



CICTERRÁNEA

- Revista de Comunicación de las Ciencias de la Tierra -



**Miradas y abordajes
en torno al agua**

Encuentros entre ciencia
y territorio

**Problemas
socioambientales**

Reflexiones sobre el quehacer
científico en Argentina

**Vincularnos
con las aguas**

Retejernos con la vida

**Agua
subterránea**

Un tesoro escondido
en peligro

CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación en Ciencias de la Tierra dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

¿Qué hacemos?

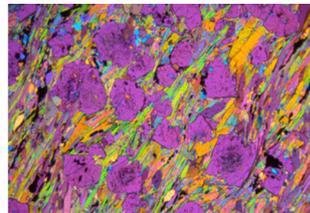
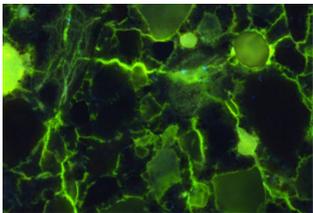
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas vinculados con las Ciencias de la Tierra en general, incluyendo Geología Endógena y Exógena, Geoquímica, Geofísica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión, comunicación pública de la ciencia y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

¿Quiénes somos?

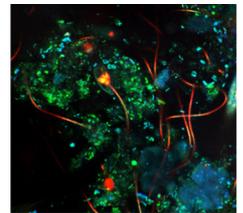
Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes. El Centro incluye geólogos, biólogos, químicos, geofísicos y egresados de carreras afines.

Líneas de Investigación

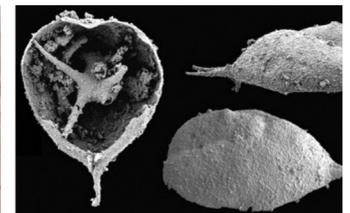
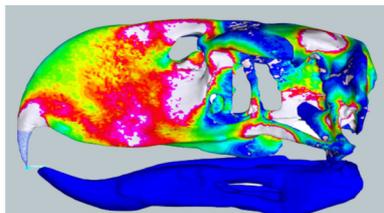
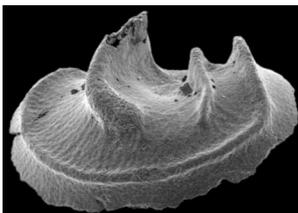
Dinámica de la litósfera – astenósfera



Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.

Con gran alegría compartimos un nuevo número de Cicterránea. Este número es especial, ya que está dedicado a un tema tan corriente como importante, que nos interpela a tod@s: el agua. Nuestro día a día incluye relacionarnos de múltiples maneras con ella y la mayoría de las veces no le prestamos mayor atención creyéndola infinita, sin embargo, la realidad del agua es prácticamente la contraria. Según la UNESCO, la crisis climática global que vivimos afectará la disponibilidad, calidad y cantidad de agua imprescindible para cubrir las necesidades humanas básicas de agua potable y su saneamiento de miles de millones de personas en todo el mundo. Además, la existencia de fuertes desigualdades en su distribución, y las decisiones políticas y económicas que la determinan, hacen a la problemática del agua uno de los grandes desafíos del siglo 21.

Desde nuestro territorio no estamos ajen@s a esta problemática, nuestro país y provincia son escenarios de numerosos conflictos socioambientales relacionados a la falta de acceso, y saneamiento de este bien común y a los impactos de los extremos climáticos, es decir, inundaciones y sequías. En este contexto, la intervención de una amplia variedad de actores con visiones e intereses contrapuestos -muchas veces irreconciliables- ponen de manifiesto la gravedad de las disputas y las múltiples aristas que existen en nuestra realidad en torno al problema.

Como científic@s no estamos ajenos a esta situación; por eso entendemos que las discusiones y búsqueda de posibles soluciones se ven enriquecidas cuando se logra una interacción entre múltiples actores. Es así que estamos orgullos@s que este número de Cicterránea represente un espacio para visibilizar otras maneras de entender e interactuar con esta problemática. En los tiempos que corren, la percepción y conciencia pública sobre los problemas globales y locales resultan esenciales, por lo que, desde nuestro lugar, esperamos que con este número estemos aportando un granito de arena para estar más cerca de concebir al agua como lo que es: un bien común finito y vital.

Emilia Sferco, Gisela Morán y Beatriz Waisfeld

Este número se financió con el Programa de Apoyo Económico para Publicaciones de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNC.

Año 6

Número 6 – 2022

Número Especial: Agua

ISSN 2618-2122

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Gisela Morán

Dra. Emilia Sferco

Dra. Beatriz G. Waisfeld

Comité editor

Dr. Edgardo Baldo

Lic. Daniela Del Bono

Lic. Cecilia Echegoyen

Dra. Nexxys C. Herrera Sánchez

Ggo. Joel Jaeggi

Dr. Fernando J. Lavié

Dra. Cecilia E. Mlewski

Dr. Agustín Mors

Dr. Diego F. Muñoz

Dra. Fernanda Serra

Mgrt. Eliana Soto Rueda

Lic. Pablo Yaciuk

Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Corrección de estilo

Dr. Alberto M. Díaz Añel

Foto de Tapa: la portada ha sido diseñada usando imágenes de Freepik.com.

Esta revista de formato digital se publica con la finalidad de difundir actividades e investigaciones en Ciencias de la Tierra. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de l@s autor@s. Lo expresado por ell@s no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución o editor@s.

Contacto: cicterranea@gmail.com

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cicterranea>

Seguinos en:



CONICET



Universidad Nacional de Córdoba

C I C T E R R A



Director: Dr. Marcelo G. Carrera

Vicedirector: Dr. Diego Gaiero

Contacto:

secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar

Av. Vélez Sársfield 1611,

X5016GCB Córdoba, Argentina

Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar

índice



Miradas y abordajes en torno al agua Encuentros entre ciencia y territorio

Por Cecilia Wunderlin, Emiliano Rivarola,
Gilda Collo, Luciana Mengo, Miguel Ezpeleta,
Matias Morales y Silvana Halac

4



Vincularnos con las aguas Retejernos con la vida

Por Aimée Martínez Vega

14



Problemas socioambientales Reflexiones sobre el quehacer científico en Argentina

Por Martina Gamba

22



Agua subterránea Un tesoro escondido en peligro

Por Verónica Lutri, Mónica Blarasin
y Edel Matteoda

32

visualizando ciencia

Por Gisela Morán

12

entrevistas a jóvenes en ciencia

Brenda Y. Alvarez. Conociendo las aguas de la Cuenca del Sol

20

Luciana Mengo. Desentrañando el pasado del Embalse San Roque

28

fichas técnicas

31

tomando conCiencia

Agua virtual

¿Cuántos litros consumimos sin saber?

Por Beatriz Waisfeld y Gisela Morán

39

foto+ciencia

13 - 30



Miradas y abordajes en torno al agua

Encuentros entre ciencia y territorio

Monitoreo comunitario de la calidad del agua del Río Tiu Majú (La Granja, Córdoba) donde participan vecin@s, guardaparques e investigador@s.
Foto: Mariano Maur.



La complejidad de las problemáticas vinculadas a la actual crisis socioambiental plantea la necesidad de llevar adelante análisis y estudios que trasciendan los abordajes desde disciplinas aisladas o incluso exclusivamente académicos. Presentamos algunas reflexiones colectivas acerca de las múltiples dimensiones del agua, un componente clave en todos los sistemas vitales. Además, compartimos una experiencia de encuentros donde se propuso un diálogo entre diversos enfoques y actores con la intención de interpelar el quehacer de l@s investigador@s de las Ciencias de la Tierra.

Desde el pensamiento crítico latinoamericano se propone que las problemáticas y conflictos socioambientales están enmarcados en una crisis global producto de nuestro modo de vincularnos con el entorno humano y no humano. Vivimos en un período en que se está llevando al límite la vida en el planeta Tierra. Su principal causa está asociada al patrón civilizatorio dominante, centrado en la forma de producción, distribución y consumo capitalista, en el que el patriarcado y la academia como espacio hegemónico de producción de conocimiento cumplen un papel fundamental. De esta manera, la visión hegemónica del mundo moderno implica una concepción antropocéntrica de la relación entre “naturaleza” y “sociedad”, que entiende a la naturaleza como un recurso al servicio de la humanidad. Bajo esta mirada, se considera recurso natural, a elementos o fuerzas (materiales o energéticos) de la naturaleza, que el ser humano utiliza para cubrir necesidades biológicas, para desarrollar una actividad económica, o bien para satisfacer las demandas sociales. Al concebirse como “recursos”, éstos son generalmente explotados para producir mercancías y por lo tanto tienen una valoración económica. Por otra parte, la noción de “bien común” también forma parte de la concepción antropocéntrica, sin embargo se opone a la visión mercantilista que subyace al concepto de “recurso”. A partir de una perspectiva colectiva, los elementos de la “naturaleza” se entienden por fuera de la posesión individual y con un enfoque en cómo, dónde, para qué y para quién se utilizarán. Sobre estos bienes las personas tienen derecho de uso para su seguridad y subsistencia y la de su descendencia.

Según la noción de recurso natural, el agua tiene un valor económico y está al servicio y bajo el control de la humanidad. Disputando esta postura hegemónica hay quienes piensan y defienden el agua como un bien común, como un derecho universal. Por otro lado, existen visiones que se contraponen con el antropocentrismo y nos introducen en una perspectiva biocéntrica donde la valoración del agua es independiente de los valores otorgados por los seres humanos en base a sus intereses. En este contexto de miradas diversas en disputa, la preservación de una cuenca hídrica puede entonces responder a intereses muy diferentes, por ejemplo para sostener la producción minera o agroganadera, para asegurar el abastecimiento de una población o para el bienestar de las especies humanas y no humanas que en ella habitan.

“La visión hegemónica del mundo moderno implica una concepción antropocéntrica de la relación entre “naturaleza no-humana” y “sociedad”, que entiende a la naturaleza como un recurso al servicio de la humanidad”

Cuadro 1. Comisión Socioambiental del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA, CONICET-UNC)

Esta comisión está conformada por investigador@s y becarí@s interpelad@s por problemáticas y conflictos socioambientales de nuestra región y por la demanda de participación a la comunidad científica desde los distintos actores sociales. A partir de la reflexión y la escucha de estas voces, se desarrollaron actividades para articular la academia con el territorio.

Entre algunas de las actividades llevadas adelante, se destacan los informes ambientales realizados en respuesta a diversas solicitudes de asesoramiento en casos de conflictos entre comunidades y emprendimientos productivos, en relación a la extracción de bienes comunes y/o impacto sobre éstos. A partir de estas experiencias, se remarcó la necesidad de que la producción de conocimiento científico dialogue de manera estrecha y horizontal con los actores sociales y los conocimientos que se producen en el territorio.

De ahí se proyectó el ciclo "Miradas y abordajes en torno al agua" como una estrategia para repensar el rol que las instituciones académico-científicas tienen en la producción y reproducción de modos de pensarnos como sociedades en y con la naturaleza.

minante de mujeres con diversos trayectos. Esto nos hace pensar en la multiplicidad de dimensiones que relacionan género y ambiente y, en particular, en el rol de las mujeres en la producción de conocimiento situado, vinculado a problemáticas socioambientales. Luchas históricas por el acceso a la tierra y al agua, por la justicia ambiental y por la defensa de bienes comunes, los cuerpos y territorios, han sido y son sostenidas por feminismos populares, comunitarios e indígenas en toda Latinoamérica. En nuestra provincia, colectivos de mujeres organizadas en

brigadas forestales, en grupos de guardaparques o desde los ecofeminismos protagonizan acciones en defensa del territorio, que incluyen también la producción de conocimiento ambiental.

Un camino hacia las Ciencias de la Tierra en diálogo con el territorio

En la búsqueda de fortalecer el encuentro entre ciencia y territorio, surge la necesidad de asumir el compromiso



Junturas del río Yuspe. Aquí se unen los ríos Yuspe y San Francisco para dar lugar, aguas abajo, al río Cosquín. Foto tomada por Carla Pedrazzani durante la actividad de extensión "En defensa de los territorios y el monte: recorrido-taller integrador interseminarios y acciones conjuntas con defensor@s del ambiente en Punilla y Paravachasca", en la que participaron estudiantes y docentes del Departamento de Geografía de la FFyH-UNC, Asambleas Socioambientales y referentes de comunidades originarias de la zona.

Cuadro 2. Ciclo de encuentros 'Miradas y abordajes en torno al agua'.

Estas charlas se encuentran disponibles en el Canal Youtube de CICTERRA

<p>Bloque 1 Estudios, conceptos y miradas del agua desde las Ciencias de la Tierra</p>	<p>Grupo de Geoquímica CICTERRA-UNC-CONICET</p>	<p><i>Procesos Geoquímicos e Hidrológicos en Sistemas Hídricos y su Implicancia Ambiental</i></p> <p><i>El Agua como un Yacimiento estratégico: Salmueras litíferas de la Puna</i></p>
	<p>Esteban Jobbagy, María Poca Grupo de Estudios Ambientales Instituto de Matemática Aplicada de San Luis CONICET</p>	<p><i>Influencias biológicas y humanas sobre el ciclo del agua en montañas y llanuras secas de Argentina</i></p>
	<p>Grupo de Geolimnología CICTERRA-UNC-CONICET</p>	<p><i>Lagos y la Memoria del Territorio</i></p>
	<p>Gimena Urán Grupo de Geociencias CRILAR-CONICET</p>	<p><i>Experiencia de trabajo interdisciplinario desde la geología, la odontología y la estadística: caso de estudio en una zona rural de La Rioja, Argentina</i></p>
	<p>Roberto Martino, Alina Guereschi, Mirco Sánchez CICTERRA-UNC-CONICET</p>	<p><i>Rasgos geomorfológicos y fracturamiento del batolito de Achala: su influencia en la circulación del agua meteórica, Sierras Pampeanas de Córdoba</i></p>
	<p>Verónica Lutri Grupo de Hidrogeología UNRC</p>	<p><i>Características hidrogeológicas que afectan a la distribución espacial del Glifosato y AMPA en el agua subterránea y superficial en un agroecosistema, Córdoba, Argentina</i></p>
	<p>Eliseo Flores, Matías Romero Grupo de Criología CICTERRA-UNC-CONICET</p>	<p><i>El rol del agua en la Criósfera</i></p>
<p>Bloque 2 Agua y Geografía Crítica</p>	<p>Martina Gamba - Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica UNLP-CONICET</p>	<p><i>Investigaciones científicas en torno al agua: ¿para qué?, ¿para quién?</i></p>
	<p>María de Estrada - Oficina de Monitoreo de Emergencias Agropecuarias - MAGyP</p>	<p><i>La bajante del Paraná: Evolución de la sequía y principales impactos socio-ambientales</i></p>
	<p>Joaquín Deón Departamento de Geografía - FFyH-UNC</p>	<p><i>¿Agua para quién en Córdoba? Conflictividades serranas en los territorios-cuenca</i></p>
<p>Bloque 3 Agua, Ecología Política y Justicia Ambiental</p>	<p>Virginia Grosso Instituto de Geografía - UNCuyo</p>	<p><i>Algunas herramientas conceptuales para pensar los problemas del agua</i></p>
	<p>Gabriela Merlinsky - Facultad de Ciencias Sociales UBA y IIG-CONICET</p>	<p><i>Agua y Justicia ambiental. Acciones colectivas y territorios en disputa</i></p>
<p>Bloque 4 Miradas y saberes desde el territorio en torno al agua</p>	<p>Aimeé Martínez Vega Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca - CONICET</p>	<p><i>Ecología Política de las Aguas: Una perspectiva desde la co-labor con hidrocomunidades</i></p>
	<p>Alejandra Perisset, Diego Aranda, Asamblea Paravachasca Lucía Castellano, Vecinos del Chavascate (Sierras Chicas) Carolina Cuello, Asamblea Vecinal y Ambiental La Aguadita (Bialet Massé) Adriana Arriaga, Asamblea Ambiental Cosquín Jorge Daniel Ferrer Acevedo, Comunidad CamichIngona Pueblo La Toma</p>	<p><i>Movimientos socioambientales y pueblos indígenas compartieron sus saberes y experiencias que trascienden lo académico, permitiendo acercarnos a problemáticas y conflictos del agua en nuestra provincia y nutrirnos de saberes construidos en el territorio</i></p>
<p>Bloque 5 Taller interno abierto</p>	<p>Comisión Socioambiental CICTERRA Valeria Brusco, Politóloga y Docente UNC</p>	<p><i>Identificación de concepciones y miradas en torno al agua. Fortalecimiento del diálogo con el territorio, sus problemáticas y conflictividades.</i></p>

de articular las investigaciones científicas con las problemáticas y conflictos, pero también con la producción de conocimiento de las comunidades potencialmente afectadas. De esta manera, resulta fundamental la creación de espacios de diálogo y reflexión sobre las problemáticas socioambientales de la región. En este sentido, el trabajo inter y transdisciplinar permite la incorporación de otros enfoques, la contribución al desarrollo de una ciencia desde, para y con la comunidad, así como también la generación de herramientas situadas para la toma de decisiones políticas que tengan en cuenta la realidad socioambiental.

Es fundamental que l@s científic@s reflexionen sobre su participación en la construcción de conocimientos y su reproducción, focalizando en qué tipo de ciencia se construye, para quiénes y a qué paradigma se contribuye. Del mismo modo, repensar cómo aportan las diversas

investigaciones a la comprensión, enunciación, visibilización y resolución de problemáticas socioambientales y cuáles son sus limitaciones.

Es fundamental que l@s científic@s reflexionen sobre su participación en la construcción de conocimientos y su reproducción, focalizando en qué tipo de ciencia se construye, para quiénes y a qué paradigma se contribuye

Como ejemplo en relación al agua podemos mencionar las limitaciones que presenta el análisis de una cuenca hídrica desde una perspectiva hidrológica, que contempla únicamente la circulación del agua dentro del ciclo hidrológico. Este enfoque disciplinar no permite comprender la



Figura 2. Mapa conceptual sobre los diversos abordajes del agua que se pusieron en diálogo durante el ciclo de encuentros.

La apertura a nuevos enfoques posibilitará identificar nuevas preguntas en torno a temas ambientales y enunciar las problemáticas desde perspectivas más integrales que no podrían ser esbozadas exclusivamente desde el seno académico. Conectar la labor científica con la comunidad implica democratizar la producción de conocimiento y contribuir al bienestar social y ambiental

multidimensionalidad y complejidad de los procesos que tienen lugar en los territorios hidrosociales. Desde hace algunas décadas aparece, como resultado de un análisis interdisciplinario, la posibilidad de pensar, analizar, comprender y enunciar problemáticas asociadas al agua en el marco del ciclo hidrosocial, en el que el campo de estudio es definido entre lo hidrológico y lo social. Además de examinar cómo el agua fluye dentro del ciclo hidrológico, el ciclo hidrosocial también considera cómo ésta es manipulada por actores sociales e instituciones, a través de obras hidráulicas, legislaciones, prácticas culturales, significados simbólicos y relaciones de poder.

De este modo podemos visualizar cómo la interacción de las Ciencias de la Tierra con otras disciplinas que abordan estudios ambientales desde otros marcos teóricos (por ejemplo la Sociología y Ecología Política) enriquece los ejes de trabajo y conduce a una construcción colaborativa con un enfoque holístico.

A su vez, una mayor valoración e incorporación de conocimientos no-formales y de otras formas de sentir y pensar el mundo, permite poner en diálogo las perspectivas antropocéntricas con enfoques biocéntricos. Como ejemplo, podemos mencionar el ciclo cosmo-hidrológico, que interconecta íntimamente la dinámica cíclica de la hidrología, la agroecología, la vida humana y la cosmología. Este abordaje transdisciplinar promueve además la riqueza del diálogo horizontal y no jerárquico entre distintos saberes.

La apertura a nuevos enfoques posibilitará identificar nuevas preguntas en torno a temas ambientales y enunciar las problemáticas desde perspectivas más integrales que no podrían ser esbozadas exclusivamente desde el seno académico. Conectar la labor científica con la comunidad implica democratizar la producción de conocimiento y contribuir al bienestar social y ambiental.



Diálogo de saberes en las Junturas del río Yuspe. Abrazando el monte, el agua y los territorios ancestrales. Foto tomada por Carla Pedrazzani durante la actividad de extensión "En defensa de los territorios y el monte: recorrido-taller integrador interseminarios y acciones conjuntas con defensor@s del ambiente en Punilla y Paravachasca".



Cecilia Wunderlin
Geóloga. Universidad Nacional de Córdoba
Becaria Doctoral en CICTERRA (CONICET, UNC)



Emiliano Rivarola
Geólogo. Universidad Nacional de Córdoba
Becario doctoral en CICTERRA (CONICET, UNC)



Matías Morales
Dr. en Ciencias Geológicas. Universidad Nacional de Córdoba
Investigador Asistente en CICTERRA (CONICET, UNC)



Silvana Halac
Dra. en Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Córdoba - Investigadora Adjunta en CICTERRA (CONICET, UNC)
Docente en la FCFyN, Universidad Nacional de Córdoba



Luciana Mengo
Bióloga. Universidad Nacional de Córdoba
Becaria doctoral en CICTERRA (CONICET, UNC)



Miguel Ezpeleta
Dr. en Ciencias Geológicas. Universidad Nacional de Córdoba
Investigador Asistente en CICTERRA (CONICET, UNC)
Docente de la Universidad Nacional de La Rioja



Gilda Collo
Dra. en Ciencias Geológicas. Universidad Nacional de Córdoba
Especialista en Epistemologías del Sur. CLACSO
Investigadora Independiente en CICTERRA (CONICET, UNC)
Docente en la FCFyH, Universidad Nacional de Córdoba

BR Bibliografía recomendada:

Grosso Virginia. 2021. Algunas herramientas conceptuales para pensar los problemas del agua. Ciclo de encuentros Miradas y abordajes en torno al agua. <https://www.youtube.com/watch?v=2TlymXgs8yl>

Huanacuni Mamani, F. 2010. Buen vivir/vivir bien: filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas. Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas – CAOI. El agua y la visión de los pueblos originarios. https://www.escri-net.org/sites/default/files/Libro%20Buen%20Vivir%20y%20Vivir%20Bien_0.pdf

Laiño Mora. El agua: un bien común en disputa. Ingeniería sin Fronteras Argentina. <https://isf-argentina.org/el-agua-un-bien-comun-en-disputa/>

Lander Edgardo. Crisis civilizatoria. <https://www.youtube.com/watch?v=Z5JrEazIM40>

Maina Waisman, Lucía. 2021. Ecofeminismos en Sierras Chicas: del fuego brotarán redes. La Tinta. Ecofeminismos en Sierras Chicas: del fuego, brotarán redes. <https://isf-argentina.org/el-agua-un-bien-comun-en-disputa/>

Merlinsky Gabriela. 2021. Agua y justicia ambiental. Acciones colectivas y territorios en disputa. Ciclo de encuentros Miradas y abordajes en torno al agua. <https://www.youtube.com/watch?v=NNKrvsGSzU>

G

Glosario

Antropocentrismo: Hace referencia a un conjunto de posturas y miradas centradas en los seres humanos. Desde esta perspectiva el sentido de la naturaleza no humana es

otorgado por “el hombre”.

Biocentrismo: Hace referencia a un conjunto de posturas y miradas centradas en la vida, la que constituye un valor en sí misma, independiente de una valoración humana.

Cuenca hídrica: desde el punto de vista hidrológico, es un área del terreno donde el agua drena hacia un punto común como un arroyo, río o lago cercano. Una cuenca hídrica es delimitada por una línea imaginaria que une los puntos más elevados del terreno, conocida como divisoria de aguas.

Ciclo hidrológico: Es un conjunto de procesos físicos (evaporación, condensación, precipitación, entre otros) involucrados en la circulación y transferencias de agua entre la atmósfera, la tierra y los océanos en sus tres estados: líquido, gaseoso y sólido.

Geografía Crítica: enfoque de la geografía que incorpora conceptos y métodos de estudio de la antropología, la etnografía, la sociología, los ecofeminismos para cuestionar los métodos de estudios geográficos tradicionales, considerando al espacio como una construcción social. Este enfoque permite analizar de manera más acabada la complejidad de los territorios contemporáneos.

Ecología Política: disciplina híbrida formada por la fusión de varias disciplinas y de saberes del territorio que propone politizar los cambios ambientales contemporáneos. Se enfoca entonces en las relaciones de poder y las diferentes formas de ver el mundo que están por detrás de los conflictos ambientales.

Hegemónico: aquellas creencias y valores dominantes de una sociedad, que son presentados por ciertas facciones como buenos para el conjunto de la población.

Territorios hidrosociales: red multiscalar unida espacialmente, en la que seres humanos, flujos de agua, relaciones ecológicas, infraestructura hidráulica, medios financieros, arreglos administrativo-legales, instituciones culturales y prácticas se definen, alinean y movilizan de forma interactiva.

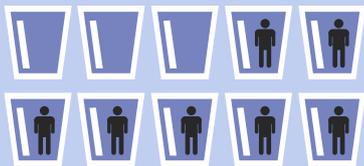
AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

OBJETIVOS PARA UN MUNDO MEJOR

ODS 6

PRETENDE ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA Y SU SANEAMIENTO

LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) FUERON DISEÑADOS POR LA ONU PARA ERRADICAR LA POBREZA, PROTEGER EL PLANETA Y LOGRAR UN FUTURO MEJOR Y MAS SOSTENIBLE PARA TODA LA HUMANIDAD [\(Más info aquí\)](#)



3 DE CADA 10 PERSONAS CARECEN DE ACCESO AL AGUA POTABLE

40%

DE LA POBLACIÓN MUNDIAL ES AFECTADA POR LA ESCASEZ DE AGUA

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

EN 80%

DE LOS HOGARES SIN ACCESO AL AGUA CORRIENTE, SON LAS MUJERES Y NIÑAS LAS ENCARGADAS DE SU RECOLECCIÓN

4 BILLONES

DE PERSONAS CARECEN DE SERVICIO BÁSICO DE SANEAMIENTO, COMO INODOROS O LETRINAS

1000

NIÑXS MUEREN DÍA, POR ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA FALTA DE HIGIENE

MAS DEL 80%

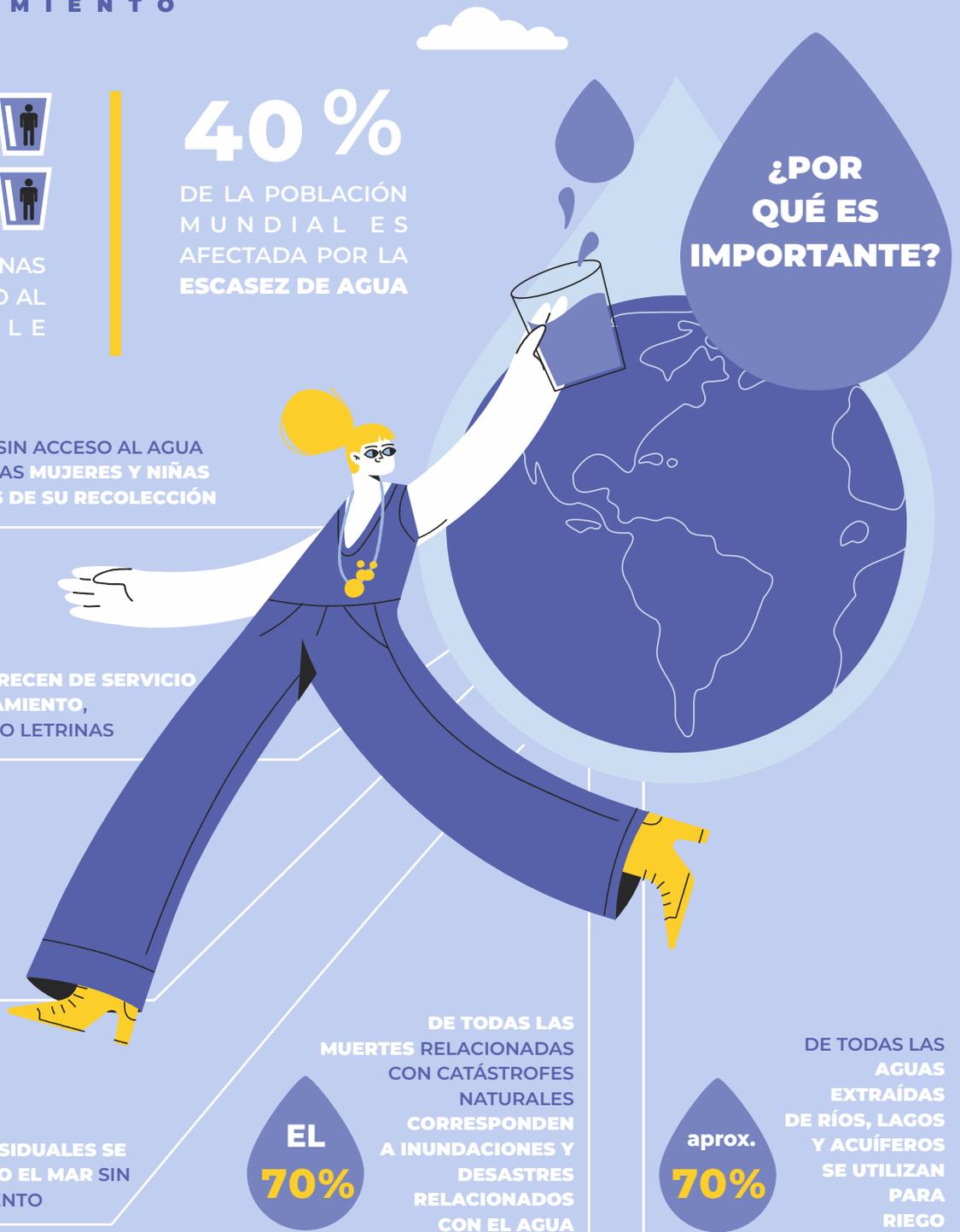
DE LAS AGUAS RESIDUALES SE VIERTEN EN RÍOS O EL MAR SIN NINGÚN TRATAMIENTO

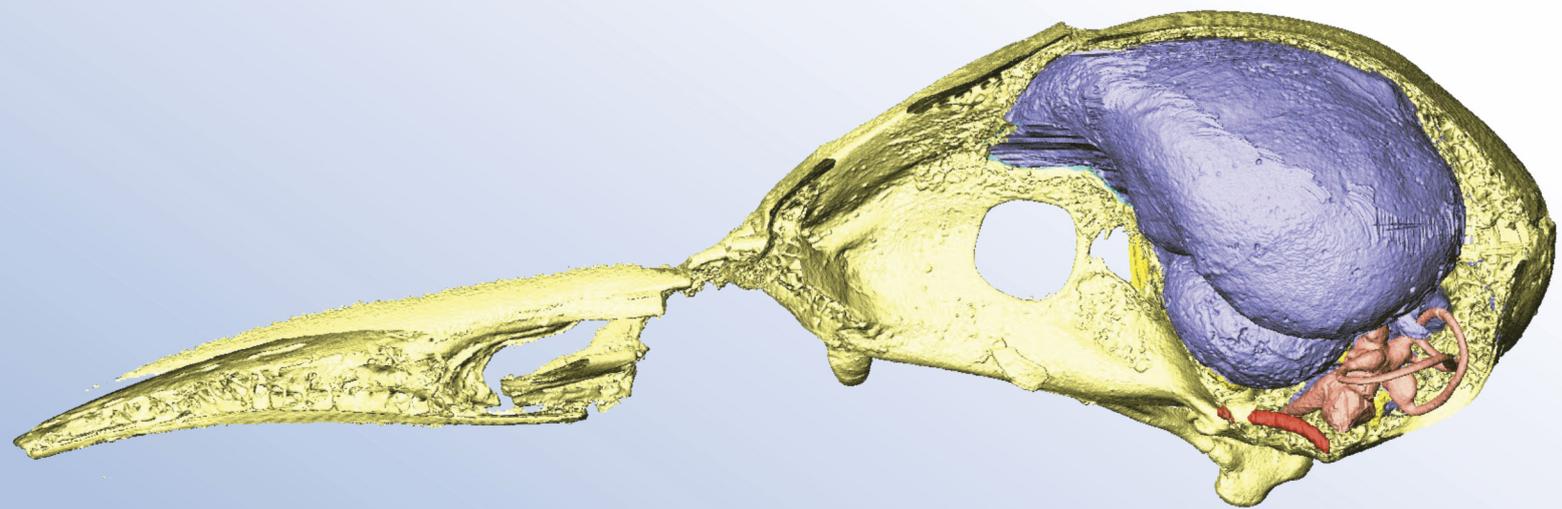
EL 70%

DE TODAS LAS MUERTES RELACIONADAS CON CATÁSTROFES NATURALES CORRESPONDEN A INUNDACIONES Y DESASTRES RELACIONADOS CON EL AGUA

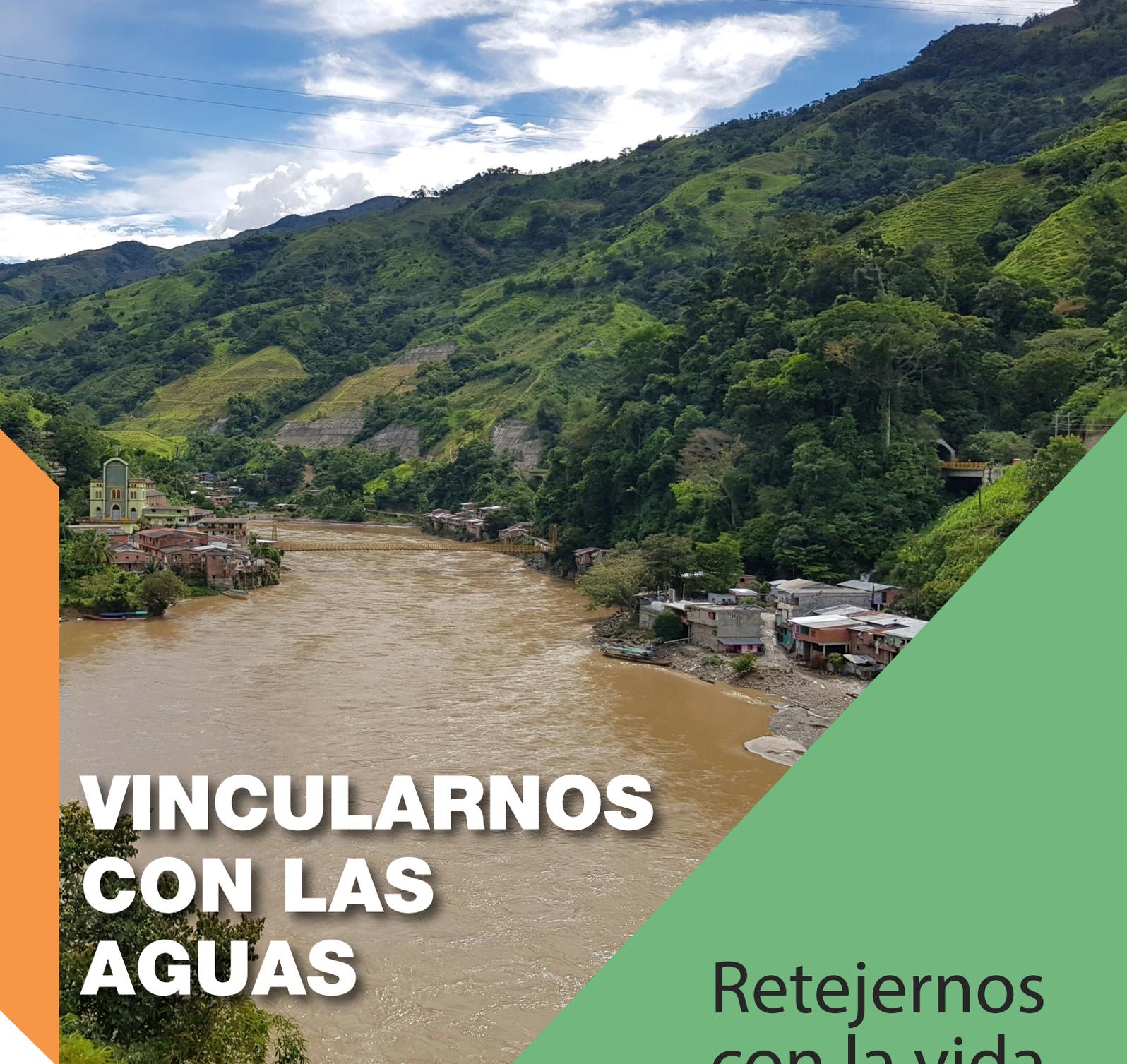
aprox. 70%

DE TODAS LAS AGUAS EXTRAÍDAS DE RÍOS, LAGOS Y ACUÍFEROS SE UTILIZAN PARA RIEGO





Fotografía del cráneo de *Pseudoseisuropsis nehuen* Noriega 1991, un ave fósil, pariente lejano de los chincheros, de la Formación Miramar (Buenos Aires, Argentina), de aproximadamente 2,3 millones de años atrás (arriba). Modelo 3D del cráneo y sus estructuras internas realizado a partir de microtomografías de rayos X del ejemplar (abajo). Celeste: cerebro; rosa: oído interno; rojo: carótidas; amarillo: nervios. Escala: 5 mm. Autores: **Federico J. Degrange, Manuela Demmel.**



VINCULARNOS CON LAS AGUAS

Retejernos con la vida

Nuestra relación con las aguas

La especie humana se ha pretendido descubridora, conquistadora y saqueadora de todo; se ha considerado heroica para dominar. Hemos tenido la testarudez de desconocer las emociones, el propio cuerpo y hasta la diversidad como parte de nuestra naturaleza. Llevamos siglos librando la mayor de las batallas con nuestra propia esencia simbiote, mutual e interdependiente con la naturaleza, pretendiéndonos externos a sus ciclos. Idealizamos la dualidad, somos instrumentalizadores y acumuladores obscenos de residuos. Nos negamos a ser fruto de la tierra, las aguas, el aire y ponemos

En memoria de Doña Dorila

En esta vertiginosa carrera humana hacia el colapso necesitamos construir alternativas urgentes para frenarla. Especialmente, requerimos nuevas formas de vinculación con las aguas. En esta etapa crucial precisamos de diálogos entre las especies, las distintas escalas espaciales que habitamos y la pluralidad de saberes que poseemos. Las hidrocomunidades representan las relaciones entre humanos y no humanos organizadas en función de la vida en común y donde las aguas son el eje central. En co-labor con ellas se nos permite acompañar sus refugios de vida, repensar las relaciones, la justicia comunitaria y la construcción de conocimientos que posibiliten la permanencia de vida digna.

al fuego a favor de la destrucción y no de la vida. Nos hemos obsesionado con acumular, viajar al espacio y buscar planetas habitables. En consecuencia, la humanidad extingue la vida y sus múltiples expresiones en el único planeta habitable conocido, provocando dolor y sufrimiento.

Asimismo, simplificamos, fragmentamos, ocultamos y nos avergonzamos de los diversos conocimientos y saberes ancestrales, perdiendo con ello valiosas enseñanzas comunitarias. En los últimos cinco siglos hemos hecho hasta lo imposible por sepultar y desaprovechar aquellas construcciones ancestrales que, especialmente, no benefician a empresarios y malos gobiernos.

Así, hemos generado una grave crisis civilizatoria, orientando la vida a situaciones de contaminación y escasez donde las aguas son las principales afectadas. La intensificación en los cambios del ciclo hidrológico mundial repercute en la sustentabilidad de la vida en su complejidad (CICTERRÁNEA 1 “Del cometa a tu vaso: el largo camino del agua”).

Hemos provocado una gran ruptura para brindar y obtener energía en todos los flujos hidroenergéticos, especialmente entre la humanidad y su naturaleza hídrica. Las relaciones entre sociedades y aguas nos han presentado que no hay un agua, sino que existen ‘las aguas’, en un sentido plural, jugando papeles determinantes en las acciones de todas las especies, la modelación de las geografías y la creación de paisajes. Asimismo, desconocemos que tenemos tres necesidades irremplazables para sobrevivir: (1) tener

Nos hemos obsesionado con acumular, viajar al espacio y buscar planetas habitables. En consecuencia, la humanidad extingue la vida y sus múltiples expresiones en el único planeta habitable conocido, provocando dolor y sufrimiento

aguas en nuestros cuerpos; (2) conocer y permitir la existencia de ciclos de las aguas para crear alimentos ricos en nutrientes; (3) comprender y vivenciar las relaciones entre seres humanos y no humanos, en condiciones adecuadas, que permitan el fluir cíclico y sano de las aguas que aporten a un hábitat benéfico.

Estas necesidades se vinculan y perjudican directamente por las relaciones que se construyen entre las sociedades y las aguas en territorios específicos. Las actuales relaciones se encuentran rotas, especialmente las de las sociedades urbanas e industriales, que consideran la universalidad del agua como recurso estratégico inanimado, incoloro e insípido. Igualmente, usan el agua desafiada de todo sentido de vida, de manera privada en beneficio individual, con motivos mercantiles.

En las comunidades de vida entre humanos y no humanos el vínculo esencial son las aguas, y, desde allí, tejen y procuran la vida. En ese sentido, las aguas en sí mismas tienen derecho a fluir, habitar y existir. Ellas pueden modificarse en el tiempo, son seres a quienes, en relación horizontal, sin ningún tipo de jerarquía de especie, se les debe otorgar dignidad.



Doña Dorila en su viñedo. La vid es el cultivo principal que da el sustento material monetario a las comunidades campesinas de Fiambalá. *Créditos, Carolina Cabrera.

¿Existen las hidrocomunidades?

Sí, son comunidades de humanos y no humanos co-organizadas en función de la vida en común. Viven en interacción con beneficios y apoyos mutuos, realizando tareas colectivas e incluso en condiciones de protección. Se encuentran territorializadas, teniendo como vinculación esencial a las aguas, concibiéndolas como seres determinantes y dinamizadoras de las geografías que transitan. Las aguas son, además, poseedoras de vida, hábitat de múltiples especies, generadoras de ciclos. Ellas hacen parte de seres espirituales que, junto a creencias comunitarias, pueden fundamentar principios éticos en la acción individual y colectiva de los humanos con quienes conviven.



De arriba-abajo. Barequera haciendo lavado de arenas en cajón en el río Cauca. Pesca artesanal con atarraya en canoa en el río Cauca. Barequero en lavado de jagua en el río Cauca.

*Créditos, Movimiento Ríos Vivos.

Las aguas en sí mismas tienen derecho a fluir, habitar y existir. Ellas pueden modificarse en el tiempo; son seres a quienes, en relación horizontal, sin ningún tipo de jerarquía de especie, se les debe otorgar dignidad

Las hidrocomunidades no están exentas de contradicciones. Habitan un mundo globalizado donde hay creencias de que existen dueños y soberanos de los cuerpos y territorios bajo expresiones de todo tipo de violencias, uso y acumulación del capital como sistema de valoración que las cercan. Sin embargo, a raíz de su trabajo entrañable de cuidado y protección de las venas del planeta, nos permiten hacer preguntas sobre cómo continuar. Para ello, presento dos hidrocomunidades ubicadas en América Latina: una comunidad que se inunda con facilidad, ribereña del río Cauca, en Antioquia, Colombia, y una comunidad de zona de riego en región árida protectora del río Abaucán, en Catamarca, Argentina. Hoy, estas dos hidrocomunidades viven la fuerte presión de los proyectos extractivos de aguas para la generación y almacenamiento de energía “verde” y “limpia” en favor de la declaración imperativa de la llamada transición energética universal, que es una búsqueda por nuevas fuentes de energía distintas a las generadas por la combustión fósil (hidrocarburos).

Las hidrocomunidades son comunidades de humanos y no humanos co-organizadas en función de la vida en común. Viven en interacción con beneficios y apoyos mutuos, realizando tareas colectivas e incluso en condiciones de protección. Se encuentran territorializadas, teniendo como vinculación esencial a las aguas, concibiéndolas como seres determinantes y dinamizadoras de las geografías que transitan. Las aguas son, además, poseedoras de vida, hábitat de múltiples especies, generadoras de ciclos.

En el caso de las hidrocomunidades de las riberas del río Cauca, sufren la imposición de Hidroituango, la hidroeléctrica más grande del país. En el caso de las agro-culturas protectoras del Abaucán, éstas se encuentran cercadas por el avance del proyecto Tres Quebradas, de extracción de litio por salmuera para el almacenamiento de energía (CICTERRÁNEA 4 “Yacimientos de litio: El fin del reinado de los combustibles fósiles”).

Dichas hidrocomunidades han convivido con las aguas de los ríos y arroyos a partir de sus modos de vida, vinculados, en el caso colombiano, a la pesca, el barequeo, la caza, la recolección y la agricultura, y, en el caso argentino, al cultivo agroecológico y biodiverso en zonas áridas. La ubicación de estas comunidades se conecta con dos ecosistemas esenciales para mantener el clima con oscilaciones leves esperables que permitan el desarrollo de la vida tal como la conocemos: en Catamarca, el humedal de Lagunas Alto Andinas, y en Antioquia el Bosque Seco Tropical, cuyo porcentaje, actualmente, es de menos del 8% en Colombia. Estos dos ecosistemas son únicos, con una gran riqueza de bienes comunes, biodiversidad y conocimientos de adaptación al cambio climático (CICTERRANÉA 5 “Amor a lo extremo: Los habitantes de la Laguna Negra”).

Repensar la justicia desde las relaciones hidrocomunitarias

Saber que las hidrocomunidades se enfrentan a la amenaza constante de su extinción nos hace replantearnos ¿qué es lo justo en medio del colapso? ¿una reconversión a energías limpias y verdes, aunque ello implique la afectación de ecosistemas frágiles y necesarios para el equilibrio climático? La justicia se nos presenta como aquello opuesto a lo que nos parece injusto, pero ¿qué hace que algo sea injusto y de reclamación masiva? Hoy no es el cuidado de las lagunas altoandinas ni del Bosque Seco Tropical, y tampoco la desaparición de las agroculturas del río Abaucán o Cauca.

Para las hidrocomunidades lo injusto es aquello que genera una ruptura en la confianza, los acuerdos y los con-

senso, mayormente orales, en los cuidados de los bienes comunes, las responsabilidades y los intercambios. La justicia es de su entera comprensión, surge del diálogo cotidiano; es una expresión de la vida y de las especies humanas y no humanas. Parece muy romantizado ¿verdad?, porque



De arriba-abajo. Campesino de Fiambalá junto a los animales haciendo acarreo de forraje. Doña Dorila comparte la cosecha de su viñedo. Doña Dorila camina por el paisaje de su localidad recordando las viviendas y antiguos pobladores, actualmente invadidos por los médanos. *Créditos, Carolina Cabrera.

¿Qué es lo justo en medio del colapso? ¿una reconversión a energías limpias y verdes, aunque ello implique la afectación de ecosistemas frágiles y necesarios para el equilibrio climático?

la humanidad, especialmente los habitantes de ciudades, aceptan o se enteran de los acuerdos cuando son puestos en vigencia a través de mecanismos legislativos de los estados nacionales. Para las hidrocomunidades, la justicia es de orden colectivo, poniendo especial atención en la interdependencia humana hacia las aguas. Los compromisos en su manejo son de su entera responsabilidad. Justamente, el mal uso puede generar disputas territoriales, discusiones generacionales entre vecinos/parientes y, en ocasiones, hasta el destierro de espacios de toma de decisiones comunitarias.

En consecuencia, la justicia hídrica, como proceso en continua construcción, determina los deberes humanos y los derechos de todas las especies, que, a su vez, integran otras dimensiones humanas que orientan sus modos de vivir, las relaciones afectivas, las solidaridades, los intercambios, los espacios que habitan para llevar adelante su trabajo, organizar su morada y determinar las festividades.

Ser vertientes de saberes para sustentar la vida

Para las hidrocomunidades, que han respetado y convivido con los ecosistemas que hoy se encuentran amenazados por los proyectos extractivos para la “transición energética”, no parece estar haciéndose justicia hídrica. Por el contrario,

se comprende como la continuidad del sometimiento de todas las especies a favor de la acumulación y especulación económica y financiera. Es decir, las modificaciones energéticas que se plantean mantienen el mundo patas arriba. Mientras el Sur global entrega toda su materia prima, sus aguas, la energía vital de todos los seres, el Norte camina por las sendas de la reconversión energética para continuar su consumo desmedido. Sin embargo, todos sentiremos -aunque de manera desigual-, la escasez y el sufrimiento hídrico.

La justicia hídrica, como proceso en continua construcción, determina los deberes humanos y los derechos de todas las especies, que, a su vez, integran otras dimensiones humanas que orientan sus modos de vivir, las relaciones afectivas, las solidaridades, los intercambios, los espacios que habitan para llevar adelante su trabajo, organizar su morada y determinar las festividades

¿Cómo podemos contribuir desde nuestro lugar?

La idea de justicia, irremediamente, nos presenta la importancia de crear conocimientos a favor de las diversas expresiones de vida. Parece que el conocimiento de múltiples disciplinas sobre el panorama poco alentador, junto a cientos de recomendaciones, no es relevante para los tomadores de decisiones.



Reunión sobre el proceso organizativo en el salón comunitario de campesinos de Fiambalá. Criaderos de peces creados ante los daños del proyecto extractivo en el río Cauca; una iniciativa de cuidado entre especies *Créditos, Manuel Aguirre, Aimée Martínez.

Las modificaciones energéticas que se plantean mantienen el mundo patas arriba. Mientras el Sur global entrega toda su materia prima, sus aguas, la energía vital de todos los seres, el Norte camina por las sendas de la reconversión energética para continuar su consumo desmedido. Sin embargo, todos sentiremos -aunque de manera desigual-, la escasez y el sufrimiento hídrico

¿Qué nos queda? Poner nuestros conocimientos al servicio de la humanidad que está organizada, con el deseo de aprovechar y seguir construyendo opciones y modos de vida para todas las generaciones y especies. Unir los avances científicos y experiencias humanas a favor de la permanencia, la mejora y la adaptabilidad climática de todas las especies. Generar diálogos entre los múltiples conocimientos científicos y los saberes populares para generar teoría contextualizada y que, puesta al servicio de las comunidades, promueva dignidad y buen vivir a todas las especies. Entender qué sucede a nivel planetario para interrelacionarlo de manera situada, y accionar hacia caminos viables en el cuidado energético y vinculación con las aguas.



Arriba: Espacio comunitario en Puerto Valdivia, Antioquia, Colombia, dedicado a la recreación comunitaria. Abajo: Espacio comunitario donde se cuidan los animales en la zona del Bolsón de Fiambalá, Catamarca, Argentina.
*Créditos, Aimée Martínez Vega, Carolina Cabrera.

Glosario

Agroculturas: Comunidades con historia milenaria de sabiduría campesina donde es esencial la memoria. Viven los procesos, la innovación y las técnicas productivas agrícola-ganaderas en vinculación a la dignidad del trabajo y de la tierra.

Barequeo: Actividad de extracción ancestral artesanal de oro de aluvión con batea. Es parte del modo de vida campesino ribereño que se combina con artes como la agricultura, la recolección en bosque, la caza y la pesca artesanal.

Crisis civilizatoria: Estado de sobrevivencia global en un modo de vida humano dominado por la opresión hacia todos los seres y bienes del planeta bajo concepciones de acumulación de capital, violencia, androcentrismo y antropocentrismo.

Esencia simbiote: Son expresiones de vida creadas a partir de la cooperación e intercambio (simbiosis). En una simbiosis está el huésped y el simbiote cuyo tamaño es inferior al primero. Entendemos a la tierra como organismo vivo huésped de los seres humanos simbiotes.

Aimée P. Martínez Vega

Lic. en Trabajo Social
Becaria Doctoral IRES-CONICET/UNCa
en Estudios Sociales Agrarios CEA/UNC
Integrante de la asociación de mujeres defensoras del agua y la vida-AMARÚD adherida al Movimiento Ríos Vivos (Colombia)
Directora de la Red de Comunidades Impactas por IFIs en A.L.



Referencias Bibliográficas/ Lecturas sugeridas

Movimiento Ríos Vivos Colombia
<https://riosvivoscolombia.org/>

Documental Abaucán
<https://www.youtube.com/watch?v=69K5qwR4fuA>

Equipo de Investigación Ecología Política del Sur
<http://www.ecologiapoliticadelsur.com.ar/>

Jóvenes en Ciencia

Brenda Yamila Alvarez es geóloga, egresada de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Hoy en día, es estudiante del Doctorado en Ciencias Geológicas de la UNC, desarrollando su tesis en el CICTERRA y cuenta con una beca doctoral de CONICET.



La tesis de Brenda, dirigida por el Dr. Jorge Martínez y la Dra. Verena Campodonico, tiene como objetivo principal estudiar cómo se comportan los ríos dentro de la cuenca del río Cruz del Eje. Esta región tiene un clima semiárido, es decir, las lluvias son muy escasas, por lo que el manejo del agua como recurso, se torna crítico. Además se pretende analizar el efecto que produce la interacción entre las aguas de los ríos con el medio biológico y físico, y evaluar las posibles consecuencias de la actividad antrópica en la calidad de las aguas.

CONOCIENDO LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL SOL

¿Podrías explicarnos a qué refiere el “comportamiento de un río” y cómo funciona en la cuenca del río Cruz del Eje?

El comportamiento hídrico contempla cómo es la ocurrencia, la distribución y el origen de las aguas en la tierra, teniendo en cuenta diversos factores, como por ejemplo, el clima.

La cuenca que actualmente estoy estudiando es de tipo endorreica, es decir, que sus aguas escurren dentro del continente, y forma parte del sistema hídrico de las Salinas Grandes de la provincia de Córdoba. La cuenca se encuentra conformada por 3 subcuencas que se definen por sus cauces principales, los ríos La Candelaria, Quilpo y San Marcos. Es un sistema de ríos de montaña en una región semiárida, donde las precipitaciones anuales acumuladas son muy pocas, solo de 600 mm (aprox.) y se concentran entre los meses de octubre a abril. Durante esta época, los cauces de los ríos alcanzan su máximo caudal y la recarga de los mismos es principalmente por las lluvias. Debido a este régimen hídrico, algunos de los cauces se comportan de manera temporaria, es decir, tienen agua solo en la estación húmeda, mientras que los cauces principales, como el río San Marcos ó el río Quilpo, son de carácter permanente, y su recarga en la estación seca se encuentra ayudada por aporte de agua subterránea.

Y ahora que tenemos más información, veamos de qué se trata el comportamiento geoquímico.

Este comportamiento está centrado en la composición química del agua de los ríos. Cuando el agua interacciona con el ambiente, ya sea con los seres vivos (incluyendo la actividad humana), los materiales geológicos (como rocas y sedimentos) y la atmósfera, ocurren diferentes reacciones que van modificando su composición química. De esta manera queremos identificar las interacciones que están sucediendo en el sistema, y definir cuáles son los principa-



les factores que están afectando la química de las aguas.

Y tu zona de trabajo, ¿fue elegida por algo en especial?

Al ser una región semiárida es importante conocer la abundancia, distribución y calidad del agua para un uso estratégico (ya sea para actividades agrícolas/ganaderas o consumo humano).

En particular, esta zona se eligió porque cada subcuenca presenta diferentes condiciones, las cuales son ideales para comparar diferentes escenarios. La subcuenca del río La Candelaria, presenta condiciones casi prístinas, lo que nos permitirá conocer cómo funciona el sistema naturalmente. Por otro lado, la subcuenca del río Quilpo, está en zona de canteras y algunos asentamientos agrícolas/ganaderos y urbanos. Y, por último, la subcuenca del río San Marcos es la que presenta la mayor influencia antrópica, ya que a lo largo de la misma se encuentran diferentes asentamientos urbanos, desarrollos agrícolas/ganaderos y en verano hay una fuerte actividad turística.



En la parte práctica, ¿Qué aplicaciones tendrán los resultados de tu trabajo? y, además, ¿Involucrarán algún impacto social?

Los resultados de este trabajo pueden servir para aportar al manejo integral de la cuenca. Este tipo de estudios se torna crítico para poder tomar decisiones idóneas desde los organismos gubernamentales. Es imprescindible conocer cómo funcionaba el sistema antes de la actividad antrópica, pero en muchos casos esa información no se encuentra disponible (como lo es en este caso), por lo que este tipo de trabajos sirve para establecer líneas de base y desde ahí observar los diferentes cambios o impactos que ha sufrido la cuenca.

En cuanto al impacto social, gracias al estudio geoquímico podemos observar si existe algún elemento en cantidades que puedan ser dañinas para el consumo humano, como, por ejemplo, el Flúor.

También podemos analizar si los asentamientos urbanos, la actividad agrícola/ganadera, etc., están dejando su huella en la composición química de las aguas, y de ser así, si el sistema es capaz de recuperarse de estos efectos.

Saliendo ya del ámbito de la ciencia y la investigación, ¿tenés otras actividades en los ratos libres? ¿Qué hacés para desconectar?

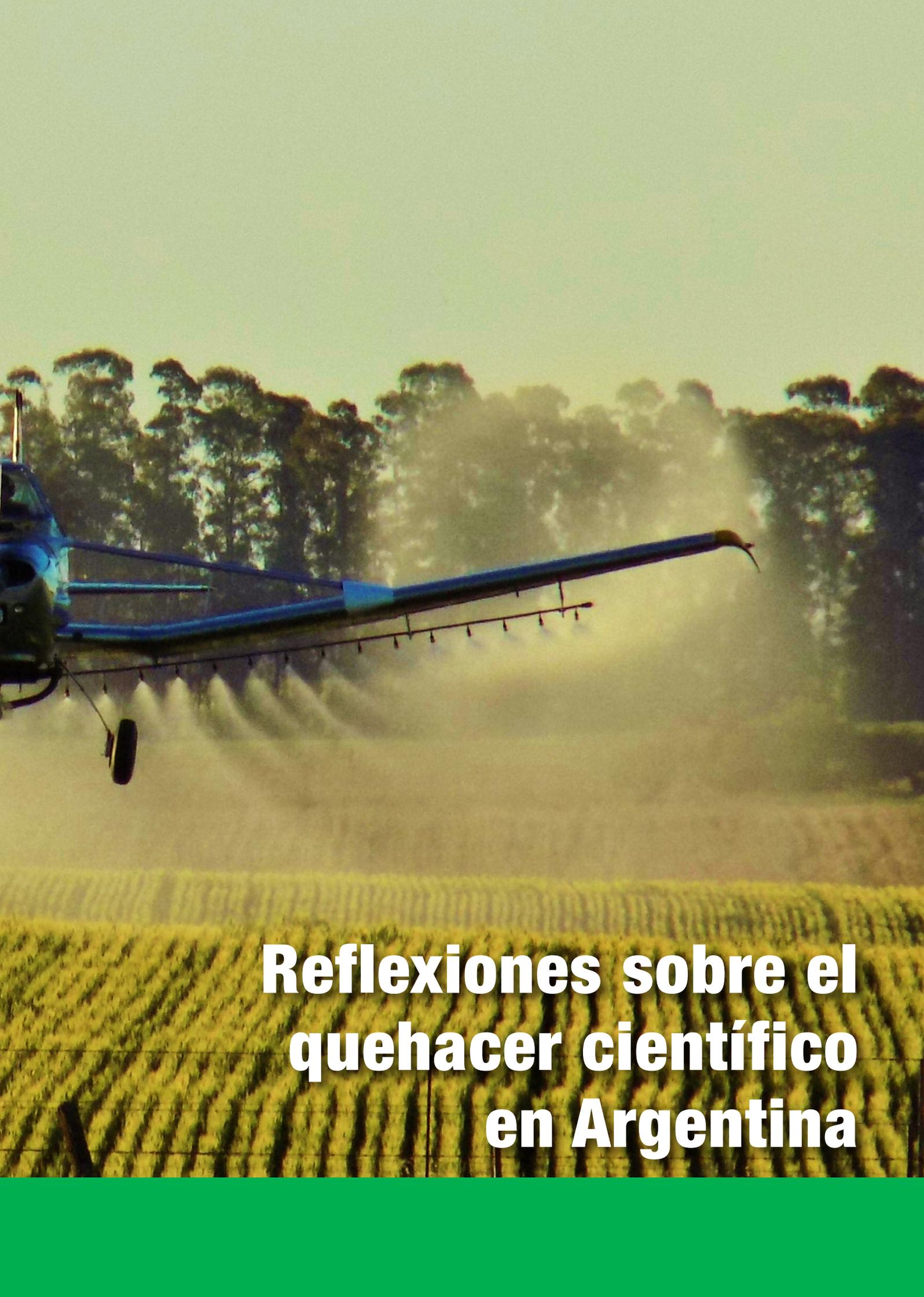
Una de mis actividades favoritas fuera del ámbito laboral es incursionar en el diseño gráfico, me gusta mucho aprender a usar herramientas vinculadas a eso y hacer diferentes creaciones (para mi familia principalmente). Otra actividad que ocupa mis tiempos libres es hacer manualidades en casa, me gusta mucho trabajar con la madera, restaurarla y darle una nueva estética. También disfruto mucho de leer novelas, y ver series o películas con mi pareja.



Problemas socioambientales



Foto: Eduardo Roth



Reflexiones sobre el quehacer científico en Argentina

La ciencia argentina está financiada casi enteramente por fondos públicos, y quienes hacemos ciencia somos trabajadores estatales. Lejos de la mirada idealizada del "científico varón portador de un conocimiento inaccesible para el resto de la sociedad", proponemos pensar a l@s científic@s afectad@s por las mismas problemáticas que cualquier otr@ ciudadan@ de a pie. Desde ese punto de vista podemos (debemos) exigir que la ciencia argentina esté "situada". Eso significa que desde la ciencia se elaboren planes de investigación que puedan dar respuesta a las grandes problemáticas de nuestro país y de nuestro tiempo. Pero también significa que la sociedad demande a la ciencia respuestas y compromiso en su quehacer. Teniendo en cuenta que los problemas socioambientales son problemas multidimensionales, cabe preguntarnos si a la hora de plantear las hipótesis que guían las investigaciones se establecen diálogos entre l@s investigador@s y los actores de la sociedad afectados por dichas problemáticas. El riesgo de no hacerlo es generar conocimiento estéril. La potencia de hacerlo, es generar conocimiento que aporte a la construcción de una nueva realidad para tod@s.

El lunes 13 de abril de 2009 salió publicada una nota en Página 12 titulada "El tóxico de los campos" acerca de una investigación desarrollada por el Dr. Andrés Carrasco sobre los efectos del glifosato en embriones de anfibios.

En la investigación, el científico mostró que las alteraciones experimentadas por embriones anfibios expuestos a cantidades de glifosato entre 50 y 1540 veces inferiores a las usadas en los campos de soja eran compatibles con las malformaciones observadas en humanos expuestos a glifosato durante el embarazo de la madre. "No descubrí nada nuevo. Digo lo mismo que las familias que son fumigadas, sólo que lo confirmé en un laboratorio", solía decir el científico, quien puso al servicio de los pueblos fumigados los resultados de su investigación. Organizaciones sociales, campesinos, familias fumigadas y activistas tomaron este trabajo como una prueba de lo que vivían en el territorio.

Lo interesante de esta historia -además de la relevancia para la lucha de los pueblos fumigados- fue que la pregunta que el Dr. Carrasco buscó responder surgió a partir de los reportes médicos sobre malformaciones en localidades de Santa Fe y Córdoba, por el pedido de la Cámara de Diputados de Santa Fe al Poder Ejecutivo de la Provincia para que SENASA recategorizara al glifosato como de alta peligrosidad clase I, y por experiencias, contactos, y viajes personales del investigador a distintos lugares del país. Es decir, el interrogante que direccionó la investigación se formuló gracias al diálogo entre el investigador y actores externos al campo científico, afectados o testigos de la problemática.

La investigación fue desacreditada en medios de comunicación, por empresarios agrícolas y por el entonces ministro de Ciencia, Lino Barañao, quien la cuestionó por no haber sido publicada previamente en una revista científica. A pesar de las amenazas recibidas, el Dr. Carrasco no se callaba y sostenía: "no existe razón de Estado ni intereses económicos de las corporaciones que justifiquen el silencio cuando se trata de la salud pública. Hay que dejarlo claro, cuando se tiene un dato que sólo le interesa a un círculo pequeño, se lo pueden guardar hasta tener ajustado hasta el más mínimo detalle y canalizarlo por medios para ese pequeño círculo. Pero cuando uno demuestra hechos que pueden tener impacto en la salud pública, es obligación darle una difusión urgente y masiva". Finalmente, en agosto de 2010, el Dr. Carrasco publicó un trabajo en una revista internacional, ratificando de esta manera los resultados preliminares previamente difundidos (*Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling* / Los herbicidas a base de glifosato producen efectos teratogénicos en los vertebrados al alterar la señal del ácido retinoico).

Este ejemplo, ilumina formas de hacer ciencia comprometidas con problemáticas socioambientales severas de nuestro país y, al mismo tiempo, científicamente rigurosas. Y permite generar una serie de interrogantes que se intentará abordar en las siguientes secciones del artículo: ¿Qué se investiga y en función de qué intereses? ¿Quién define la agenda de investigación académica? ¿Qué preguntas se formulan? ¿Para qué y para quién se formulan esas preguntas? Los conocimientos generados, ¿pueden dialogar con otros sectores de la sociedad?

Las lógicas del sistema científico

En Argentina, el sistema científico y tecnológico responde simultáneamente a dos lógicas: las lógicas que comparte con el campo científico internacional y las lógicas que le imprime el contexto político/económico/social nacional.

Para describir lo que tienen en común el *quehacer* científico argentino con el de cualquier otro lugar del mundo, podemos apelar a lo que el sociólogo Robert Merton define como *ethos* científico. Se trata de una forma común de comportamiento, que normaliza la construcción y la sociabilidad de la ciencia hacia cuatro imperativos institucionales: el “universalismo”, que supone que el conocimiento científico trasciende las culturas particulares; el “comunismo”, que define el conocimiento como propiedad colectiva; el “desinterés”, que supone que l@s investigador@s no deben buscar su propio provecho sino la verdad y el bien

común; y el “escepticismo organizado”, que le atribuye a l@s científic@s la función de examinar y juzgar los conocimientos con independencia de las creencias o la opinión. En este modelo idealizado de ciencia liberal, la institución científica genera un sistema de recompensas que da reconocimiento y estimula a aquell@s investigador@s que mejor han desempeñado sus papeles. Existiría una “justicia científica” que premia a l@s mejores del mundo, sin reconocer las desigualdades en el acceso a recursos y equipamiento (daría lo mismo hacer ciencia en China, Alemania o Argentina). Para Merton, sólo importan los productos generados y no las condiciones materiales que los hacen posibles.

El Dr. Carrasco no se callaba y sostenía: “no existe razón de Estado ni intereses económicos de las corporaciones que justifiquen el silencio cuando se trata de la salud pública. Hay que dejarlo claro, cuando se tiene un dato que sólo le interesa a un círculo pequeño, se lo pueden guardar hasta tener ajustado hasta el más mínimo detalle y canalizarlo por medios para ese pequeño círculo. Pero cuando uno demuestra hechos que pueden tener impacto en la salud pública, es obligación darle una difusión urgente y masiva”

Sin embargo, aunque la práctica científica se evalúe mediante los mecanismos legitimados por la comunidad científica internacional, como cualquier otra práctica cultural está inscrita en una temporalidad, está situada y en nuestro país está financiada principalmente por fondos públicos. La ciencia, lejos de estar determinada por la

The image shows a newspaper page from 'Página 12'. At the top, there's a headline: 'El cómo, el porqué y el cuánto de la campaña' with subtext 'Los pronósticos de los principales encuestadores'. Below that, a 'REPORTAJE EXCLUSIVO A ANDRÉS CARRASCO' section is visible. The main headline reads: '"NADA JUSTIFICA EL SILENCIO CUANDO SE TRATA DE LA SALUD PUBLICA"'. A photograph of Dr. Andrés Carrasco is shown below the headline. To the left, there's a vertical list of other articles with their page numbers: 10, 12, 16, 21, 24, 40.

El Dr. Andrés Carrasco fue un médico argentino, especializado en biología molecular. Fue Investigador Principal del CONICET desde el año 1995, presidente del CONICET entre 2000 y 2001, Profesor de Embriología y Jefe del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. También fue Subsecretario de Investigación Científica en el Ministerio de Defensa entre 2005 y 2009. Realizó trabajos en embriología molecular desde 1981. Falleció en 2014.

naturaleza de las cosas, por el escepticismo o la voluntad de conocer de l@s científic@s, está influida por factores sociales, económicos y políticos.

Aunque la práctica científica se evalúe mediante los mecanismos legitimados por la comunidad científica internacional, como cualquier otra práctica cultural está inscrita en una temporalidad, está situada y en nuestro país está financiada principalmente por fondos públicos. La ciencia, lejos de estar determinada por la naturaleza de las cosas, por el escepticismo o la voluntad de conocer de l@s científic@s, está influida por factores sociales, económicos y políticos

¿Qué se investiga y en función de qué intereses?

El hecho de que, en nuestro país, el campo científico esté tensionado simultáneamente por las lógicas del mundo académico internacional y las del contexto político, económico y social que financia los proyectos de investigación y los recursos humanos, permite que se establezca una heterogeneidad en los perfiles de l@s investigador@s y abre la posibilidad de disputar el sentido del *quehacer científico* en un país sudamericano.

A diferencia de Merton, el sociólogo Pierre Bourdieu concibe a la ciencia como un campo de fuerzas, donde l@s científic@s, equipos de investigación y laboratorios poseen un capital simbólico que es proporcional a su conocimiento y reconocimiento. De esta manera, l@s mejor posicionad@s, es decir, aquell@s que poseen el mayor capital –que generalmente son los que cuentan con mayores recursos económicos, recursos humanos, trayectorias, cercanía a los grandes equipamientos y polos industriales, etc.– son l@s que cuentan con más fuerza para definir las agendas de investigación internacionales y los requisitos para permanecer dentro del campo científico.

Aceptar la existencia de estas relaciones de poder, permite observar que la práctica científica no está guiada por la naturaleza de las cosas o la búsqueda desinteresada de la verdad como sostienen las ideas de Merton. Lejos de eso, son disputas de poder que es mejor reconocer para no quedar subordinad@s a ellas.

El riesgo de no ver las disputas dentro del campo científico es, según Oscar Varsavsky, transformarse en, científicistas: investigador@s que se han adaptado al mercado científico, que renuncian a preocuparse por el significado social de su actividad, y la desvinculan de los problemas políticos, sociales y económicos en la que está inmersa. Se trata de profesionales que se entregan de lleno a su “carrera”, aceptando las normas y valores de los grandes centros internacionales, que contribuyen a reforzar nuestra dependencia cultural y económica y ser satélites de los polos mundiales de desarrollo.

Los problemas socioambientales. Abordaje desde múltiples miradas

Entender las lógicas que prevalecen en la actividad científica, posibilita disputar el rol de la ciencia en nuestro país. Al mismo tiempo, el ejemplo de la investigación del Dr. Carrasco y su diálogo con los territorios y actores del campo político y de la salud, permite observar que hay espacio para hacer investigaciones al servicio de demandas

Segun O. Varsavsky, se transforman en científicistas l@s investigador@s que se han adaptado al mercado científico, que renuncian a preocuparse por el significado social de su actividad, y la desvinculan de los problemas políticos, sociales y económicos en la que está inmersa. Se trata de profesionales que se entregan de lleno a su “carrera”, aceptando las normas y valores de los grandes centros internacionales, que contribuyen a reforzar nuestra dependencia cultural y económica y ser satélites de los polos mundiales de desarrollo

concretas y, al mismo tiempo, rigurosas científicamente.

La complejidad de los problemas socioambientales, que son siempre multidimensionales, requiere ser abordados desde múltiples miradas y disciplinas, aún antes de diseñar o planificar la investigación. Es muy importante el diálogo con otros saberes. Es una doble tarea: hacer producción científica siguiendo el método científico avalado internacionalmente y, al mismo tiempo, ser parte de redes de trabajo que integren otras disciplinas y otros actores por fuera del campo científico.

Es fundamental romper la atomización entre disciplinas, y entre el mundo académico y el no-académico. Los problemas socioambientales pueden tener explicaciones técnicas, pero no son sólo problemas técnicos. Para entenderlos en su total magnitud, el diálogo con otras ciencias (por ejemplo, las ciencias sociales) y con otros actores de la sociedad (quienes conocen y sufren la problemática, y quienes pueden generar una respuesta para revertirlos, por ejemplo, desde organismos gubernamentales) es fundamental. Desde los laboratorios se erigen definiciones científicas como única autoridad fiable y legítima. Afuera hay conocimientos populares, saberes ancestrales que se desconsidera, en nombre de la ciencia y de la técnica, por más que vengamos de la universidad pública y con buenas intenciones.

RB

Referencias Bibliográficas/ Lecturas sugeridas

Varsavsky, O. (1969). Bases para una política nacional de tecnología y ciencia. Ciencia, política y científicismo. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Carrasco, A. (2009). Efecto del glifosato en el desarrollo embrionario de *Xenopus laevis* (Teratogénesis y glifosato). Informe Preliminar. Disponible en: Glifosato y teratogénesis / malformaciones congénitas y glifosato | Red Universitaria de Ambiente y Salud – Medicos de pueblos fumigados (reduas.com.ar) (9 de marzo 2022)

Andrés Carrasco. Ciencia disruptiva. Película Documental (2020). Disponible: <https://play.cine.ar>

Página12, (2009). “Lo que sucede en Argentina es casi un experimento masivo”. Entrevista a Andrés Carrasco publicada el 3/05/2009. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-124288-2009-05-03.html> (9 de marzo 2022)

Cada científico@ porta un conocimiento que es específico y necesario. Pero sin dudas para hacer una ciencia transformadora de la realidad, es necesario asumir el desafío de dialogar con otros saberes del propio campo científico y por fuera de éste, en una ecología de saberes sin jerarquías y sin subestimaciones. Por el contrario, en un diálogo honesto y fraterno, para que la ciencia dé respuesta a las necesidades estructurales de nuestro pueblo

Cada científico@ porta un conocimiento que es específico y necesario. Pero sin dudas para hacer una ciencia transformadora de la realidad, es necesario asumir el desafío de dialogar con otros saberes del propio campo científico y por fuera de éste, en una ecología de saberes sin jerarquías y sin subestimaciones. Por el contrario, en un diálogo honesto y fraterno, para que la ciencia dé respuesta a las necesidades estructurales de nuestro pueblo.



Martina Gamba

Dra. en Ciencias Exactas
Investigadora Asistente de CONICET en CETMIC (UNLP-CIC-CONICET)
Docente de la Universidad Nacional de La Plata
Miembro del Grupo de Estudios en Geopolítica y Bienes Comunes (UBA) y del Foro de Especialistas en Litio de la Argentina (CIN)

G

Glosario

Glifosato: Agroquímico elite de la producción sojera, producido principalmente por la multinacional Monsanto bajo el nombre comercial de Roundup®.

Jóvenes en Ciencia

Luciana Mengo es bióloga egresada de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. En la actualidad es estudiante de la carrera de Doctorado en Ciencias Geológicas de la UNC y colabora como Consejera del mismo. Tiene una beca de CONICET y lleva a cabo sus tareas de investigación en el CICTERRA.



Su proyecto doctoral, dirigido por la Dra. Silvana Halac y el Dr. Eduardo Piovano, consiste en evaluar cómo varían en el tiempo los procesos de eutrofización, en embalses de la Región Semiárida de Córdoba. Dichos estudios son de gran importancia ya que permiten analizar la calidad del agua de los embalses.

DESENTRAÑANDO EL PASADO DEL EMBALSE SAN ROQUE

¿Podrías explicar brevemente en qué consiste tu tema de investigación?

La eutrofización del Embalse San Roque es un proceso que ocurre por el aumento de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, debido principalmente al vertido de desechos cloacales, lo que genera un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas y por consiguiente un deterioro de la calidad de los sistemas acuáticos. Para estudiar cómo este proceso varió en los últimos 100 años, analizo el registro sedimentario, es decir el barro que queda depositado en el fondo del embalse. Todo cambio que experimenta un cuerpo de agua, (por ejemplo un río o un lago), a través del tiempo queda preservado en dichos sedimentos. El origen de estos cambios se puede comprender a través del análisis de diferentes indicadores, como los paleopigmentos. Estos pigmentos, componentes de las algas y plantas que proporcionan una coloración característica, quedan preservados en los sedimentos y nos permiten identificar cambios en la abundancia y composición de las comunidades algales del pasado. Esta información sumada a la generada por otros indicadores, permite inferir los cambios hidroclimáticos y relacionados a la actividad antrópica como el uso de suelo.

¿Por qué es importante conocer y comprender los cambios que se produjeron en el

sistema ambiental de este embalse?

Conocer los cambios ambientales pasados producidos en este sistema y en cualquier otro, es importante porque nos permite definir, entre otras cosas, una línea de base ambiental, es decir una descripción del estado del embalse en periodos con bajo impacto de actividades humanas. Conocer las condiciones en estos escenarios relativamente prístinos, permite, por ejemplo, determinar el aporte de nutrientes en ausencia de impactos antrópicos. De este modo, identificar estos periodos ayudará al diseño de políticas que ayuden a un manejo adecuado del sistema en particular y de la cuenca en general.

¿Cómo se relacionan los factores naturales a las actividades humanas en el proceso de eutrofización?

Los factores naturales intervinientes en el proceso de eutrofización están ligados al aumento de la temperatura global y a la variabilidad de las precipitaciones. En relación a esto, los efectos de actividades antrópicas como la deforestación, la urbanización y el volcamiento de efluentes cloacales sin un tratamiento previo, pueden potenciar la acción de los factores naturales. Es decir, que la combinación de ambos factores resulta en una mayor vulnerabilidad del sistema. Por ejemplo, se puede dar un incremento en las concentraciones de





nutrientes en un cuerpo de agua debido al ingreso de efluentes cloacales (forzante antrópico), pero a su vez el ingreso de nutrientes a dicho cuerpo puede verse favorecido por los cambios observados en las precipitaciones de la región (factor natural).

¿Te relacionas con otras disciplinas para llevar a adelante tu investigación?

Participé de un proyecto de investigación del Programa Institucional y Multidisciplinar (PRIMAR) relacionado a la calidad del agua del Embalse San Roque, y así comencé a vincularme con grupos de diversas disciplinas. Uno de ellos, es el de Geografía Crítica del Agua que pertenece a la carrera de Geografía de la UNC. Con ellos comenzamos a trabajar en la recopilación de datos históricos (desde finales del siglo XIX, cuando se construyó el embalse) en relación al uso del suelo de la cuenca (por ejemplo, identificar las diferentes actividades económicas que se han desarrollado en toda la cuenca), y de censos poblacionales y el registro de

las áreas que fueron urbanizadas en la cuenca. La asociación de esta información con la obtenida del registro sedimentario nos permitirá inferir el impacto que la urbanización de la cuenca ha tenido sobre la eutrofización del embalse.

Tu tema de investigación tiene un claro vínculo con el sistema sanitario, ¿existe una comunicación activa con las autoridades locales correspondientes?

Si bien mi tema de investigación se centra en la reconstrucción ambiental del Embalse San Roque, existe una conexión con la cuestión sanitaria de la cuenca. Actualmente no tengo comunicación con las autoridades, sin embargo, antes de comenzar mi tesis doctoral, he participado de otro proyecto de investigación (integrado por el Instituto Nacional del Agua, Universidad Católica Argentina, UNC y Hospital de Niños) el cual se enfocó en la situación sanitaria de la comuna San Roque. En este proyecto se realizaron entrevistas personales, se to-

maron muestras de agua y se realizaron análisis de sangre, con el fin de evaluar la exposición a las toxinas de las cianobacterias. Por otro lado, tuve la oportunidad de formar parte de un convenio entre el INA-UCA-ERSEP para la recolección de muestras de agua y efluentes cloacales en distintos puntos de la provincia. Allí pude acercarme a diferentes realidades del interior y entender que el acceso al agua potable es un derecho fundamental muchas veces vulnerado.

¿Qué actividades realizas en tus tiempos libres?

Aunque el tiempo libre es cada vez más escaso, me gusta cocinar para mi familia y amistades. En general, disfruto de estar en compañía de mi familia, jugar con mi sobrinita, salir al cine con mis primitas, o visitar a mi abuela y a mis padres. También me gusta ver series y pelis para luego intercambiar opiniones sobre alguna de ellas con mis compas de oficina. Además, soy una hinchita de Talleres que disfruta y sufre por su amado club.





Fotomicrografía a nicols cruzados de cristales de calcita con terminaciones romboédricas coalescentes lateralmente. Escala: 2 mm. Foto: Agustín Mors.

FICHA GEOLÓGICA

MINERALES: DIOPTASA



FOTO: Fernando Colombo

Etimología: Su nombre proviene de las palabras griegas “dia” y “opto”, cuyos significados son “a través” y “visión”, haciendo alusión a la transparencia de los cristales.

Composición química y sistema cristalino: La diopside es un silicato de cobre hidratado, $\text{Cu}(\text{SiO}_3) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, que pertenece a la subclase de los ciclosilicatos. Este mineral cristaliza en el sistema trigonal y se presenta en cristales con hábito prismático generalmente corto, rematados por romboedros y trapezoides.

Propiedades físicas: La diopside es un mineral transparente o translúcido de coloración verde esmeralda o verde azulado. Su brillo es vítreo y su fractura es concoidea, con exfoliación perfecta. Tiene una dureza de 5 en la escala de Mohs y un peso específico entre 3,28 y 3,35 g/cm^3 .

Origen y presencia en rocas: Es un mineral secundario que se forma en la zona de oxidación de los yacimientos de cobre. Allí, es común encontrarla asociada a agregados de cristales de calcita, y con menos frecuencia a plancheíta, dolomita y cuarzo.

Distribución geográfica: Los principales yacimientos de diopside del mundo se ubican en Kazajistán, Rusia, Namibia, República del Congo, Irán, Estados Unidos, Chile y Perú.

Yacimientos en Córdoba: La diopside es un mineral clásico de la provincia de Córdoba, y puede ser encontrado en la cantera Esperanza, en las cercanías del dique Mal Paso de la localidad de Dumesnil (La Calera). Su presencia ha sido reportada también en Potrero de Loza (Río Ceballos) y en una cantera en Malagueño, si bien se desconoce la localización precisa de estas dos últimas.

Usos comerciales: La belleza que caracteriza a los cristales de diopside la tornan un mineral apreciado por los coleccionistas. A pesar de esto, no es un mineral comúnmente utilizado en gemología por su baja dureza y exfoliación perfecta, que la vuelven frágil.

¿Dónde encontrarla?: La diopside se exhibe en el Museo Provincial de Ciencias Naturales “Dr. Arturo Umberto Illía” y en el Museo de Mineralogía y Geología “Dr. A. Stelzner” de la FCEFyN, UNC, ¡pero también la podés ver naturalmente en las sierras cordobesas!

FICHA PALEONTOLÓGICA

EURIPTÉRIDOS: *Megarachne servinei* Hünicken, 1980



FOTO: cortesía de Ivana Tapia

Características generales: *Megarachne servinei* es un euripterido (Eurypterida, del griego, “ala ancha”), un orden de artrópodos extintos (parientes del cangrejo herradura, e incluidos en el gran grupo de arañas y escorpiones) que habitaron los ambientes acuáticos de todo el mundo, tanto marinos como dulceacuícolas durante la Era Paleozoica. Su cuerpo está dividido en dos grandes regiones: una región anterior o prosoma con seis pares de apéndices (el primero son pinzas, el último paletas nadadoras y los demás patas); y una región posterior u opistosoma que se subdivide en mesosoma y metasoma, conformado por segmentos articulares y un telson o apéndice caudal. Tenían tamaños muy variados, desde unos pocos centímetros hasta casi los 2,5 metros de largo. Comúnmente se los conoce como “escorpiones de mar”, ya que su parte posterior es estrecha y se asemeja a la de los escorpiones terrestres actuales. Fueron muy diversos durante el Paleozoico Medio, registrándose alrededor de 250 especies a nivel global.

Periodo: *Megarachne servinei* vivió durante el Carbonífero Superior, hace aproximadamente 300 millones de años.

Distribución geográfica: Se hallan fósiles de euripteridos principalmente en Norteamérica y Europa, aunque se registran en todo el mundo. En particular, *Megarachne servinei* se encontró en la Formación Bajo de Véliz, ubicada dentro del parque homónimo, al noreste de la provincia de San Luis, en nuestro país.

Hábitat y modo de vida: Su hábitat se interpreta como un ambiente de agua dulce, tanto en ríos como lagunas. Junto con *Megarachne servinei* se encontraron numerosos restos fósiles de vegetales con excelente estado de preservación (hojas, tallos, fructificaciones y semillas), además de fósiles de insectos y verdaderos arácnidos.

Fue un depredador y nadador activo, aproximadamente alcanzando los 70 cm de largo y un peso de 1,5 kg. Su dieta consistía principalmente en vertebrados pequeños como reptiles, peces y anfibios.

Observaciones: Curiosamente, originalmente se describió y reconstruyó como una araña gigante similar a una tarántula (de ahí que su nombre proviene del griego y significa “araña gigante”), por la forma de su parte posterior como un “abdomen moderadamente piloso”. Esto se debió a que el primer ejemplar encontrado, tenía gran parte de los segmentos posteriores y el telson plegados por debajo del abdomen y los apéndices y no se veía.

¿Dónde encontrarlo? el ejemplar original (holotipo) se encuentra alojado en el Museo de Paleontología de la Universidad Nacional de Córdoba. En Argentina, se exhiben réplicas en este mismo museo, así como también en el Museo Provincial de Ciencias Naturales Dr. Arturo Umberto Illía (Córdoba Capital) y en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata.

AGUA SUBTERRÁNEA

Un tesoro escondido en peligro

La contaminación por herbicidas es un problema ambiental que puede afectar al agua superficial y subterránea, por lo que es de vital importancia analizar la presencia y concentración de estos agroquímicos en zonas hidrogeológicas diferentes, para identificar las características del sistema natural y de las actividades humanas que favorezcan o limiten la llegada de los mismos a los acuíferos. Hallar herbicidas en el agua subterránea significa que su aplicación durante décadas ha superado su potencial de degradación en el suelo, lo que aumenta la probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas, principalmente en zonas de mayor vulnerabilidad natural.



El que busca encuentra

El agua subterránea constituye el 94 % del agua dulce líquida del planeta y es un recurso muy relevante para abastecer todas las actividades humanas. Además, cumple múltiples funciones mientras fluye en la Tierra: participa en la formación de suelos, de yacimientos minerales, modelado del paisaje, enfriamiento del planeta, etc.

El territorio de la provincia de Córdoba tiene dos ambientes geológicos principales muy diferentes, las sierras y la llanura. Esta última, en su mayoría, es un colorido mosaico de diferentes cultivos, con ríos, lagos, humedales y ciudades. Sin embargo, contiene grandes cantidades de agua invisible a nuestros ojos. Pero... ¿dónde están? ¡Se localizan en los **acuíferos**! Un acuífero (coloquialmente llamado “napa”) es la suma de una parte *sólida*, el “esqueleto”,

que puede estar formado por sedimentos (arenas, gravas) o rocas fracturadas y de una parte líquida que llena completamente los huecos o poros de los mismos, que es *el agua*. Para que un sistema se denomine acuífero tiene que cumplir con ciertas condiciones: que ese esqueleto pueda recibir, almacenar y transmitir el agua (es decir que circule), como ocurre en rocas con alto grado de fracturamiento o en sedimentos gruesos (arenas y gravas). Los sistemas acuíferos pueden imaginarse como verdaderas esponjas llenas o saturadas de agua de las que se puede extraer el líquido por diferentes mecanismos de bombeo. Por debajo de la superficie terrestre pueden existir capas acuíferas a diferente profundidad, normalmente separadas unas de otras por rocas o sedimentos impermeables que si bien contienen agua no la transmiten, no pudiendo extraerse de ellas cantidades útiles de agua ya que los poros o fracturas no presentan conexiones.

Los sistemas acuíferos pueden imaginarse como verdaderas esponjas llenas o saturadas de agua de las que se puede extraer el líquido por diferentes mecanismos de bombeo. Por debajo de la superficie terrestre pueden existir capas acuíferas a diferente profundidad, normalmente separadas entre sí por rocas o sedimentos impermeables cuyos poros o fracturas no están conectados

La llanura pampeana de Córdoba es una extensa área conformada por capas de sedimentos de diverso origen, tanto marinos como continentales, que contienen los acuíferos más importantes de la provincia hasta aproximadamente los 500 metros de profundidad. Si se realizara una perforación en la llanura se encontraría primero una zona

“seca” que se denomina Zona No Saturada (ZNS) (en la que los poros contienen fundamentalmente aire) y luego la primera capa acuífera, llamada freática o libre (Figura 1), cuya superficie recibe agua principalmente de las precipitaciones y está sometida a la presión atmosférica. Por debajo del acuífero libre, en general por debajo de los 80-100 metros de profundidad existen capas acuíferas llamadas confinadas, que no están conectadas con la atmósfera y son de gran importancia regional. Ellas alojan aguas más antiguas, suelen contener volúmenes importantes y muy buena calidad. Dependiendo de su ubicación espacial, profundidad y características, pueden usarse para el riego en la actividad agrícola, para ganadería o para consumo humano en zonas con baja calidad natural del acuífero libre. Los sedimentos que separan al acuífero libre de los confinados constituyen capas impermeables, en general de materiales sedimentarios muy finos, como arcillas, o por sedimentos limosos con cementación carbonática, comúnmente denominados tosca.

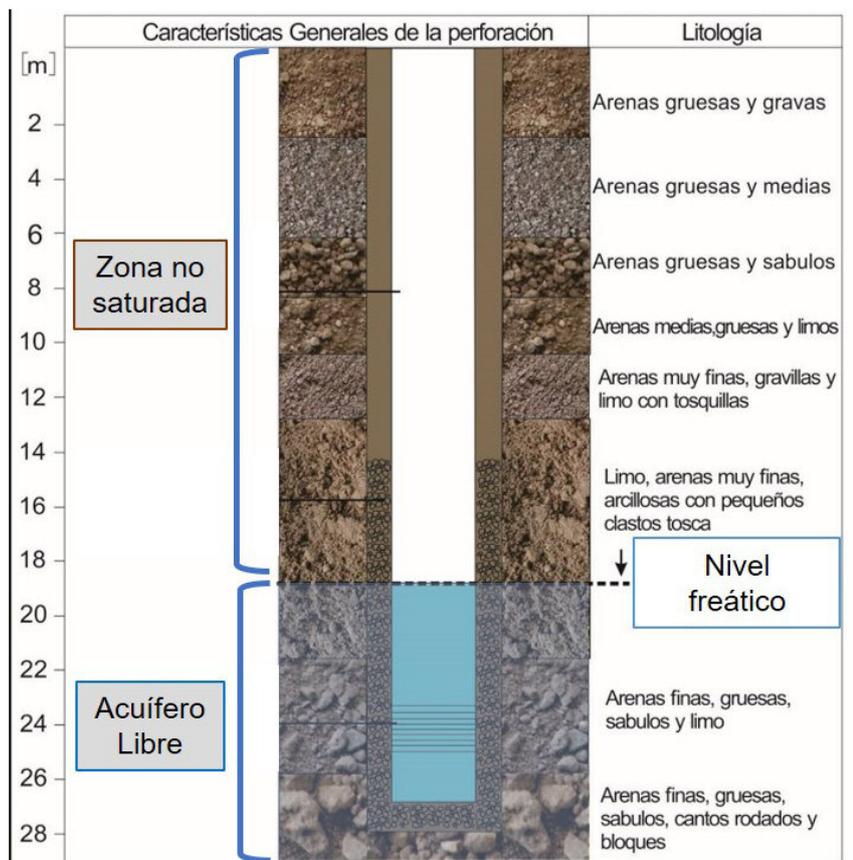


Figura 1. Esquema de una perforación vertical para extraer agua (perforación hidrogeológica) de 28 metros de profundidad realizada en cercanías a la localidad de Tancacha, Córdoba. En el esquema puede verse la zona no saturada (ZNS) y la saturada (acuífero libre) y los materiales predominantes que son sedimentos muy gruesos, como sábulos, arenas gruesas y gravas. Existen también capas de limos y arenas muy finas en profundidad. El nivel freático fue medido en este sitio a los 19 metros.

De estos dos tipos de acuíferos, el libre es el más expuesto y vulnerable a la contaminación ya que, si bien a diferente profundidad, se encuentra directamente debajo de los suelos cultivados, por lo que pueden alcanzarlo diferentes compuestos químicos que pueden degradarlo. Esto se debe a que luego de la infiltración del agua de lluvia desde la superficie, ésta incorpora contaminantes del suelo y sigue su lento viaje por gravedad percolando hasta llegar al acuífero en el que se trasladan lentamente a diferentes distancias, hasta que se degradan de distintas formas o se diluyen en el flujo de agua. Por ende, encontrar acuíferos que posean buena calidad de agua para los fines que se requieran (consumo humano, riego agrícola o ganadería) es de vital importancia para los grupos humanos.

Cosecharás lo que siembras

La agricultura y la ganadería son las principales actividades desarrolladas en la provincia de Córdoba y los acuíferos son el recurso de agua principal para ellas. La agricultura produce un tipo de contaminación más difusa (no está concentrada en un punto), ya que se desarrolla en

áreas extensas, a diferencia de la ganadería (especialmente los feedlots) que genera, en sitios muy puntuales, un tipo de contaminación más concentrada, con alta carga contaminante en un sitio

El sistema agrícola actual se basa en el uso generalizado de semillas genéticamente modificadas para ser resistentes a herbicidas, y a la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes. El cultivo predominante por excelencia y con el que comenzó el sistema de siembra directa y la gran expansión agrícola en Argentina es la soja RR resistente a glifosato, que es un ingrediente activo de una gran variedad de herbicidas usados para controlar el crecimiento de malezas de hoja ancha y gramíneas. Este sistema fue acompañado por una notable expansión de la frontera agrícola y un incremento del área sembrada con soja en Argentina, pasando de 960 hectáreas en los años 60, hasta 16 millones en 2020 según las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, FAO. En la provincia de Córdoba la soja es el cultivo dominante, con más del 66% del total. En este contexto, lo que ha ocurrido es que gradualmente se fueron incrementando las áreas con acuíferos contaminados por la llegada

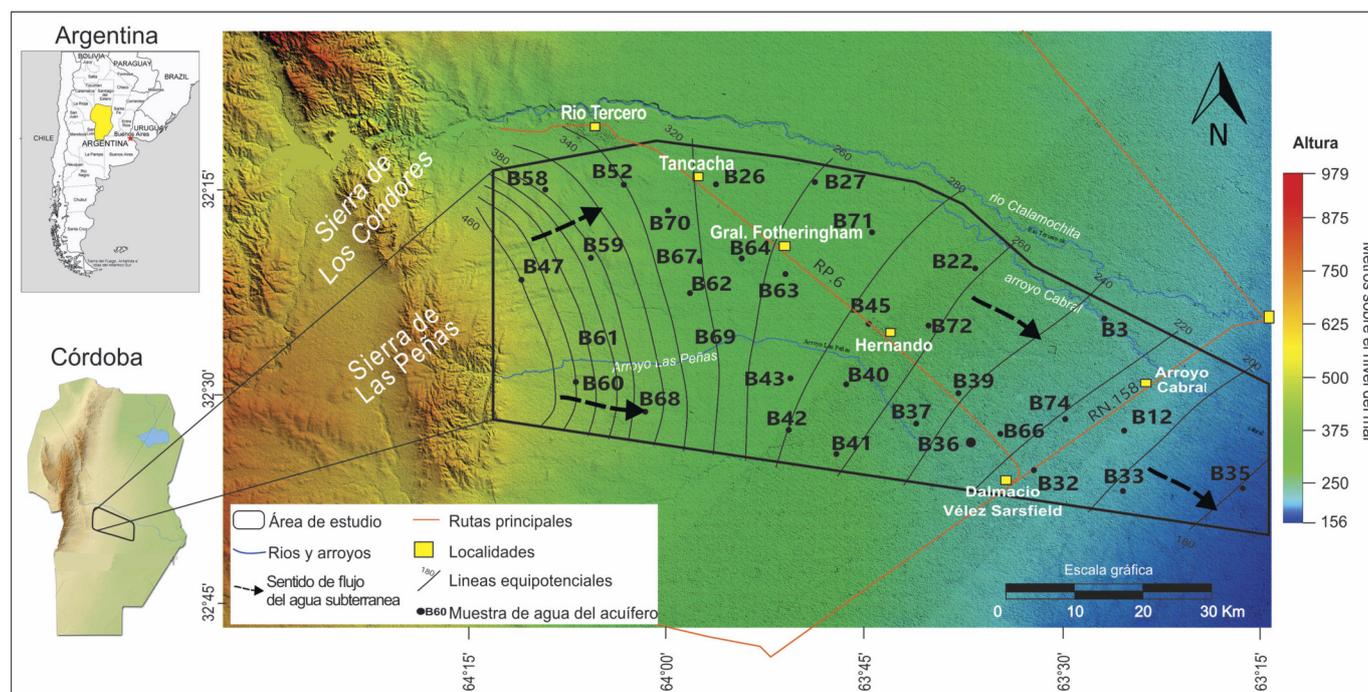


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio, donde se observa el relieve en diferentes colores según su altitud con respecto al nivel del mar. Las flechas indican el sentido de flujo del agua subterránea y los círculos negros la localización de las muestras de agua del acuífero libre, tomadas para analizar herbicidas.

de fertilizantes y plaguicidas. El uso y abuso de glifosato reviste una gran repercusión social, existiendo países donde su uso incluso ha sido prohibido (Francia, Bélgica, Italia, República Checa, Dinamarca, Portugal y los Países Bajos, entre otros) por su posible efecto cancerígeno.

Las diferencias hacen la diferencia

En la llanura oriental de la Sierra de Las Peñas (la sección más austral de las Sierra Chicas de Córdoba, Figura 2) estudiamos las características del sistema natural y los diferentes aspectos del sistema de labranza y uso de agroquímicos que afectan la llegada de contaminantes al acuífero libre. También analizamos si existen diferencias con respecto a las aguas superficiales, que están más expuestas a la contaminación.

En el área de estudio pudimos definir zonas con importantes diferencias geológicas (sedimentos, relieve, etc). Todos estos factores en diferente grado condicionan la composición geoquímica natural del agua, la cantidad de agua que infiltra alimentando al acuífero y también el transporte de contaminantes a las aguas subterráneas (Figura 3).

Uno de los principales factores que define la llegada de los contaminantes al acuífero libre es la profundidad del nivel freático o nivel superior del acuífero (Figura 3): ¡¡mientras más profundo es el nivel freático, mejor!!... ya que existe por encima una protección natural que es la zona no saturada, donde los contaminantes pueden degradarse por diversos procesos (adhesión a partículas del terreno, oxidación, ruptura de la molécula por acción del agua, etc). En sitios donde el nivel de agua está cercano a la superficie, los contaminantes llegan más fácilmente al acuífero, ya que no alcanzan a degradarse, pudiendo afectar el agua subterránea.

La profundidad del nivel freático es uno de los principales factores que define la llegada de los contaminantes al acuífero libre; ¡mientras más profundo, mejor! ya que existe por encima, una protección natural donde los contaminantes pueden degradarse. En sitios donde el nivel de agua está cercano a la superficie, los contaminantes llegan más fácilmente al acuífero pudiendo afectar el agua subterránea

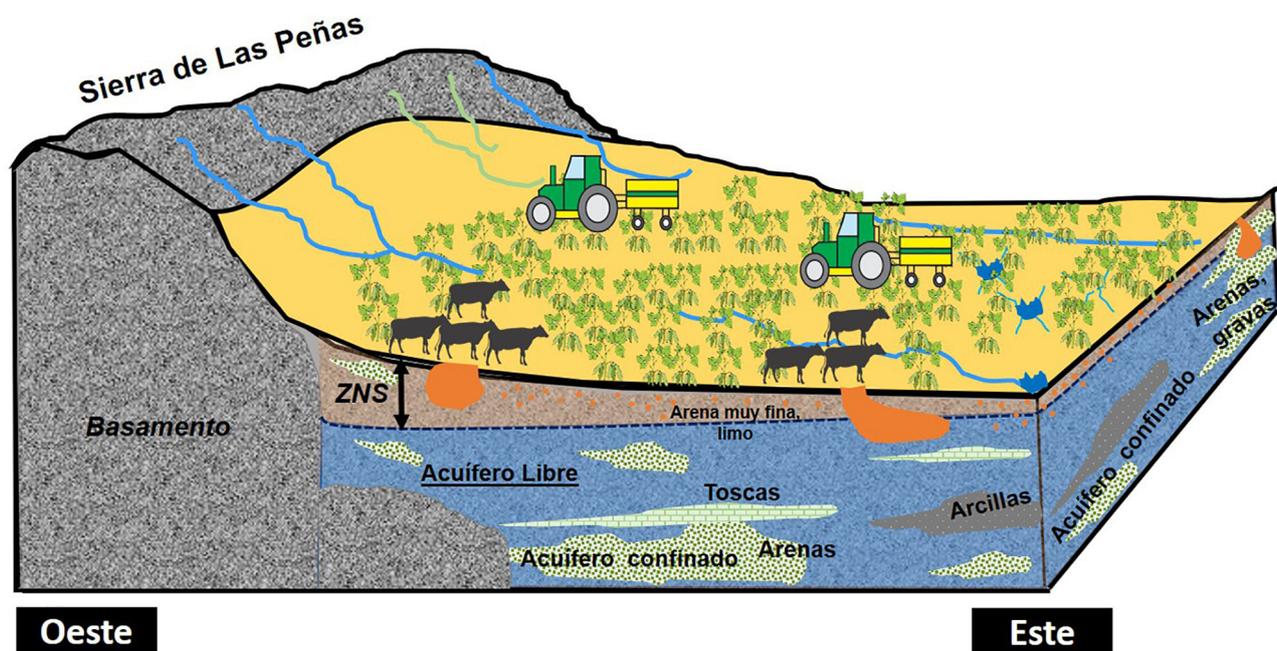


Figura 3. Reconstrucción de la zona analizada. Se observa la gran diferencia de espesor de la Zona No Saturada: mucho mayor cerca de las sierras de Las Peñas y menor hacia la llanura, en cercanías de Dalmacio Vélez Sarsfield. Las áreas de color naranja representan contaminación puntual (por ganadería concentrada) que alcanzan al acuífero libre donde éste está cerca de la superficie. Los puntos naranja más pequeños representan contaminación difusa (por herbicidas) que alcanza al agua subterránea en la llanura oriental, pero no así donde el nivel freático es muy profundo.

Otro factor de gran importancia es el tipo de material geológico que conforma la zona no saturada, fundamentalmente el tamaño de grano de los sedimentos, siendo mayor la infiltración en zonas donde existen arenas gruesas y gravas y menor si los sedimentos tienen granos más pequeños, como arenas muy finas y limos. Es decir, si los sedimentos son más finos, los contaminantes tardarán más en llegar a los acuíferos. Este factor es muy importante también en el propio acuífero ya que regula, junto a otros, la velocidad del agua subterránea, una variable muy importante para entender escenarios de contaminación. El agua subterránea, a diferencia de los ríos y arroyos, fluye muy lentamente. Las velocidades calculadas en esta zona fueron entre 4 y 20 centímetros por día. En los acuíferos con “esqueleto” de sedimentos gruesos la velocidad del agua es mayor, lo cual ayuda a diluir los contaminantes más rápidamente (disminuyendo su concentración). En cambio, en acuíferos con sedimentos muy finos (arenas muy finas /limos) la capacidad de dilución, por dispersión hidrodinámica es menor, por lo que el contaminante puede permanecer más tiempo en alta concentración en el agua subterránea.

Como resultados, hallamos un bajo porcentaje (15%),

de muestras de agua subterránea con herbicidas en la época de primavera, pero para el caso de aguas superficiales este porcentaje fue superior (66%) y en concentraciones mayores, sobre todo en lagunas y en canales de drenaje que poseen muy baja velocidad de flujo en áreas llanas o deprimidas. En los arroyos encontramos menor concentración de herbicidas, debido a que la corriente de agua posee más poder de dilución por la mayor velocidad de flujo, especialmente en las épocas de precipitaciones más abundantes (Figuras 4 y 5).

Llueve sobre mojado

En Córdoba tenemos una estacionalidad muy marcada: Casi el 80 % de las lluvias se concentra en los meses de noviembre a marzo, por lo que los excesos de agua se dan en verano, primavera y otoño, mientras que los déficit hídricos predominan en invierno. Por ello, fue de interés estudiar si había diferencias entre las concentraciones de herbicidas en el agua subterránea en las épocas de primavera y la época invernal. Aquí también sumamos el análisis de Atrazina (un herbicida ampliamente usado en Córdoba) y AMPA, que es el componente de degradación del glifosato. Pudimos

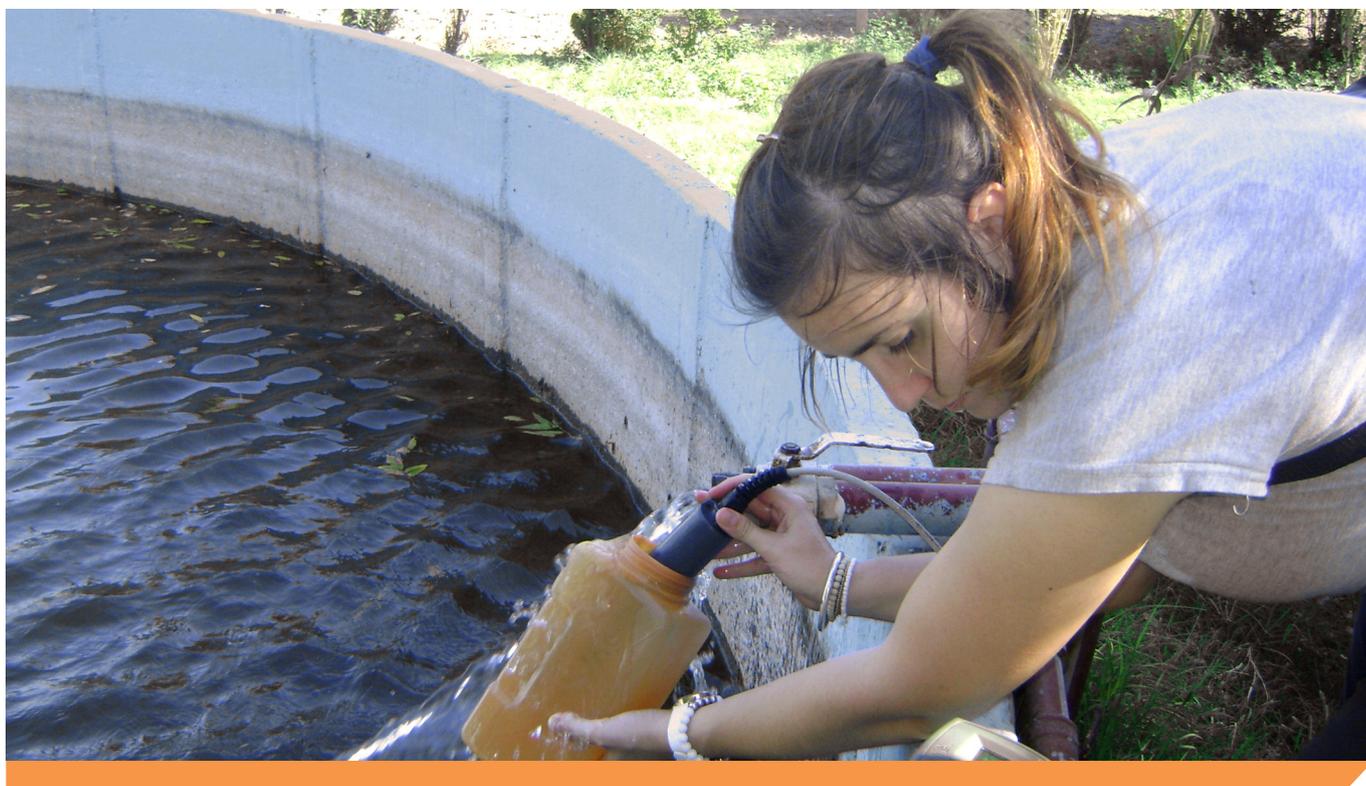


Figura 4. Medición de la calidad de agua de una perforación. En cada perforación que capta agua del acuífero, se realiza la medición in situ (en el lugar) de parámetros físico-químicos del agua subterránea, como temperatura, pH, oxígeno disuelto y sales disueltas totales, con una sonda multiparamétrica. Luego se realiza la toma de muestras para análisis físico-químico y en frascos especiales (vidrio o polietileno) para los distintos herbicidas analizados.

observar que en la época de mayores precipitaciones, coincidente con la época de pulverización de agroquímicos, los porcentajes y la concentración de herbicidas en el agua subterránea eran mayores que en la época invernal.

Estudios más específicos utilizando modelación numérica nos brindaron información sobre el movimiento de plaguicidas hacia el acuífero, mostrando que se transportan con el flujo de agua, por microporos y muy rápidamente, por macroporos como huecos producidos por raíces o lombrices, estructura del suelo, etc. Existen otros sectores de la provincia de Córdoba, donde el mismo grupo de investigación ha encontrado más de 20 plaguicidas en el acuífero libre, e incluso trazas de algunos de ellos en un acuífero semiconfinado a 120 metros de profundidad.

¿Hay mal que dure cien años?

Es clave entonces la necesidad de promover la sustentabilidad del uso y manejo del recurso hídrico, incorporando el análisis de contaminantes para observar el grado de impacto en los acuíferos, lo que ayuda a definir patrones o características naturales o por actividad humana que aumenten o disminuyan el peligro de contaminación y diversos riesgos para las personas.

Los escenarios de contaminación son muy complejos y precisan del análisis de múltiples variables. En nuestro estudio se observó que los valores de herbicidas son bajos, pero efectivamente han llegado al acuífero libre y en él circulan. Por un lado, identificamos algunos condicionantes naturales tales como la profundidad de nivel freático, la litología de la zona no saturada y del acuífero, la velocidad del agua subterránea y factores climáticos. Por otro reconocimos que las variables dependientes de la actividad humana que más influyen fueron: la época de aplicación, las concentraciones de los compuestos utilizadas y los días de pulverización.

¿Cómo podemos proteger al recurso hídrico? Estableciendo áreas protegidas para la biodiversidad, y los cursos de agua; Respetando las zonas mínimas de seguridad para las pulverizaciones y con distancia adecuada a las áreas pobladas; Realizar controles más estrictos, promover la disminución del uso de agroquímicos e incluso restringir el uso de herbicidas con probada toxicidad.



Figura 5. Muestreo de atrazina (variedad de herbicida) en una laguna poco profunda, en frasco de vidrio color caramelo. Se colecta agua para realizar también análisis físico-químicos.

Hallar herbicidas en el agua subterránea implica que la aplicación durante décadas bajo el modelo agrícola imperante ha superado el potencial de degradación del suelo y la zona no saturada, lo que aumenta la probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas, principalmente en zonas de mayor vulnerabilidad natural.

Ya es posible, en función de datos hallados por muchos investigadores, dejar de hablar de peligro (probabilidad de

que lleguen los contaminantes) sino de agua que ya ha sido impactada por la contaminación. ¿Cómo podemos proteger al recurso hídrico?: Estableciendo áreas protegidas para la biodiversidad, y los cursos de agua; Respetando las zonas mínimas de seguridad para las pulverizaciones y con distancia adecuada a las áreas pobladas; Realizar controles más estrictos, promover la disminución del uso de agroquímicos e incluso restringir el uso de herbicidas con probada toxicidad.



Verónica Lutri,
Dra. en Ciencias Geológicas, Becaria posdoctoral de CONICET, Docente en la FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto



Mónica Blarasin,
Dra. en Ciencias Geológicas, Docente en la FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto



Edel Matteoda,
Dra. en Ciencias Geológicas, Docente en la FCEFQyN, Universidad Nacional de Río Cuarto

Glosario

Contaminante: Es toda sustancia introducida al sistema natural por la actividad humana, cuya presencia pueda tener efectos nocivos o que impliquen molestia grave o riesgo para la salud de las personas o peligro para el ambiente en su conjunto.

Siembra directa: Es parte de un sistema de producción de granos con la implantación del cultivo sin labranza de suelo y con una cobertura permanente del suelo con residuos de cosecha.

Litología: Tipos de rocas y sedimentos (tamaño de grano, composición química, textura, composición mineralógica).

Degradación de un contaminante: Procesos que disminuyen las concentraciones de los contaminantes, puede ser ocasionada por bacterias y otros microorganismos y por diferentes procesos de degradación química (oxidación, reducción, deshidrohalogenación, hidrólisis) o por la exposición a la luz solar (degradación fotoquímica).

Dispersión hidrodinámica: Es el mecanismo por el cual se producen fenómenos de mezcla de agua contaminada con agua limpia generando dilución del soluto/contaminante al moverse en el medio poroso, disminuyendo su concentración.

Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

PAGINA WEB del grupo de geohidrología UNRC: <https://geohidrounc.blogspot.com.ar/>

Agua subterránea y ambiente. Programa de divulgación científica para la enseñanza de las ciencias Cordobensis. Mónica Blarasin y Adriana Cabrera. 1a ed. Agencia Córdoba Ciencia, 2005.

https://drive.google.com/file/d/0B6VhLNEa7OwgcjIwVfbkc4ckk/view?resourcekey=0-1Xz0FAwzd_Zz3mX_YMJQAw

Video de divulgación: "Aguas subterráneas en Córdoba". Micro-Ciencia. Centro de Producción e Innovación en Comunicación de la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Nacional de Córdoba. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba. <https://youtu.be/soh5sQ6bZDo>

Aparicio V., E. De Gerónimo, K. Hernández Guijarro, D. Pérez, R. Portocarrero y C. Vidal. 2015. "Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente". Ediciones INTA. 73 p. ISBN 978-987-521-665-5

AGUA VIRTUAL

¿CUÁNTOS LITROS CONSUMIMOS SIN SABER?

Por Beatriz Waisfeld y Gisela Morán

En nuestro día a día somos conscientes del agua que empleamos en múltiples actividades: bañarnos, lavar los platos, cocinar, regar. Sabemos que no debemos derrochar, que su consumo debe ser responsable y que conservarla y protegerla es clave para el futuro del planeta.

Pero también, a diario, consumimos muchos litros de agua sin tener realmente conciencia de ello. Porque no la vemos, porque está 'escondida' en la mayoría de los productos que usamos. Se la conoce como agua virtual y representa el volumen de agua dulce que se usa en las diferentes etapas del proceso de fabricación de, por ejemplo, alimentos o ropa.

¡La cantidad de agua que se emplea en la cadena de producción de algunos bienes y servicios es sorprendente! Mirando la figura podemos hacernos una idea.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que una persona necesita usar entre 2 a 5 litros de agua por día, pero se requieren entre 2.000 y 5000 litros para elaborar su comida diaria.

Por esta razón, ¡tomar conciencia del consumo de agua virtual es muy importante!

¿Podemos contribuir al uso responsable del agua virtual?

Si, en parte. ¿Cómo? Modificando hábitos alimenticios, no desperdiciando alimentos y eligiendo aquéllos que requieran menor cantidad de agua en su elaboración. Lo mismo para el caso de la ropa, repensando nuestros patrones de consumo, reciclando o reutilizando. Todas son maneras de hacer un uso sustentable del agua virtual.

¡Pero la responsabilidad individual no alcanza!

En el mundo el 70% del consumo de agua dulce se utiliza en actividades agropecuarias. Argentina, por ejemplo, es un país que exporta cereales (como soja y trigo), carne y sus derivados, todos productos de fuerte demanda hídrica. En otras palabras, al exportar productos agrícola-ganaderos exportamos también grandes volúmenes de agua empleados para producirlos. A su vez,

los países que importan estos productos ahorran su propia agua, destinándola para otros fines.

En la mayoría de los países el empleo de agua virtual para producir alimentos representa, por lejos, la principal fuente de consumo. El volumen real de agua que utiliza un país es su huella hídrica, que equivale a sumar el consumo doméstico y el de los bienes que se exportan, restando el de aquéllos que se importan. En Argentina, la producción agroindustrial representa el 94% de la huella hídrica nacional. Por todo esto, los conceptos de agua virtual y de huella hídrica son estratégicos para la gestión, planificación y manejo de este bien común.

Entonces, además de las acciones individuales ¿podemos hacer algo más?

Si, debemos exigir políticas públicas y una legislación que asegure la protección del agua a través del uso eficiente y sustentable en los procesos de producción.

Éste es un desafío urgente para mitigar una crisis cuyas consecuencias, en definitiva, vulneran el derecho a la vida.

Tomado de:

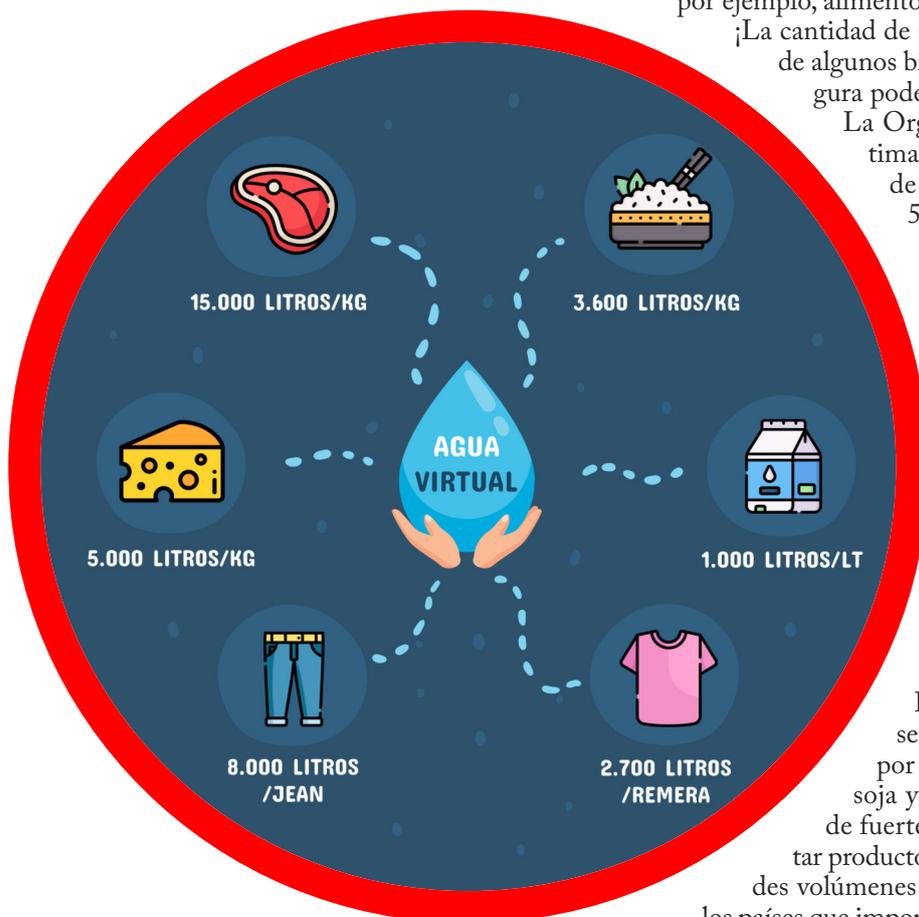
<https://aida-americas.org/es/blog/agua-virtual-lo-que-no-vemos>

<https://www.telam.com.ar/notas/202103/548168-que-es-agua-virtual-huella-hidrica.html>

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cicterranea/article/view/32029>

¿Querés conocer tu huella hídrica individual? ¡Entrá a este enlace!

<https://www.fundacionaquae.org/calculadoras-aquae/calculadora-huella-hidrica/>





CICTERRÁNEA
- Revista de Comunicación de las Ciencias de la Tierra -

Nuestro planeta es un sistema dinámico sorprendente. Desentrañar su pasado, entender los procesos actuales y predecir qué podría suceder en el futuro son algunos de los grandes desafíos de las Ciencias de la Tierra. Numerosos fenómenos que ocurren en el planeta tienen una influencia directa en nuestra vida cotidiana. Hoy la sociedad es testigo de controvertidos debates acerca de los cuales las Ciencias de la Tierra tienen mucho que decir. Es nuestra intención ofrecer al lector elementos que contribuyan a reflexionar y forjar una opinión sobre estos temas. Además, comprender cómo funciona este complejo planeta es, simplemente, un placer que esperamos poder transmitir a través de estas páginas.

Ediciones anteriores:



<https://cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/>
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cicterranea>

Seguinos en:

