers appropriate feedback that favours students' self-awareness.

**Keywords:** Assessment – metacognition – academic performance – Natural Sciences

## INTRODUCCIÓN

**T**ras décadas de reformas y profundos cambios enfocados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, la evaluación de los saberes pareciera inmutable. Aunque la abundante bibliografía en este campo brega por una evaluación formativa, participativa, centrada en el aprender, en realidad, aún se mantienen posturas positivistas que conciben a la evaluación como la medición objetiva de productos (Duro, 2022; Infante Barbarán, 2019; Mendoza et al., 2021).

Estudios enfocados en las prácticas docentes de evaluación (Chaviano, 2016; Santos Guerra, 2001) coinciden al afirmar que las pruebas o exámenes son utilizados para obtener calificaciones con fines acreditativos y sostienen que las preguntas o consignas se focalizan en la reproducción de información, privilegiando la dimensión conceptual de los contenidos en desmedro de las otras dimensiones. En casi todos los niveles educativos, particularmente en la Educación Secundaria, resulta poco frecuente la evaluación orientada al aprendizaje, que según Padilla Carmona y Gil Flores (2008), debe partir de tres supuestos: I) Las tareas de evaluación son tareas de aprendizaje, II) Es necesario proporcionar a los estudiantes feedback y feedforward; mientras el feedback brinda comentarios sobre las tareas efectuadas, el feedforward aporta información que ayuda al estudiante a reformular sus producciones y III) Es preciso implicar a los estudiantes en el proceso de evaluar su propio trabajo. Atender estas condiciones, para estos autores, permitiría desarrollar una evaluación orientada al aprendizaje y no a la acreditación exclusivamente.

Sin embargo, contemplar todas estas premisas no deja de ser un desafío para aquellos docentes que, condicionados por la normativa vigente, deben expresar los rendimientos de los estudiantes en términos cuantitativos mediante una escala numérica que -aún hoy en día- continúa siendo apreciada y hasta sobrevalorada por alumnos, padres, docentes y medios de comunicación que la entienden como “el único” mecanismo que permite dimensionar de un modo objetivo los logros académicos. Desde el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Salta se establece que los estudiantes deberán ser calificados en forma trimestral con una escala de números enteros de uno (1) a diez (10), siendo seis (6) puntos el valor mínimo para la aprobación.

Otro obstáculo que los profesores se ven obligados a sortear son los grupos numerosos en cada clase, adolescentes provenientes de diferentes contextos, con intereses diversos, convirtiendo la evaluación continua y formativa de los aprendizajes en una expresión de deseo que solo queda considerada en los documentos curriculares.

Por todo esto, se hace necesario desarrollar nuevas estrategias e instrumentos de evaluación que re-

flejen de un modo integral los rendimientos académicos, que superen los obstáculos mencionados y que resulten motivadores, logrando favorecer el trabajo en el aula y contribuyendo a desmitificar el carácter examinador de las instancias de evaluación de aprendizajes.

En la búsqueda de prácticas evaluativas innovadoras, este equipo de trabajo viene desarrollando investigaciones enfocadas en los procedimientos de valoración y calificación de los aprendizajes (Valdés et al., 2010; Vera y Valdés, 2018). La intención es poner a prueba estrategias que, sin transgredir la normativa prescrita, permitan una aproximación a una evaluación formativa que propicie la regulación continua de los aprendizajes. Se trata de un modo de superar ciertas prácticas que, en la búsqueda de una calificación final que defina la situación académica, se cierran en el cálculo de promedios, frecuentemente con escasos o tres valoraciones, donde se entremezclan aspectos y criterios muy variados.

El presente trabajo se enfocó en analizar la implementación de un sistema de calificación innovador -desde una perspectiva metacognitiva- centrado en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes de una institución educativa de nivel secundario de la ciudad de Salta, a lo largo de un periodo lectivo. Desde esta perspectiva, se considera a la metacognición como un proceso que implica dos componentes, el conocimiento sobre los propios procesos cognitivos y el control o regulación sobre estos procesos (Brown et al., 1983).

## METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló durante el año 2018 en una institución educativa privada y urbana de la ciudad de Salta. Participaron de la experiencia diecisiete estudiantes de quinto año de la Educación Secundaria que cursaban la asignatura Química y cuyas edades estaban comprendidas entre los 17 y los 18 años. El sistema de calificación desarrollado por este equipo de investigación se implementó durante todo el periodo lectivo, abarcando tres trimestres.

En una primera fase se diagnosticaron estrategias de aprendizaje, principalmente las referidas a aspectos metacognitivos del aprender (planificación, control y autoevaluación). Luego de algunos intercambios reflexivos, se propuso trabajar en el aula con un nuevo sistema de valoración de aprendizajes que pudiera reflejar en forma más eficaz los procesos desarrollados en las clases. En tal sentido, dicho sistema se enfocó en brindar una información más completa sobre la distancia entre los logros de los estudiantes y las metas educativas del profesor, obtener las orientaciones para mejorar el desempeño y aumentar la frecuencia de la entrega de calificaciones como un modo de mejorar el diálogo acerca de los aprendizajes logrados y no logrados.

Durante la segunda fase de esta investigación se diseñó y distribuyó entre los estudiantes una planilla trimestral para el registro de los puntajes correspondientes a cada una de las actividades que resultarían valoradas en el aula. La asignación de estos puntajes estuvo a cargo del docente responsable de la asignatura, quien otorgó los valores en función del grado de dificultad y el esfuerzo que implicaban las tareas académicas asignadas (Tabla 1). Al respecto, fueron consideradas tareas académicas aquellos hechos de la clase que proporcionaron oportunidades para que los estudiantes usen sus recursos cognitivos y motivacionales al servicio de un logro o meta (Winne y Marx, 1989).

Al iniciar una clase los estudiantes eran informados acerca de los objetivos y de los puntos “puestos en juego”. Estas valoraciones cuantitativas y acumulativas eran trimestrales, partiendo del valor cero (0), al iniciar el trimestre, hasta el cien (100) al finalizar dicho trimestre, de modo tal que el puntaje final del trimestre se fue construyendo con la suma de puntajes obtenidos durante todas y cada una de las tareas académicas. Como todos tenían su propia planilla, los puntos “ganados” eran registrados por docente y alumnos. Al finalizar cada trimestre los estudiantes con puntaje igual o mayor a sesenta (60) puntos logra-

ron la aprobación, mientras que aquellos con puntaje menor a sesenta (60) puntos pudieron participar de un período de recuperación. Todo el proceso se repitió en cada uno de los tres trimestres del año.

En una tercera y última fase de la investigación, al finalizar el año lectivo, se implementó una encuesta semi-estructurada abierta para conocer las opiniones del estudiantado con relación a su rendimiento académico, ventajas y desventajas del sistema implementado y valoración del mismo. Asimismo, se efectuó un análisis descriptivo de las calificaciones obtenidas en cada trimestre.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan dos ítems de discusión en torno a los resultados obtenidos. A saber:

### I. Estadística descriptiva de las calificaciones

A partir de los datos obtenidos, se observa que una gran proporción de estudiantes aprobó las tres instancias (>50%), registrándose las calificaciones más altas en el tercer trimestre (Tabla 2). Este no deja de ser un resultado llamativo si se tiene en cuenta

**Tabla 1:** Modelo de planilla que ejemplifica el registro de avance de tres estudiantes en un trimestre, dos aprobados y uno que pasa al período de recuperación. Para simplificar registro, se han omitido algunas valoraciones.

Aspectos evaluados en las tareas académicas	Puntaje otorgado a la actividad	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3
Búsqueda de información fiable y organización de la misma según criterios.	5	5	1	5
Análisis y reflexión de modelos/experimentos científicos históricos.	8	7	6	5
Diseño de un ensayo de laboratorio, formulación de hipótesis, medición, elaboración de gráficos e interpretación de datos.	11	11	5	10
Producción de textos escritos (informe de laboratorio).	9	7	-	9
Exposición oral con apoyo de materiales multimedia.	7	6	4	7
Participación activa en debates y elaboración de reseñas.	6	5	5	6
Integración de conceptos a través del diseño de diagramas/redes.	9	9	5	9
Elaboración y defensa de póster en el marco de la feria de ciencia escolar.	6	-	3	6
Resolución de actividades: ejercicios y cuestionarios.	10	10	4	10
Análisis y resolución de situaciones problemáticas.	6	4	2	6
Aportes pertinentes en la clase.	6	5	3	6
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Sumatoria final del trimestre.	100	74	44	87

que se tratan de estudiantes de quinto año que suelen bajar sus calificaciones en la última etapa del ciclo lectivo (S. P. Valdés, comunicación personal, 31 de marzo de 2023).

Tabla 2. Estadística descriptiva de las calificaciones de los estudiantes por trimestre.

Medidas	Primer trimestre	Segundo trimestre	Tercer trimestre
Media	7	6	7
Desviación típica	0,3	0,5	0,6
Mediana	7	6	6
Moda	6	8	6
Mínimo	4	3	4
Máximo	9	10	10

## II-Apreciaciones del alumnado y autopercepción de la calificación obtenida

En cuanto a las opiniones del alumnado sobre el sistema implementado, la mayoría lo valoró como bueno (27%) o muy bueno (55%). Al analizar las apreciaciones estudiantiles (Tabla 3), podría decirse que las mismas dan cuenta de un recorrido consciente sobre la calificación obtenida y cómo mejorarla. Con relación a esto, Camilloni (1998) plantea:

*“...El reconocimiento al esfuerzo realizado por el alumno, en este caso, como un componente de la calificación y cuanto mayores son los sentimientos de éxito, mayor el nivel de aspiración del alumno. Ambos efectos, más y mejor información recibida por el alumno respecto de su aprendizaje*

*y mayor motivación, actúan entre los determinantes más importantes del éxito...”* (p. 143).

La mayoría de los estudiantes (80%) se reconocieron en la calificación obtenida. Para ellos el sistema evaluativo les brindó información sobre su situación académica en cada momento del periodo lectivo y les ayudó a mejorar su desempeño, principalmente al acceder en forma permanente a sus calificaciones. En este sentido, el contar con numerosas ponderaciones otorga más posibilidades de revertir una situación académica poco favorable y al mismo tiempo, como indica (López Pastor, 2012) se evalúan mayor variedad de aprendizajes y competencias que en un sistema tradicional se restringiría a dos o tres instancias.

Otro aspecto a considerar es el involucramiento del alumnado en el proceso, algo que se pone mucho énfasis en la literatura; Santos Pastor et al. (2012) rescata lo significativo de brindar a los estudiantes la oportunidad de vivenciar formas alternativas de evaluación y destaca la mejora en la motivación y la confianza haciéndolos responsables de su proceso de aprendizaje. En este estudio se observó la influencia positiva en la motivación del alumnado desde los requerimientos de las tareas propuestas, al punto que para muchos estudiantes implicó un desafío el establecer como meta la realización de todas las actividades. Un reducido grupo (20%) consideró que la complejidad de algunos temas no le permitió obtener la máxima puntuación asignada en esas tareas. Al respecto, se considera importante realizar una ponderación reflexiva de las actividades.

Anijovich y Cappelletti (2018) proponen que la evaluación no se trata solo de acreditar saberes de los estudiantes, sino también de promover la toma de

Tabla 3. Apreciaciones de los estudiantes sobre las calificaciones obtenidas.

Para obtener mi calificación tuve que:	Para mejorar mi calificación tendría que:
“Cumplir con los trabajos. Tratar de no faltar. Hacer mi mejor esfuerzo en los trabajos. Estudiar para los coloquios”.	“Creo que lo que realizaría para mejorar mi recorrido sería prestar más atención y hacer un mejor esfuerzo”.
“Trabajar, estudiar, practicar, leer, investigar”.	“Hacer las cosas a tiempo”.
“Todas las dudas que tuve las consulté con el profesor y él me las explicó perfectamente. Hice todas las tareas. Estudiaba para las evaluaciones. Me esforcé en la maqueta de las teorías/modelos atómicos”.	-
“Hacer todas las tareas. Estudiar. Hice la maqueta con mi grupo. Trabajo de laboratorios. No faltar a las clases o intentarlo”	“Para mejorar mi recorrido de aprendizaje me propondría esforzarme más y tratar de realizar las cosas con más anticipación”.
“Me senté horas estudiando. Traté de entender las clases. Realicé aportes”.	-
“Vine a clases. Expuse. Estudié para las pruebas. Entregué las tareas, etc.”	“Estudiaría más para lograr mejor calificación en las evaluaciones”
“Hacer trabajos prácticos. Estudiar para las evaluaciones. Venir a todas las clases. Hacer grupo con chicos que sí trabajan”.	“Me propondría estudiar más y ponerle más ganas a los trabajos prácticos, ya que todo punto cuenta y nos puede salvar; además de prestar más atención en clase”.
“Me puse las pilas en los trabajos que hice, además que hice lo posible para entender los temas, ya sea gracias al profesor y a mis compañeros”.	“Principalmente, mejorar en responsabilidad y también en comprensión de los temas”.

conciencia de su propio proceso de aprendizaje y contribuir a su autonomía; el carácter formativo del sistema de evaluación implementado debe estar siempre acompañado de explicaciones brindadas por el docente, señalando errores comunes y fortalezas encontradas por cada tarea propuesta de manera de involucrar al estudiante en la revisión de sus aprendizajes.

Asimismo, se destaca que el sistema posibilita una apropiada retroalimentación a los estudiantes, favoreciendo su autoconocimiento, lo que se ve reflejado en los comentarios que dan cuenta de la funcionalidad de la estrategia para acompañar sus recorridos (con orientación del docente). A continuación, se citan algunas expresiones de los estudiantes:

“...El sistema de puntos me permitió conocer mi esfuerzo de a poco...”; “...Te ayuda siempre a saber cómo es tu situación...”; “...Da muchas oportunidades y eso se aprecia. El sistema es original y nos impulsa a estudiar más...”; “... Tener control propio de nuestras notas. Saber que tenemos y qué no...”; “Nos permitía saber exactamente cuánto nos faltaba en todo momento para aprobar”.

Si bien la experiencia arrojó ventajas que repercutieron en la mejora de los desempeños académicos, también, por parte del docente, se encontraron inconvenientes que podrían ser abordados en futuras investigaciones. Algunas dificultades son propias de las propuestas innovadoras en el marco de la evaluación formativa y son coincidentes con otros trabajos. Particularmente, Santos Pastor et al. (2012) menciona el lento proceso que demanda al estudiante comprender una evaluación que no es la habitual, lo dificultoso que resulta trabajar con grupos numerosos, a lo cual podría agregarse la sobrecarga de trabajo que genera en el docente. Estos y otros obstáculos valen la pena ser atendidos y resueltos a fin de profundizar en el desarrollo de evaluaciones formativas que estén orientadas a la mejora en los procesos de aprendizaje y de enseñanza.

## CONCLUSIONES

Para finalizar, nuestros resultados evidenciarían la importancia de trabajar en una evaluación formativa que propicie en los adolescentes el desarrollo de estrategias metacognitivas. Desde este equipo se ha puesto a prueba un sistema evaluativo innovador, intentando superar las limitaciones de la evaluación de aprendizajes tradicional, cuantitativa y prescriptiva.

Si bien se considera que aún restan atender algunos obstáculos o debilidades detectadas, los resultados son valiosos para el contexto en el que se ha intervenido. Por lo tanto:

El sistema de evaluación implementado contribuye a aumentar la participación de los estudiantes, logrando mayor motivación en el proceso de aprendizaje.

La posibilidad de manejar una planilla común para todos, estudiantes y docente, permitió que la in-

formación no fuese secreta y estuviera al alcance de todos, logrando una percepción clara del proceso evaluativo, en cuanto a las tareas académicas, los criterios y los puntajes asignados.

Esta experiencia, ha demostrado que la implementación de este tipo de sistema de calificación requiere un esfuerzo extra por parte del docente para favorecer espacios de retroalimentación.

Si bien el sistema favoreció la motivación extrínseca de los estudiantes, al ir reconociendo sus logros dado que las actividades estaban previamente valoradas, también propició la reflexión sobre los desafíos que implica alcanzar esos logros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R. & Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., and Campione, J. C. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. H. Flavell and E. M. Markman (Eds.). *Cognitive Development III. Handbook of child psychology*. New York: Wiley.
- Camilloni, A. (1998). Sistemas de calificación y regímenes de promoción. En A. R. W. de Camilloni, S. Celman, E. Litwin y M. Palou de Maté: *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidós.
- Chaviano H.O., Baldomir M.T., Coca M.O. & Gutiérrez Maydata, A. (2016). La evaluación del aprendizaje: nuevas tendencias y retos para el profesor. *EduMeCentro*, 8(4):191-205.
- Duro, E. 2022. Evaluación formativa para mejorar la educación. *Propuesta educativa*, (58), 49-62.
- Infante Barbarán, C. (2019.) La evaluación en el aula: docentes, estudiantes, voces y proyectos. *El Toldo de Astier*.
- López Pastor, V. M. (2012). Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa. *Psychology, Society, & Education*, 4(1), 117-130.
- Mendoza, S. T. B., Cedeño, J. A. M., Espinales, A. N. V., & Gámez, M. R. (2021). Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 828-845.
- Padilla Carmona, M. T. & Gil Flores, J. (2008). La evaluación orientada al aprendizaje en la Educación Superior: condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria. *Revista Española de Pedagogía*. Año LXVI, No 241, pp. 467-486.
- Santos Guerra M. A. (2001). Sentido y finalidad de la evaluación. *Rev. Perspectiva Educacional*, 37,9-33.

- Santos Pastor, M. L. S., Oliva, F. J. C. & Muñoz, L. F. M. (2012). La innovación docente en evaluación formativa y metodología participativa: Un proyecto compartido a raíz de la implantación de los nuevos grados. *Psychology, Society & Education*, 4(1), 73-86.
- Valdés, S.P., Moreno, C. & Gil de Marrupe, M. (2010). *La evaluación de aprendizajes como herramienta motivadora en las clases de ciencia*. Ponencia IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Asociación de Docentes en Biología de la Argentina. Tucumán, Argentina.
- Vera, R. & Valdés, P. (2018). Aplicación de un sistema innovador de evaluación en clases de ciencias para la mejora del desempeño académico de los estudiantes. *Rev. de Educación en Biología*. Vol 1, 618-624.
- Winne, P. & Marx, R. (1989). A cognitive-processing analysis of motivation within classroom tasks. In G. Ames & R. Ames (Eds.), *Research on Motivation in Education* 223-257. Academic Press.



Artículo

Recibido: 26/12/22  
Rdo. de evaluación: 27/03/23  
Aceptado: 23/05/23

# Una invitación a pensar en los sistemas científicos, los modos de generación y evaluación de conocimientos de abajo para arriba y viceversa

An invitation to think about scientific systems, the ways of generating and evaluating knowledge from the bottom up and vice versa

**Ricardo A. Guichón**

CONICET TANDIL, Laboratorio de Ecología Evolutiva Humana LEEH, FACSO, UNCPBA, UEUQ, Quequén, Necochea. Pcia. de Bs.As. Argentina.  
Autor de correspondencia: guichon2012@gmail.com

**Gonzalo Burgos-Herrera**

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTÉC-CONICET), Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

**Natalia Fernández**

Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET), CABA.

**Tomás O'Connor**

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

**María Laura Benvenuto**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**Nicolás Maveroff**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL) CONICET, CABA, Argentina.

**Ana Cecilia Martínez-Tosto**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**Romina Petrih**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**Nadia J. Velázquez**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**Damián Bozzuto**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL) CONICET, UBA, CABA, Argentina.

**María Teresa Civalero**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL) CONICET, UBA, CABA, Argentina.

**L. Susana Burry**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

## RESUMEN

Los autores de este escrito venimos de una tradición de colaboración entre colegas con formación en biología, arqueología y antropología biológica. Conformamos un grupo de investigación orientado a la generación de información paleoecológica surgida del análisis *multiproxy* (múltiples indicadores) a partir de material biológico. La emergencia de un escenario nuevo “la Pandemia” (COVID-19), nos acercó a un uso casi diario de todos los dispositivos que la virtualidad nos ofrece. Nuestros seminarios se trasladaron a entornos virtuales y pese a todo, “esta pausa” nos ayudó a repensar algunos temas para los cuales nunca teníamos tiempo. Como resultado de estos encuentros comenzó a emerger una agenda de trabajo. Aquí nos interesa presentar los resultados preliminares de un espacio de exploración, reflexión y debate acerca de los modos de producción de conocimientos y los procesos de evaluación. Este espacio permitió visibilizar algunas inquietudes y experiencias personales que surgieron/surgen durante el trayecto de la formación profesional. Este texto no trata de presentar “recetas”, sino solo invitar a recorrer diferentes espacios a los lectores interesados en la búsqueda de agendas abiertas. También constituye una invitación a repensar y recuperar nuestras propias experiencias en los modos de generar y evaluar conocimiento dentro de nuestro sistema científico. El propio texto propone a los lectores dos puertas o modos de ingreso. Uno a partir de las reflexiones sobre ideas que nos resultan provocadoras de pensamientos. El otro desde nuestras propias experiencias de vida. Ambos caminos forman parte de esta trama, se retroalimentan y enriquecen.

**Palabras claves:** evaluación, sistema científico, proyecto, trayecto, serendipia

## ABSTRACT

The authors of this paper, who come from a tradition of collaboration among colleagues with backgrounds in biology, archaeology and biological anthropology, have formed a research group focused on the generation of information from multiproxy analysis (multiple indicators) from biological material. The emergence of the new scenario “the Pandemic” (COVID-19), has brought us closer to an almost daily use of all the devices that virtuality has offered us. Our seminars have moved to virtual environments and in spite of everything, “this pause” has helped us to rethink some topics for which we had never had time. As a result of these meetings we have begun to generate a new working agenda. In this text, we share the preliminary results of an exploration, reflection and debate on the knowledge modes of and evaluation processes. This allowed us to make visible personal experiences that have arisen during the course of our professional training. Our intention is not to give “recipes” but rather to invite the interested readers to search for open agendas. More specifically, this text is an invitation to rethink and recover our own experiences in the ways of generating and evaluating within our scientific systems.

We propose to the readers “two doors” or ways. One of them is from reflections on ideas that we found thought-provoking; the other is from our own life experiences. Both paths are part of this plot, they feed back and enrich each other.

**Key words:** evaluation, scientific system, project, itinerary, serendipity

## INTRODUCCIÓN

En el mundo, y Argentina no es muy diferente, grupos de personas con diversos trayectos y experiencias se articulan en los denominados “grupos de investigación”. A lo largo del tiempo, y transitando por variadas dinámicas de integración y desintegración, generan conocimiento cuyo objetivo final es la “producción”, que en la mayoría de los casos está asociada a trabajos en revistas científicas internacionales y nacionales, capítulos o libros. Los autores de este escrito, quienes venimos de una tradición de colaboración entre colegas con formación en biología, arqueología y antropología biológica, no somos la excepción. En los últimos años el desarrollo de estudios interdisciplinarios orientados a la generación de información y protocolos surgidos del análisis *multiproxy* (múltiples indicadores) a partir de material biológico, ha sido uno de nuestros motivos de reunión e interés. Desde hace un largo tiempo venimos realizando encuentros para “compartir y pensar” juntos. En el 2020, la emergencia de un escenario nuevo “la Pandemia” (COVID-19), nos acercó a un uso casi diario de todos los dispositivos que la virtualidad nos ofrece. Nuestros seminarios internos (así los llamamos) se trasladaron a entornos virtuales y, pese a todo, “esta pausa” nos ayudó a repensar algunos temas para los cuales nunca teníamos tiempo. Como resultado de estos encuentros comenzó a emerger una agenda de trabajo. Aquí nos interesa presentar las ideas que surgieron en un espacio de exploración, reflexión y debate acerca de los modos de producción de conocimientos y los procesos de evaluación en los que nos encontramos inmersos. Asimismo, queremos expresar algunas inquietudes y experiencias personales que surgieron/surgen durante el trayecto de la formación profesional.

Es importante aclarar que la presentación de nuestras diferentes experiencias y vivencias, intenta ser una provocación a incorporar en los procesos de generación de conocimiento y evaluación los diversos recorridos de las vidas de los actores (en este caso personas que desde diferentes lugares trabajan en eso, que en términos generales llamamos Ciencia), así como también reconocer y valorar los escenarios dinámicos y singulares que les atraviesan. Al comenzar este camino de exploración, nos encontramos con colegas con otros trayectos formativos (ciencias de la educación, filosofía, sociología, derecho, entre otras) que también están trabajando en temas de generación de conocimiento y evaluación. Es así como la lectura y discusión de sus trabajos nos acompañan, especialmente los documentos del Foro Latinoamericano sobre Investigación Científica (FOLEC-CLACSO).

Como señalamos, somos un grupo de trabajo que

contiene un espectro amplio de experiencias, desde la de jóvenes recién recibidos, becarios, investigadores y docentes en variados momentos de sus carreras profesionales. Las discusiones y reflexiones se fueron generando durante estimulantes encuentros que se desarrollaron de manera virtual cada 15 días.

Partimos de considerar que los procesos de cambio dentro de instituciones grandes como CONICET y las Universidades son complejos y pueden ser abordados desde diferentes miradas. En términos generales, y a diferentes niveles, podemos distinguir cambios que mantienen los modos de organización, tanto de generación como de evaluación de los denominados “conocimientos científicos”, y otros que tensionan y promueven nuevos caminos (Morin 1988). A cualquier nivel organizacional las relaciones dinámicas entre estrategias creativas y reactivas forman parte de la tensión vital dentro de los espacios vinculares (Najmanovich 2019). Por otra parte, en estas instituciones tanto la formulación de procedimientos planteados jerárquicamente como la promoción de espacios de diálogo, escucha y trabajo conjunto, no son prácticas necesariamente excluyentes.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, nuestro objetivo es explorar las diversidades en los modos de generar conocimiento y de evaluar los quehaceres científicos, y reconocer cómo las diversas trayectorias personales son inseparables de nuestros recorridos como investigadores. No se trata de presentar “recetas” sino solo invitar a los lectores interesados en la búsqueda de agendas abiertas.

### *Guía para lectores*

Este texto constituye una invitación a repensar y recuperar nuestras propias experiencias en los modos de generar y evaluar dentro de nuestro sistema científico. El propio texto propone a los lectores dos puertas o modos de ingreso (Figura 1). Uno a partir de las reflexiones sobre ideas que nos resultan provocadoras de “pensamientos”. El otro desde nuestras propias experiencias de vida. Ambos caminos forman parte de esta trama, se retroalimentan y enriquecen.

## PUERTA DE INGRESO DESDE ALGUNAS IDEAS

### *Diversidades en los modos de generar y evaluar conocimientos*

Los modos de generar conocimiento van cambiando a lo largo del tiempo (Abraham 2017; Castoriadis 1983) y esto incluye tanto los focos de interés como los entrenamientos y capacidades que en cada momento se consideran “útiles”<sup>1</sup>. Estos cambios ocurren en

1 Al marcar entre comillas útiles queremos enfatizar su carácter relacional y relativo a cada escenario, lugar y circunstancia.



Figura 1: Este trabajo puede leerse ingresando por dos caminos o puertas en forma indistinta como se indica en esta figura.

un entramado que incluye comunidades científicas a diferentes escalas, en un abanico que se despliega desde pequeños a grandes grupos de trabajo dentro de variadas instituciones, incluidas las universidades. Además, el contexto social, político y económico influye considerablemente en estos modos de producción del conocimiento, dada la disponibilidad de recursos, tanto en los lugares denominados “centrales” como “periféricos”. Al mismo tiempo, cada lugar está atravesado por historias personales y grupales. Asimismo, nos parece que es imprescindible considerar la riqueza de modos de producción de conocimiento científico a lo largo del país y rescatar y poner a la luz la colaboración de diferentes actrices y actores sociales. Todos estos aspectos, entre otros, ayudan a interpretar las dinámicas singulares de las personas y de los grupos de trabajo mientras hacemos ciencia. Una de las primeras cuestiones que aparece en este entramado es la complejidad<sup>2</sup>. Como hemos señalado previamente, sabemos que existen diversidades de estilos, estrategias y posibilidades de generar conocimiento en diferentes escenarios. En este sentido ante las dificultades de evaluar diversidades suelen aparecer dos ideas: simplificar y homogeneizar criterios. Estas dos ideas se ponen en tensión con un conjunto de dudas que queremos compartir. Estas no están orientadas a dar respuestas sino a invitar a pensar

alternativas, intentando no quedar capturados en recetas *a priori*. Recientemente, el Foro Latinoamericano sobre Investigación Científica – Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (FOLEC-CLACSO) generó tres documentos vinculados a algunos problemas de los actuales modos de evaluación científica. En el primero de ellos se señalan diferentes consideraciones sobre los objetivos y los procesos de la evaluación.

Recuperamos del segundo documento del FOLEC-CLACSO estas consideraciones para su discusión:

“...Aunque las prácticas científicas que se desarrollan en las universidades e institutos de investigación incluyen actividades diversas, como la investigación, dirección de proyectos, docencia, gestión científica, evaluación, formación de investigadoras e investigadores, dirección de tesis, becarias y becarios, extensión, transferencia tecnológica, asesoría a organismos públicos o privados, entre otras, en las últimas décadas, la evaluación de instituciones e individuos se ha concentrado cada vez más en los resultados publicados. Y no en cualquier forma de publicación, sino en el “paper” (entendido como un artículo en inglés publicado en revistas indexadas). Este fenómeno estimuló una forma de universalismo que tuvo un efecto nocivo en las interacciones entre la ciencia y la sociedad, por cuanto la investigación se enderezó cada vez

2 La referencia a complejo no se refiere a la idea de complicado sino en otra de sus concepciones vinculado a entramado: recuperamos “...La palabra, como tal, proviene del latín *complexus*, participio pasado de *complexi*, que significa ‘enlazar’. De allí que el término complejo haga referencia a enlazar o unir distintas cosas”. <https://www.significados.com/complejo/>

más al diálogo endógeno en la comunidad académica internacional, sacrificando la diversidad lingüística y la especificidad de las agendas locales...” (pág. 2).

[https://drive.google.com/file/d/1qsSWwbos3tnv-jvG9tIB1DtZrK6dR6Xqk/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1qsSWwbos3tnv-jvG9tIB1DtZrK6dR6Xqk/view?usp=share_link)

Como personas que nos dedicamos a la ciencia somos parte de la sociedad (aunque a veces nos olvidamos), consideramos que es trascendente debatir acerca de la superlativa valoración del diálogo endógeno en la comunidad académica, sostenemos que también podríamos considerar, promover y valorar el diálogo exógeno entre la ciencia y el resto de la sociedad. Se necesita de una valoración de estas formas de diálogo para que empiece a quedar plasmado en las evaluaciones.

Otra idea interesante que trajimos a nuestros encuentros es que los sistemas de evaluación pueden ser pensados como cerrados en algunas dimensiones y abiertos en otras. Se trata, como señala Najmanovich (2017)<sup>3</sup>, de que su dinámica global sea el resultado tanto de las dimensiones cerradas como de la multiplicidad de modos en que este sistema es afectado por fenómenos externos, pero no independientes del proceso. En este sentido, los aspectos abiertos del sistema de evaluación pueden ser pensados como aquellos que nos conectan, generan agendas, necesidades y oportunidades. Las diversas situaciones problemáticas producidas en diferentes contextos (sanitario, educativo, económico, político, social), a las que nos enfrentó la pandemia han demostrado la necesidad de sistemas de evaluaciones sensibles y capaces de aceptar reformulaciones de proyectos atendiendo a lo que pasa durante el trayecto. De alguna manera pone en tensión nuestras capacidades de ser afectados y quizás también de escuchar, como señala Byung-Chul-Han (2017), no como un acto pasivo sino vinculable a una dimensión política en relación al sufrimiento y la existencia del otro. El comentario 4 (apartado “Puertas de Ingreso desde experiencias de vida”) se refiere también a estas cuestiones.

Por otra parte, los aspectos cerrados del sistema de evaluación se relacionan con algunas cuestiones que discutimos en nuestros primeros encuentros sobre los mecanismos de evaluación en el sistema científico. En este sentido recuperamos temas considerados en las reuniones virtuales de otros colegas, que se desarrollaron en octubre y noviembre del 2020, donde se hizo foco en ítems tales como: a) Estructuración de las Comisiones Asesoras disciplinarias y de Grandes Áreas, de la Junta y del Directorio de Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); b)

Cómo es el “diálogo de los evaluadores” entre Comisiones, Junta y Directorio; c) Mecanismos de selección de miembros integrantes de comisiones en el CONICET; d) Mecanismos de evaluación; e) Orden de mérito y línea de corte; f) Mecanismos de evaluación y adjudicación de subsidios de ANPCyT; g) Conformación de las Comisiones ad hoc; h) Recursos de reconsideración, recursos de alzada, etc.; i) Artículos 40 y 41. Estos encuentros pusieron énfasis en las dimensiones “cerradas” del sistema y en la necesidad de aclarar aspectos de esas dimensiones. Como señala Najmanovich estas dimensiones “cerradas” presentan límites que no son absolutos ni infranqueables. Los límites pueden ser pensados como zonas de encuentro y de separación; de “permeabilidad selectiva”; límites en permanente formación y transformación; límites como condición de posibilidad y no sólo fuente de hostilidad. Los sistemas de evaluación no son independientes de las personas que los llevan adelante. Ambos tienen autonomías ligadas y su (nuestra) supervivencia depende de la calidad de los intercambios y no de su ausencia (Najmanovich 2017).

Si logramos considerar que los sistemas de evaluación son sistemas complejos, abiertos, dinámicos, situados e históricos, entonces quizás se puedan iniciar nuevos diálogos que contemplen tanto lo establecido como lo nuevo. Los modos de evaluación (como señalamos anteriormente) son parte de los “paisajes” en los que estamos inmersos como sociedad. Su dinámica tiene aspectos cerrados y otros abiertos. Decíamos anteriormente, distinguir estas dimensiones puede ayudarnos a salir de capturas rígidas y esencialistas (donde queda poco margen para pensar en cambios).

Estar dispuestos a considerar la riqueza de modos de producción de conocimiento quizás requiera de nuevos escenarios de evaluación. Por ejemplo, podemos pensar en una “comunidad de pares extendida” que incorpore a otros actores sociales en la evaluación (Funtowicz y Ravetz 2000)<sup>4</sup>. Aquí se ponen en tensión no sólo los modos de evaluación sino las agendas (¿qué, cómo y para qué se investiga tal problemática?) surgidas desde los expertos académicos (Gibbons et al. 1997). Cabe señalar también que algunas de las problemáticas actuales requieren, como por ejemplo en el caso de la Pandemia, de tomas de decisiones donde no se pueden controlar todas las variables. De esta manera puede ser necesario considerar espacios de incertidumbre (Stengers 2017) donde la articulación con otros actores sociales y políticos requiere asumir responsabilidades conjuntas.

3 Remitimos al texto de Najmanovich que se refiere a esta paradoja que no tiene solución en el mismo plano en que se ha producido, y señala “... En un universo dinámico todos los sistemas son necesariamente abiertos lo que no es contradictorio con que algunas de sus dimensiones estén cerradas en algún plano. Pensemos por ejemplo en el sistema circulatorio... Como todo circuito debe estar cerrado para que la sangre circule. Al mismo tiempo, aprendemos que la sangre es la encargada de nutrir a todas las células del organismo, tarea para la cual necesita “intercambiar”, es decir, obtener los nutrientes que luego aportará a los diversos tejidos. El sistema es abierto al intercambio, aunque el circuito sea cerrado. (Najmanovich 2017:38-39).

4 Como señalan Funtowicz y Ravetz (2000) esto implica legitimar nuevos participantes de la comunidad en los procesos de evaluación.

### Posiciones dicotómicas y serendipia

En términos muy generales al momento de evaluar los resultados de un proyecto de investigación, se suele señalar que el haber dedicado el tiempo estipulado, de acuerdo al cronograma, a las tareas programadas y obtenido alguno de los resultados esperados da cuenta de un buen diseño de investigación.

Llevado al extremo, esto implica que el **no cumplimiento** de los objetivos planteados en un proyecto es un error. Para evitarlo es clave no atender a ningún tema que nos disperse del plan. Siguiendo esta idea el no responder a lo planificado puede angustiarnos y paralizarnos<sup>5</sup>. También es posible que ceñirnos estrictamente a nuestro plan (pensado hace un tiempo) nos puede “poner orejas mentales”. Es así que, ante posibles oportunidades o restricciones no previstas en el proyecto original, lo prudente sería mantener cierta rigidez (no movernos del diseño). Aquí, sin desconocer los problemas de la dispersión, puede ser interesante recordar la idea de serendipia (*hallazgo valioso que se produce de manera accidental o casual*, según el diccionario de la Real Academia Española), es decir estar atentos a otras cosas que pueden estar sucediendo. Estamos pensando en la disposición a que la realidad nos sorprenda<sup>6</sup>.

Al mismo tiempo, puede ser pertinente distinguir entre las ideas de “proyecto” y “trayecto”. Proyecto es lo que planificamos y trayecto lo que nos ocurre mientras estamos desarrollando el plan. En este sentido es importante remarcar que cuando escribimos nuestros informes de tareas realizadas, esos trayectos dan cuenta también de capacidades de respuesta ante oportunidades o escenarios no previstos de antemano y nos preguntamos si esto está presente en las evaluaciones, porque estas nuevas oportunidades, o ideas, o miradas enriquecen nuestro quehacer y muestran la complejidad de la trama científica.

### PUERTA DE INGRESO DESDE EXPERIENCIAS DE VIDA

Nos interesa recuperar la importancia de la diversidad en nuestra tarea. Las personas que participamos en los sistemas científicos desarrollamos dinámicas singulares que reorientan intereses, programas de formación e incluso sistemas de evaluación. Las experiencias y estrategias desarrolladas en diferentes lugares del mundo nos ayudan a pensar globalmente y recuperar una parte de los variados modos en que se puede generar y compartir los conocimientos. Inclu-

mos cinco recuadros (Comentario 1, 2, 3, 4 y 5) donde presentamos algunas de nuestras propias reflexiones e historias personales y grupales<sup>7</sup>. En cualquiera de los casos no hay recetas, solo son trayectos, que nos muestran la serendipia, las ganas de hacer ciencia, de crecer y de aprender. Como señala Deleuze: “*No hay método, no hay receta, sólo una larga preparación*” (Deleuze 2004 extraído de Najmanovich 2019:193).

#### Comentario 1: Los intentos de una madre para iniciarse en el CONICET y la apertura de nuevas líneas de investigación. Y ahí estaba yo.

Con treinta años y dos hijos pequeños intentando conseguir trabajo en el CONICET. Trabajé durante años de secretaria apuntalando la economía familiar y cuando logramos reorganizarla quise tener un trabajo acorde a lo que había estudiado, arqueología. Sabía que no iba a ser fácil porque ya era grande para los términos del CONICET y sin mucha experiencia ni papers publicados, pero me tenía fe. Comencé a preparar mi proyecto de investigación ayudada por colegas del INAPL (Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano), instituto al que empecé a concurrir una vez terminado mi trabajo, porque quería aprender con los que ya estaban inmersos en el Sistema.

No me fue fácil, las lecturas se me hacían interminables, mis dos niños hablándome permanentemente y mi poder de concentración, después de varios años de hacer otras actividades, no era para nada el adecuado. Pero insistí y el proyecto para la beca de iniciación comenzó a tener forma. Faltaba muy poco para el cierre de la convocatoria, la mayor parte del día la ocupaba en tratar de escribir alguna idea “inteligente” que me permitiera acceder a la beca. Y llegó el día del cierre... Todavía no tengo claro si los nervios y ansiedades de los padres se transmiten a los hijos y ellos los absorben y comienza el caos en los momentos en los que tendría que haber una calma total que ayudara a cerrar ese proyecto. Dos niños colgados a mi pollera, llorando y pidiendo cosas. Esta madre nerviosa, insegura de lo que estaba escribiendo y llorando les pedía que la dejaran tranquila para poder pensar. No era consciente de lo que estaba haciendo. En mi imaginación la situación era tan diferente, una madre con sus niños entrando al CONICET, tímida, pero con orgullo, entregaba su proyecto de investigación con sus propuestas y sus expectativas.

5 En casos extremos a cuestionarnos incluso en relación a nuestra capacidad y deseo de hacer ciencia.

6 No siempre es así y en muchos casos estamos abiertos a los cambios, pero en otros tanto como evaluados a evaluadores es bueno recordarlo.

7 En el marco de las segundas Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) presentamos un video de 4 minutos sobre estos temas [https://www.youtube.com/watch?v=ts\\_6KxXR3es](https://www.youtube.com/watch?v=ts_6KxXR3es)

Pero no fue así... esta madre, en las horas previas al cierre y con los niños colgando escribió "caca" en su "inteligente" proyecto de investigación. No me pregunten el por qué, todavía sigo sin entenderlo. Y lo entregó como pudo, a las apuradas.

Obviamente la beca no la gané. Cuando me entregaron los papeles rechazados y los volví a leer, me di cuenta de ese error garrafal!! Seguramente mi proyecto debe haber quedado en el anecdotario de la Comisión Asesora de ese momento.

Pese a todo, no desistí y años después pude entrar como Profesional de CPA. Y esa desafortunada palabra parecería haber sido uno de los hilos conductores que guió mi trayecto por CONICET. Las evidencias rescatadas de las excavaciones con Carlos Aschero en diferentes sitios, contenían gran cantidad de, ahora sí, "fecas" de diferentes animales y probablemente de humanos también. Y tuvimos, ahora sí, la "inteligencia" de recoger todo ese material pensando que tal vez había gente a la que le gustaría ocuparse de ellas. Y así fue. Un gran equipo de la Universidad Nacional de Mar del Plata nos contactó y está trabajando con muestras de todos los sitios que hemos excavado y con resultados extremadamente buenos y originales. En ningún momento los arqueólogos de mi equipo de investigación supusimos la profusa información que se podía rescatar del simple hecho de juntar cacas.

**Comentario 2: Consideraciones sobre el TRAYECTO del GRUPO de investigación. ¿Cómo empezamos a construir este equipo?** Un día viene un colega a nuestro laboratorio y nos pregunta si queríamos hacer análisis palinológicos de coprolitos (heces antiguas) para reconstrucciones de dieta. Nos miramos y dijimos ¿por qué no? Él había empezado a ver parásitos en muestras de coprolitos de guanacos de Patagonia y nos pasaría las muestras. Buscamos un pasante de investigación y ahí empezamos. En este devenir de la vida académica y las ganas de trabajar buscando nuevas preguntas y nuevas caras para dialogar nos entregamos a la tarea.

Todo había comenzado un tiempito atrás con una visita a otro laboratorio en Buenos Aires en busca de heces fósiles para hacer estudios paleoparasitológicos. Teresa guardaba esas muestras, sabía que tenían información valiosa y que alguien las iba a estudiar (ver comentario 1).

Mirándolo desde hoy pasamos por distintos momentos. Pasantes que se suman, otros se van, se consolidan tesis e investigadores para estudiar otros proxies que permiten conocer el origen de las heces, reconstruir la dieta de esos organis-

mos del pasado y con ello el rango de acción, la estacionalidad en el uso de diferentes áreas geográficas y aportar información a los estudios paleoambientales.

Pero solas no podíamos, necesitábamos interpretar nuestros datos en un contexto arqueológico. Y tímidamente nos juntábamos esporádicamente con los arqueólogos que trabajaban en Patagonia, nos pasábamos información que a veces no terminábamos de interpretar. Nos imaginábamos el paisaje, los espacios, las excavaciones dentro de una cueva, pero nos faltaba el campo, la mirada y el sentir en ese espacio. Percibir y sentir por dónde sale el sol, cómo es la luz, cómo se siente el frío, el viento, cómo cuesta llegar hasta la cueva. Percibir en el cuerpo el ambiente de esa Patagonia.

Nos faltaba hacernos preguntas junto a los arqueólogos y llenarnos el cuerpo de sensaciones y percepciones para interpretar ese pasado de animales y seres humanos. Nosotras necesitábamos de la relación con los arqueólogos para interpretar ese pasado. Fuimos al campo. Y sí, la inmensidad nos interpeló, nos fascinó, nos enmudeció. Empezaron a darse cruces de voces, de preguntas, de descubrir quehaceres posibles desde las distintas disciplinas para intentar responder preguntas de esos pasados.

**Comentario 3: ¿Cómo pensamos que se hace ciencia?, ¿Cómo pensamos que somos evaluados? ¿Cómo quisiéramos ser evaluados?** Para mí, en este momento de mi vida, con un cargo de docente-investigadora, mi modo de hacer ciencia está fuertemente vinculado a formar recursos humanos, y es por lo que siento más satisfacción.

Nos invitamos a generar espacios de reflexión para pensar ¿cómo evaluar límites difusos entre esas categorías abstractas "docencia e investigación"? y si es posible buscar alternativas con mayor sensibilidad para evaluar esos **espacios entre**? También nos preguntamos si es posible repensar las categorías dicotómicas abstractas y desarticuladas (docencia/investigación) al momento de evaluar nuestros Sistemas Integrales de Gestión y Evaluación (SIGEVAS) concretos.

Las publicaciones son necesarias para dar a conocer nuestras investigaciones, pero no al punto de volvernos máquinas de publicar, comparto lo mencionado por Cordeiro y Lima (2017). Además, también descubrí no hace tanto, que disfruto de los encuentros de divulgación, y también qué tan importantes son los encuentros en Congresos, Simposios, etc. Esto entra en tensión con lo que hemos escuchado por parte de colegas "no participé de reuniones científicas porque pierdo tiempo dado que hay que seguir produciendo papers".

Insistimos en re pensar qué se pierde al considerar modos dicotómicos en la generación de conocimiento que señalan y premian uno u otro modo con escasa o nula capacidad de salir de las capturas abstractas y homogéneas.

Si acordamos que los procesos de generación de conocimiento son diversos y conforman sistemas complejos dinámicos abiertos, situados e históricos entonces la invitación es a una búsqueda constante de modos de acompañamiento y evaluación que estén dispuestos a considerar estos entramados visibilizando sus singularidades.

**Comentario 4: *¿Cómo evaluar trayectos? resiliencias, serendipias y “se hace camino al andar”. La evaluación como un camino de aprendizaje una tarea mutua entre el evaluado y el evaluador.*** Como individuo a ser evaluado me encantaría poder manifestar de manera escrita y por qué no también de manera oral, en una entrevista, mis logros en términos de caminos recorridos y metas alcanzadas. Poder manifestar los obstáculos superados durante el desarrollo de cada proyecto. Quizás obstáculos que tuvieron que ver con cambios de lugar de trabajo, puesta a punto de técnicas y/o remodelación de espacios de uso común. También destacar la importancia de ser pionero en el desarrollo de la temática en la Universidad/ Instituto/ grupo donde me encuentro trabajando. Asimismo, poder manifestar la gestión que implicó poder obtener las muestras con las que he desarrollado mi labor y dar cuenta de situaciones personales que fueron decisivas para llegar hasta donde llegué.

Por otro lado, poder manifestar las limitaciones que encuentro en mi formación, en mi lugar de trabajo y/ o grupo para poder desarrollar nuevas técnicas. Es posible pensar las evaluaciones como caminos/encuentros/procesos de aprendizaje. La escucha, la generación de confianza (aún en la disidencia) especialmente en las recomendaciones que se realizan al evaluado. Evaluación para que el acto educativo dé cuenta de cuidados. De manera de poder generar en el evaluador el compromiso de tener que, o al menos intentar, recomendar posibles caminos para andar (cursos, contactos, fuentes de financiamiento, etc.). Las evaluaciones pueden implicar tomar decisiones que transformen la dinámica de las prácticas que se están llevando adelante.

**Mi camino recorrido. Trayecto implicaciones, vida personal y proyecto:**

Hoy sentada un rato voy a compartir situaciones que atravesaron y orientaron mi vida inten-

tando no dissociar lo personal de lo profesional como muchas veces nos piden. Puede ser que resulte en un lindo ejercicio para identificar qué fue lo que realmente marcó mi carrera.

En 2007, inicié mi primera pasantía en el Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC-UNMdP) bajo la dirección de una bióloga que recién se doctoraba y se encontraba a meses de dar a luz a su primer hijo. Ella y yo, estábamos bajo la dirección de una geóloga también madre, pero en este caso madre de 5 hijos. El tema con el que arranqué y (a excepción de un cuatrimestre) desarrollé durante cuatro años consistió en adiestramiento (término bastante raro ahora que lo pienso) en técnicas de extracción de silicofitolitos en plantas, sedimentos y suelos.

Ya en 2010 empecé a participar activamente en proyectos de extensión y divulgación. Mismo año en que realicé por primera vez una pasantía fuera del IGCyC. Me fui al “fin del mundo”, Ushuaia. Allí realicé trabajos de campo en diferentes ambientes. Junto a excelentes profesionales descubrí que el horizonte estaba lejos y que tenía muchísimo camino por andar. En esa pasantía se generaron muchísimas anécdotas. Desde comprar mis primeras zapatillas de campaña, perder las muestras, las tijeras y casi mi propio cuerpo por una ráfaga de viento, hasta heredar los pantalones de quien fuera luego mi co-directora de tesis. Ni hablar de que el pago de la mitad del pasaje lo resolví pidiendo un préstamo a mi abuela. Sin embargo, nunca creí que el fin del mundo pudiera ser tan lindo. Tenía muchísimo miedo porque viajé sola y realmente estaba “re verde”. Pero fue ahí donde “regaron mi confianza” y “mi autoestima”. Con esto no quiero anular ni subestimar la confianza y el apoyo que recibí de mi equipo de trabajo de Mar del Plata pero allí estuvieron a prueba mis propios prejuicios.

En noviembre de 2011 me recibí de Licenciada en Ciencias Biológicas en la UNMdP. En 2012 ya iniciada mi beca doctoral me dediqué bastante a explorar otros caminos. En 2013 realicé una capacitación docente en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata (UTN), participé en proyectos de extensión asociados a la temática del agua para consumo, que requerían el contacto con escuelas, sociedades de fomento y barrios. De ahí aprendí la importancia de poder construir puentes que nos conecten con la sociedad para escuchar las verdaderas necesidades y no creer que la necesidad de los barrios la podemos definir a priori, nosotros los académicos llegando con un proyecto previamente aprobado. Existe un trabajo exploratorio de campo que requiere tiempo y dedicación antes de poder ser plasmado explícitamente en un proyecto formal (aprobado y/o financiado).

Al año de recibirme de la UTN me llamaron para dar clases en un colegio y desde ese año continuó con la docencia en nivel secundario. La docencia me permitió madurar conceptos, habilidades para la comunicación oral y, sobre todo, me ayudó a madurar la imagen que yo tenía de mí misma. Quizás en otros términos diría que cada camino hasta acá, redefinió mi perfil profesional.

¿Qué sucedió entonces con los fitolitos y mi equipo del IGCyC? Los 12 años que formé parte del IGCyC trabajé en múltiples temas relacionados siempre a los fitolitos en suelos y plantas (actual y fósil), y su rol en el ciclo biogeoquímico del silíceo y el calcio. La multiplicidad de propuestas a las que me alistaba siempre me hacían trabajar la creatividad y la interdisciplinariedad. Sin embargo, mi labor allí siempre se centró en lo académico y en la docencia universitaria. Otro aspecto importante de destacar es el rol de mis compañeras en mi camino por la maternidad y el cuidado de mi madre. Como equipo femenino nos hemos acompañado siempre desde lo personal y lo académico afrontando presentaciones a convocatorias de becas, entregas de informes, proyectos, ausencias por cuidados a familiares y/o por los paros de las instituciones educativas de nuestros hijos, etc.).

Sin embargo, acercándose la presentación a la carrera de investigador algo me hacía sentir que debía despegar de mi tan querido IGCyC. Fue entonces, en 2016 que inicié la búsqueda de personas-laboratorio-tema que pudiera permitirme seguir caminando hacia aquel horizonte. Pero ahora ya no estaba sola. Estaba casada, construyendo mi casa con una hipoteca y con un hijo de 9 meses. Entonces me acordé de Susana, quién había sido jurado de mi tesis de licenciatura y recordé lo puntillosa y amable que había sido con las correcciones y comentarios del manuscrito. Luego, Susana me llevó a contactar durante un encuentro de Biólogos en Red, a su becaria Nadia, quien estaba trabajando con heces actuales y fósiles y había sido compañera mía de carrera. Finalmente, les propuse ir a tomar un café para poder pensar un plan para integrarme al grupo.

En aquella convocatoria de marzo de 2017 yo aún no estaba doctorada. En julio de ese mismo año me doctoraba e iniciaba mi beca postdoctoral. Ese año el ingreso no me salió. Pero al año siguiente me volví a presentar. Lo que quizás omite en este relato pueden imaginarlo. Actualmente formo parte de un instituto nuevo, tengo un nuevo lugar de trabajo, nuevo tema y nuevos caminos que me llevan hacia aquel horizonte tan amplio.

**Comentario 5: ¿Podemos escribir sobre nuestros trayectos?** En 2011 me mudé a Sierra de los

Padres y a los pocos días comenzaba mi beca posdoctoral en el laboratorio de Martín. No llegué de casualidad, antes del 2008 (no recuerdo bien) había leído sobre los estudios paleoparasitológicos realizados por Adauto Araujo del FIOCRUZ de Brasil y quedé fascinada y cuando me enteré que había alguien (Martín Fugassa) que trabajaba en ese tema en Mar del Plata y que iba a dar una charla en un congreso de la Sociedad Argentina de Protozoología hice lo imposible por viajar a Chascomús en el 2008. Siempre me gustó la Arqueología y la Paleontología pero también estudié Biología porque me encantaba la Biología Molecular. Así que traté de sacarme el gusto de cursar Introducción a la Geología pero finalmente hice la tesis en Parasitología Molecular en el Instituto de Biotecnología del INTA (Castelar, Bs As).

A fines de 2009, decidimos con mi compañero mudarnos de Bs As y elegimos Sierra de los Padres, no fue casual porque una de las opciones era trabajar en el laboratorio de Paleoparasitología en la UNMdP. Así que luego de algunas reuniones me presenté a CONICET con el fin de iniciar estudios en ADN antiguo.

Salió la beca, así que el 1ero de abril de 2011 se me estaba por cumplir un sueño, combinar la Biología Molecular con la Paleontología y Arqueología. Un mundo nuevo, un camino de aprendizaje en un espacio nuevo y desconocido. Porque no solo cambiaba de tema de investigación, sino de lugar, de estilo de vida.

Al principio costó y muchas veces me sentí muy sola. Pero “el camino se hace al andar” como diría Machado y cantara Serrat. Después de algunos obstáculos como quedarme sin beca teniendo un hijo de 1 año y discontinuar mi actividad científica durante 1 año y medio, todo se fue acomodando y aproveché ese tiempo para escribir manuscritos y trabajé de docente en escuelas secundarias y de apoyo escolar. Luego, ingresé a Carrera de Investigadora y volví a la facu muy contenta y comencé a generar vínculos en el Departamento de Biología. En especial con Ceci y Nadia con las que empezamos a compartir charlas y además Susana me cedió un espacio para poder hacer geles. Ahí empezamos a interactuar aún más, compartimos con Ceci mi primer congreso de Arqueología (Las Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Madryn). Luego vinieron los seminarios y la invitación de Susana a formar parte de una presentación a un PICT. Conocer a Damián, a Tere y a Ricardo también fue encontrarme con personas de una calidad humana y compromiso con su trabajo y dispuestos siempre a sumar en este trabajo interdisciplinario. Luego, viajes con Nadia y la campaña al Lago Pueyrredón reforzando estos vínculos y coronando este sueño de poder trabajar en un sitio arqueológico y como

bióloga molecular en el campo, en el medio de la naturaleza y con un equipo excelente en cuanto a lo humano y profesional.

Ahora, esta pandemia por la enfermedad COVID-19 nos reúne en la virtualidad, redirigiendo objetivos, reinventándonos. Para mí unas de las mejores cosas que ocurrieron en estos tiempos.

## AGENDA Y CONSIDERACIONES FINALES

La pandemia nos ha sorprendido a todos e implicó para la mayoría de las personas cambios en sus proyectos singulares. En nuestro caso, por ejemplo, decidimos realizar tareas a las que habitualmente no le podíamos dedicar el tiempo que requerían. Parte de nuestro “trayecto” mientras estamos transitando la pandemia implicó algunas lecturas<sup>8</sup>. Comenzamos con la *percepción*, a partir de textos y presentaciones virtuales de acceso libre de la Dra. Najmanovich (Najmanovich 2016). Aquí nos interesa hacer foco en el lugar del entrenamiento, en los aprendices al momento de generar un “conocimiento objetivo” y en el señalamiento provocador del Dr. Heinz Von Foerster sobre la objetividad, concretamente la creencia que en alguna medida las observaciones pueden hacerse sin un observador (Najmanovich 2016; Von Foerster 1991). Esto último nos ayudó a reflexionar sobre el lugar que tienen los trayectos personales que, de algún modo, están en parte invisibilizados en las evaluaciones que hacen especial foco en resultados más que en procesos. En este sentido, nos propusimos el ejercicio de visibilizar procesos y trayectos personales (qué deseamos y qué oportunidades tuvimos y aprovechamos). Esto implicó, a su vez, reconocer escenarios multifocales en nuestras propias producciones. Algunos de estos trayectos dan cuenta de riquezas, entrecruzamientos, serendipia y novedades como generadores de conocimiento. De alguna forma, como ya fue señalado, intentamos también poner en tensión las mencionadas ideas de trayectos y proyectos. En los cuadros N° 1 y 2 recuperamos algunas preguntas que nos formulamos e invitamos a los lectores a reflexionar sobre ellas. Quizás futuros trabajos en talleres o espacios de reflexión sobre las evaluaciones en ciencia en general y en cómo estas se pueden visibilizar en el Sistema Integral de Gestión y Evaluación (SIGEVA) nos ayuden a encontrar nuevos puntos de vista, estar mejor preparados y considerar mayor diversidad en los modos de hacer ciencia.

La invitación que queremos compartir es a pensar y generar respuestas alternativas para estas y otras preguntas, y darlas a conocer (publicarlas, presentarlas en reuniones etc.). Se trata de promover espacios de pensamiento desde los becarios, personal de apoyo, investigadores y docentes que nos ayuden a estar más atentos frente a “capturas” de modelos dicotómicos (publicar o no publicar) y que invisibilizan las riquezas y oportunidades que ofrecen las diversidades. La invitación incluye buscar modos alternativos y complementarios de evaluar tanto procesos como resultados. Las tensiones y dinámicas que surgen de requerimientos, diversidades y oportunidades locales y globales son parte de los desafíos. Este trabajo intentó recuperar experiencias singulares, miradas y capacidades. Al mismo tiempo nos permitió acompañarnos, involucrarnos y construir un espacio para pensar y entre-cambiar ideas.

### Cuadro N° 1. Algunas preguntas generales:

- Los modos de evaluación, ¿deben ser homogéneos e iguales para todos los contextos o deben considerar modos de evaluar las heterogeneidades y desigualdades de puntos de partida?
- ¿Qué visibilizan y que invisibilizan cada uno de ellos?
- Siguiendo con la misma idea: si los trayectos formativos y los modos de producción de conocimiento pueden distinguirse entre diferentes instituciones de formación a lo largo del país, entonces: ¿Estas distinciones deberían estar presentes en los modos de evaluación de sus miembros? Si la respuesta es afirmativa, deberíamos trabajar esas diversidades y modos alternativos para tratarlas en la práctica.
- ¿Qué hay? ¿Qué se necesita? ¿Contamos con estrategias dinámicas y sostenidas en el tiempo de diagnósticos de necesidades y capacidades a nivel local, regional, nacional e internacional? De ser necesario ¿cómo podrían comenzar a ser pensadas y generadas? ¿Existen proyectos que generen y mantengan actualizados mapas de las áreas en Argentina con los distintos grupos de investigación? ¿Cómo se monitorean las áreas que tienen prioridad (áreas de vacancia) y los resultados de invertir en ellas? Esto no solamente para el CONICET sino también para las Universidades.
- Promover estrategias a nivel local y regional que se orienten a generar diagnósticos dinámicos y continuos sobre los modos de evaluación

8 Los temas y bibliografía utilizada en el seminario interno 2020 incluyó: Perspectivas de la complejidad y ciencia abierta (Najmanovich 2015, 2017 y Bollier 2016); Modos de producción de conocimiento (Gibbons et. al. 1994, Funtowicz SO y Ravetz JR 2000); y Diagnósticos y propuestas (Beigel F. y O. Gallardo 2021; Serie “Para una transformación de la Evaluación de la Ciencia en América Latina y el Caribe (FOLEC, CLACSO)” y Conversatorio virtual Presentación de (Re) [https://www.facebook.com/watch/live/?v=823048938439921&ref=watch\\_permalink](https://www.facebook.com/watch/live/?v=823048938439921&ref=watch_permalink)).

¿Qué diferentes estrategias podrían pensarse y proponerse para llevarlo adelante con financiamiento?

- ¿Qué medir: FACTOR DE IMPACTO<sup>9</sup> o INTERACCIÓN SOCIAL? Esta pregunta surge de la lectura de Evaluando la evaluación de la producción científica Serie “PARA UNA TRANSFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA CIENCIA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE”, producida en el marco del Foro Latinoamericano de Evaluación Científica – Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (FOLEC-CLACSO) página 16.

#### Cuadro N° 2 preguntas sobre los Sigeva:

- ¿Cómo se podría colaborar para ir mejorando las evaluaciones?
- ¿Cuáles podrían ser los modos de acompañar las formaciones de investigadores dentro de las instituciones educativas?
- ¿Es posible visibilizar variedad de modos de vinculación entre espacios de investigación y docencia y considerarlos al momento de evaluar?
- ¿Es posible considerar modos de ampliar los espacios de pensamiento sobre los temas de investigación?
- Un postulante plantea una continuidad de su línea de investigación (sigue haciendo lo mismo sin tomar riesgos), otro postulante se arriesgó y da un salto en un tema o línea nueva. ¿Cómo pensar alternativas para ponderar ambas estrategias?
- ¿Cuáles podrían ser alternativas para lograr (o hacer más explícito) en cualquier evaluación que el postulante reciba una referencia/devolución cuidada? Concretamente, qué sugerencias podría considerar para completar, ampliar o modificar su presentación.
- Sería posible conocer ¿Cómo se valoran los informes técnicos, asesorías científicas (puntajes) a lo largo del tiempo en diferentes comisiones? Conocer cómo han ido cambiando los criterios ayudaría a re-pensarlos.
- A la hora de evaluar al postulante ¿Cuáles po-

drían ser diferentes modos de considerar las interrupciones laborales relacionadas con el cuidado de la familia, problemas de salud?

## AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que “afectan”, “habitan”, “potencian” y “tensionan” nuestras diversas travesías singulares dándole nuevos sentidos. A la Dra. Judith Naidorf por escucharnos y abrir puertas a futuros diálogos con el grupo de especialistas con los que trabaja. Especialmente a la Dra. Denise Najmanovich que sin saberlo acompañó estos encuentros de reflexión. Queremos agradecer a los espacios que ayudan a sostener nuestra formación continua y nos dan posibilidades de trabajar en estos temas (Universidades públicas, INAPL, IIPROSAM, CONICET y FONCYT especialmente). Al mismo tiempo también agradecemos a otros espacios educativos y de la sociedad en general, que nos demandan, cuestionan y enseñan. A nuestras familias biológicas y elegidas que nos acompañaron y lo siguen haciendo de muchas maneras. Agradecemos especialmente a Marta B. Biset por su disposición y ayuda en la corrección del resumen en inglés de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, T. 2017. *El deseo de revolución*. Tusquets .Argentina.
- Beigel, F. & Gallardo, O. 2021. Productividad, bibliodiversidad y bilingüismo en un corpus completo de producciones científicas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* 46: 41-71.
- Bollier, D. 2016. *Pensar desde los comunes*. Traducción primera edición colaborativa: Sursiendo + Traficantes de Sueños + Tinta Limón + Cornucopia + Guerrilla Translation, Corrección: M<sup>a</sup> Aranzazu Catalán Altuna (Edición original: David, Thinklike a commoner). 196 pp.
- Bornmann L.; R. Mutz; SE. Hug; Hans-Dieter D., 2011 A multilevel meta-analysis of studies reporting correlations between the h index and 37 different h index variants, *Journal of Informetrics*, Vol-

9 En el interesante trabajo de Crisci y Katinas (2020) recuperamos: “El factor de impacto, definido de la manera más simple, es el cociente entre el número de veces que los artículos publicados en una revista determinada en los últimos dos años fueron citados y el número total de artículos publicados por esa revista en ese período. Una de las variaciones que intentan mejorar este cálculo es el SJR (Scimago Journal Rank; González-Pereira et al. 2010). Expresado de manera muy simple, el indicador SJR se calcula sobre el número de las citas recibidas por las revistas en un período de tres años, otorgando un peso mayor a las citas procedentes de revistas de alto prestigio (aquellas con altas tasas de citación y baja autocitación). En relación a los individuos, de manera muy simple también, un científico o investigador tiene índice h si ha publicado n trabajos con al menos n citas cada uno. Indirectamente, este índice exige también cierta productividad del investigador. Se han propuesto numerosas variaciones al índice h (Bornmann et al. 2011). Por más sofisticados que sean (que lo son en muchos casos) los cálculos de estos índices, ya sea de revistas o de individuos, siempre tienen el mismo basamento o materia prima: las citas bibliográficas (Crisci y Katinas 2020:328).

- ume 5, Issue 3: 346-359, ISSN 1751-1577, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.01.006>.
- Byung-Chul-Han. 2017. *La expulsión de lo distinto*. Herder Editorial. Barcelona. 149 pp.
- Castoriadis, C. 1983. La institución imaginaria de la sociedad 1. Fábula Tusquets Editores. Barcelona.: 580 pp.
- Cordeiro, Y. & Lima, L. 2017. Publish or perish in the hands of predatory journals, *Anais da Academica Brasileira de Ciencias* 89: 787-788. Publish or Perish Benjamin Davies Giulia Felappi First published: 10 October 2017 <https://doi.org/10.1111/meta.12269>
- Crisci, J. V. & Katinas, L. 2020. *Las citas bibliográficas en la evaluación de la actividad científica: significado, consecuencias y un marco conceptual alternativo*. Bol. Soc. Argent. Bot. 55: 327-337. DOI:<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n3.28723>
- Deleuze, G. 2004. *Spinoza: Filosofía Práctica*. Fábula Tusquets Editores. Argentina. 158 pp.
- González-Pereira B.; V. Guerrero-Bote and F. de Moya-Anegón 2010, New approach to the metric of journals' Scientific Prestige: the SJR indicator. *Journal of Informetrics* 4(3):379-391. DOI:10.1016/j.joi.2010.03.002.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Schwartzman, S.; Scott, P. & Trow, M. 1994. La nueva producción del Conocimiento. La dinámica de la investigación en las sociedades contemporáneas. Ediciones Pomares –Corredor SA.. Barcelona. 121 pp
- Funtowicz, S.O. & Ravetz J.R. 2000. *La Ciencia Posnormal, ciencia con la gente*. Editado por Icaria Antrazyt, Barcelona. 109 pp.
- Serie "Para una transformación de la Evaluación de la Ciencia en América Latina y el Caribe (FOLEC, CLACSO")  
2020 file:///C:/Users/usuario/Desktop/SEMINARIO%20MDP/DOC-PROPOSITIVO-FINAL-FOLEC-1.pdf  
file:///C:/Users/usuario/Desktop/SEMINARIO%20MDP/DOC-ACADÉMICO-FOLEC-1.pdf  
file:///C:/Users/usuario/Desktop/SEMINARIO%20MDP/DECLARACION-DE-PRINCIPIOS-FOLEC-1.pdf
- Conversatorio virtual Presentación de (Re) pensar la evaluación científica para fortalecer el vínculo ciencia-sociedad Grabado en vivo Biblioteca del Congreso Argentino: 10 de octubre 2020. [https://www.facebook.com/watch/live/?v=823048938439921&ref=watch\\_permalink](https://www.facebook.com/watch/live/?v=823048938439921&ref=watch_permalink)
- Morin, E. 1988. *El Método III: El conocimiento del conocimiento*. Ediciones Cátedra. Madrid 263 pp.
- Najmanovich, D. 2015. Que vemos cuando vemos". Charla Ted. [https://www.youtube.com/watch?v=t\\_LzznJxur4](https://www.youtube.com/watch?v=t_LzznJxur4)
- Najmanovich, D. 2016. La construcción colectiva de la experiencia. El mito de la Objetividad. Editorial Biblos, Colección Sin Fronteras. Bs.As. Argentina. 293pp.
- Najmanovich, D. 2017. El sujeto complejo: La condición humana en la era de la red. Utopía y Praxis Latinoamericana 78: 25-48.
- Najmanovich, D. 2019. Complejidades del Saber. Editado por Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico. Noveduc Libros. CABA, Argentina. 224 pp.
- Stengers I. 2017 En Tiempos de Catástrofes: Cómo resistir a la barbarie que viene. Colección Huellas y señales. España. 160 pp.
- Von Foerster, H. von. 1991. *Las semillas de la cibernética*. Ariel. Barcelona. 213 pp.

**ANA BEATRIZ MOREYRA**

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**NÉLIDA BAYÓN DE TORENA**

Cátedra de Realidad Agropecuaria, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**MÓNICA PASCULLI**

Cátedra de Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**ANA MOYA**

Cátedra de Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**PAOLA MAMANI**

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

**ISMAEL EDUARDO LENCINA**

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca. Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.

**LILIANA BEATRIZ SALAS**

Centro de Biodiversidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca. Avenida Belgrano N.º 300. Catamarca.

**CLAUDIA NIDIA BORJA**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi. Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**FLORENCIA ÁLVAREZ DALINGER**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi. Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**VERÓNICA LOZANO**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi. Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**CAMILA MUÑOZ**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi. Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**Liliana Moraña**

Cátedras Biología y Diversidad de Protistas Autótrofos y Fungi. Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150. 4400. Salta Capital.

**Rolando Vera**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, CP 4400.

**PATRICIA VALDÉS**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, CP 4400.

**CECILIA MORENO**

Instituto para el Desarrollo e Innovación Educativa en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, CP 4400.

**RICARDO A. GUICHÓN**

CONICET TANDIL, Laboratorio de Ecología Evolutiva Humana LEEH, FACSO, UNCPBA, UEUQ, Quequén, Necochea. Pcia. de Bs.As. Argentina.

**GONZALO BURGOS-HERRERA**

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC-CONICET), Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

**NATALIA FERNÁNDEZ**

Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET), CABA.

**TOMÁS O'CONNOR**

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC CONICET-UNMdp), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdp, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

**MARÍA LAURA BENVENUTO**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdp), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdp, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**NICOLÁS MAVEROFF**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL-CONICET, UBA), CABA, Argentina.

**ANA CECILIA MARTÍNEZ-TOSTO**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdp), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdp, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**ROMINA PETRIGH**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdp), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdp, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**NADIA J. VELÁZQUEZ**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CONICET-UNMdp), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdp, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.

**DAMIÁN BOZZUTO**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL-CONICET, UBA), CABA, Argentina.

# **Autores**

## **Volumen 9**

### **MARÍA TERESA CIVALERO**

Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL-CO-NICET, UBA), CABA, Argentina.

### **L. SUSANA BURRY**

Instituto de Investigaciones en Producción, Sanidad y Ambiente (IIPROSAM CO-NICET-UNMdP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNMdP, Centro Científico Tecnológico Mar Del Plata-CONICET, Centro de Asociación Simple CIC PBA, Mar Del Plata, Argentina.



## NORMAS GENERALES DE PRESENTACIÓN

**L**as contribuciones podrán encuadrarse dentro de las siguientes categorías: artículos científicos, notas técnicas, cartas al editor, ensayos, reviews y comentarios bibliográficos.

Los autores deberán informar y/o certificar, en caso de corresponder, si los procedimientos llevados a cabo para dar cumplimiento a su trabajo han respetado la letra y el espíritu de normativas y declaraciones vigentes vinculadas a estudios de Patrimonio Natural y Cultural como así también de Comunidades tanto del pasado como actuales.

Los manuscritos, deberán estar escrito en castellano y enviarse al correo electrónico de la revista: revista.lhawet@gmail.com. En el mail de envío del manuscrito se deben sugerir tres nombre y apellido, e-mail de contacto y una breve justificación de su elección. No serán aceptados artículos que contengan lenguaje sexista o discriminatorio.

### ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Deberán entregarse en archivo de procesador de texto, en hoja A4, con letra arial 11, espaciado doble, con márgenes de 2 centímetros y con una extensión máxima 20 páginas (incluyendo tablas y figuras).

Todas las hojas deben ir numeradas al igual que las líneas para facilitar la revisión y detallar las observaciones.

### ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

El título del trabajo tanto en inglés como en castellano, debe estar en negrita y minúscula (con la primera letra en mayúscula) y centrado.

El nombre de cada autor debe estar completo y seguido por el apellido. Los autores se deben separar con coma y deben estar en negrita y minúscula.

La información del lugar de trabajo (institución, dirección postal, correo electrónico) debe estar en minúscula. No usar solamente siglas.

Resumen (hasta 500 palabras), palabras clave (entre tres y seis - no deben repetirse las del título del trabajo). Abstract (hasta 500 palabras), keywords (entre tres y seis palabras claves).

Se recomienda organizar el texto incluyendo: Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias bibliográficas. El título de cada sección debe estar en minúscula (excepto la primera letra) y negrita. Los subtítulos deben estar en negrita y cursiva.

### ILUSTRACIONES, CUADROS Y FOTOGRAFÍAS

Deben estar indicadas en el texto (con nombre y número) y **enviarse por separado en formato de imagen (jpg, tiff) a 300 dpi de resolución.**

### REFERENCIAS

Las citas y referencias bibliográficas, ordenadas alfabéticamente por apellido del primer autor deben seguir la última versión de las normas APA actuales.

### OTRAS CONTRIBUCIONES:

Notas técnicas: artículos cortos (extensión máxima de 5 páginas) referidos a temas metodológicos (aportes, comentarios, correcciones) concretos de la especialidad. Son evaluados por pares.

Cartas al Editor. manuscritos cortos (extensión máxima de 2 páginas) referidos a trabajos publicados previamente en la revista LHAWET. Debe contener título, autor/es, pertenencia institucional. Los autores mencionados serán informados de la misma, teniendo la posibilidad de responder. Se sugiere evitar el envío de tablas

y figuras. Si la participación de ambos interlocutores demuestra ser científica y éticamente aceptable, serán puestas a consideración del Comité Científico Asesor/Ejecutivo quien decidirá sobre su publicación en un mismo número de la revista.

Comentarios bibliográficos: referido a reseñas de libros de la especialidad. Debe tener una extensión máxima de 2 páginas e iniciar con el título, autor, datos de la publicación. El Comité Científico Asesor/Ejecutivo conjuntamente con la Directora / Editora resolverán acerca de su publicación.

Todas las contribuciones deben ajustarse a las normas establecidas en cuanto a procesador de texto, tamaño de hoja, tipo de letra, espaciado y márgenes.

#### **DEBEN INCLUIR:**

Título en castellano, en negrita y minúscula (con la primera letra en mayúscula) y centrado.

El nombre de cada autor debe estar completo y seguido por el apellido. Los autores se deben separar con coma y deben estar en negrita y minúscula.

La información del lugar de trabajo (institución, dirección postal, correo electrónico) debe estar en minúscula. No usar solamente siglas.



