

Ciencia Digna

Revista de la UCCSNAL
América Latina, junio 2025
Vol. 5 Nro. 1
ISSN 2684-0251



UCCSNAL

UNIÓN DE CIENTÍFICOS COMPROMETIDOS CON LA SOCIEDAD
Y LA NATURALEZA DE AMÉRICA LATINA



UNIÓN DE CIENTÍFICOS COMPROMETIDOS CON LA SOCIEDAD Y LA NATURALEZA DE AMÉRICA LATINA

REVISTA CIENCIA DIGNA

ISSN 2684-0251

VOLUMEN 5 NÚMERO 1

VOLUME 5 NUMBER 1

COORDINADORA DEL VOLUMEN

VOLUME COORDINATOR

Suárez, María Eugenia (Argentina)

COMITÉ EDITORIAL

EDITORIAL COMMITTEE

Frank, Fernando (Argentina)

González Ortega, Emmanuel (México)

Martínez Debat, Claudio (Uruguay)

CONSEJO EDITORIAL

EDITORIAL BOARD

Integrantes de la UCCSNAL

<https://uccsnal.org/somos/>

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

DESIGN AND LAYOUT

García Gómez, Manuel Lautaro (Argentina)

Gesteira, Daniela Ailén (Argentina)

DISEÑO DE TAPA

COVER DESIGN

Kepl, Gabriel (Argentina)

CORRECCIÓN DE TEXTOS

PROOFREADING

Suárez, María Eugenia (Argentina)

Herrera Cano, Anahí Naymé (Argentina)

EVALUADORES

REVIEWERS

Aiassa, Delia (Argentina)

Arnulphi, Cristina (Argentina)

Barlocchi, Ignacio (Uruguay)

Brack, Paulo (Brasil)

Calle, Kléver (Ecuador)

España, Valeria (Uruguay)

Espinosa, Alejandro (México)

Fernández, Facundo (Argentina)

Folguera, Guillermo (Argentina)

García González, Jaime (Costa Rica)

Gómez, Cintia (Argentina)

Hernández, Julián (Argentina)

Kepl, Gabriel (Argentina)

Lener, Germán (Argentina)

Martínez Gutiérrez, Aaron (México)

Melgarejo, Leonardo (Brasil)

Meza, Flor de María (Uruguay)

Núñez Alba, Jorge (México)

Pomar, Anabel (Argentina)

Quizhpe, Arturo (México)

Ribeiro, Silvia (México)

Rossi, Leonardo (Argentina)

Sarandón, Santiago (Argentina)

Schenk, Adriana (Argentina)

Sciandro, José (Uruguay)

Souza Casadinho, Javier (Argentina)

Tomasini, Eugenia (Argentina)

Verzeñassi, Damián (Argentina)

Yáñez, Ivonne (Ecuador)

EDITORIAL / EDITORIAL

006 Emmanuel González Ortega, Fernando Frank, Claudio Martínez Debat y María Eugenia Suárez

008 Emmanuel González Ortega, Fernando Frank, Claudio Martínez Debat y María Eugenia Suárez

Traducción al portugués: Leonardo Melgarejo

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES

011 **Agrotóxicos y bandas de clasificación toxicológicas ¿indicadores de peligrosidad o sistema que invisibiliza el riesgo?**
Agrotoxic and toxicological classification bands ¿danger indicators or system that makes risk invisible?

Daniela García y Pamela García Hatrick

ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLES

026 **Presencia de plaguicidas de uso agropecuario fuera del objetivo: aire, suelo y agua**
Off-target presence of agricultural pesticides: air, soil and water

Guillermo Hough

ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN / REFLECTION ARTICLES

044 **Energía nuclear: peligro, contaminación y ocultamiento en un dilema profundamente ético**
Nuclear energy: danger, contamination, and concealment in a deeply ethical dilemma

Silvana Buján y Cristian Basualdo

055 **Los enunciados normativos, la ciencia social y el derecho a investigar el medio ambiente. El caso del Ministerio de Ambiente en Uruguay.**
Normative statements, social science and the right to investigate the environment. The case of the Ministry of Environment in Uruguay.

Ignacio Barlocci Mariño

RESISTENCIAS Y EXISTENCIAS COMUNITARIAS / COMMUNITY RESISTANCES AND EXPERIENCES

067 **Hidrógeno Verde en Uruguay: acciones transdisciplinarias para dar voz a comunidades excluidas**
Green Hydrogen in Uruguay: transdisciplinary actions to give voice to excluded communities

Mariana Achugar, Irene Balado,

Carlos Santos, Daniel Pena, Roldolfo Franco, Ana María Barbosa, Carlos Machado, Francesca Repetto, Gabriel Giordano, Matías Asconeguy Raco, Eugenia Riaño, Antonio Rey, Reto Bertoni, Pablo Díaz, Marta Chiappe, Ana Lía Ciganda, Daniela Guerra y Claudio Martínez Debat

087 **Damián Marino: la ciencia como herramienta de cambio, de justicia y resistencia**

Marianella Irigoyen

089 **Semblanza de Claudio René Lowy**

Graciela Canziani

RESEÑAS DE JORNADAS
CIENTÍFICAS/ SCIENTIFIC
MEETINGS REVIEWS

078 **Jornadas de Fundamentos y Aplicaciones de la Interdisciplina: el rol de la ciencia en la actual crisis multidimensional**

Meetings on Fundamentals and Applications of Interdiscipline: the role of science in the current multidimensional crisis

Jazmín Ilana Glustein, María Florencia Barbarich, Kevin Poveda Ducón, Micaela Coletta y Federico Holik .

SEMBLANZAS HOMENAJE /
HOMAGES

082 **Carlos Vicente, acompañante incansable de las luchas campesinas y la Ciencia Digna en América Latina**

Elizabeth Bravo

Editorial

Emmanuel González Ortega¹, Fernando Frank², Claudio Martínez Debat³ y María Eugenia Suárez⁴.

Actualmente transitamos la llamada cuarta Revolución Industrial, que está caracterizada por la hipertecnologización de la vida, la deshumanización, el fascismo y racismo manifiestos en genocidios normalizados. El planeta está en colapso ambiental y climático debido al extractivismo, mientras la posverdad llena las pantallas de los dispositivos con “inteligencia” artificial, así las personas se mantienen alienadas de sus comunidades y redes humanas cercanas, como si la sindemia reciente no hubiera sido una sacudida suficientemente fuerte o como si la civilización no estuviera presenciando los ensayos de una nueva guerra mundial.

En estos escenarios, el papel que está realizando la ciencia hegemónica no es inocente, ni neutral, ni inocuo. Hoy, más que siempre, la ciencia hegemónica está subsumida a las lógicas del capitalismo extremo, apuntalando el patriarcado, el militarismo, el imperialismo y el colonialismo a costa de los recursos y la preservación de la vida en el planeta. La ciencia está secuestrada por intereses privados y de la mano de Estados débiles y corruptos, imponiendo agendas, enfoques epistémicos y metodologías que, directa e indirectamente, producen más inequidades y toxicidades en los territorios y en los cuerpos de las personas. En complemento, la atención a las urgencias climáticas, ecológicas, sanitarias y socioeconómicas se han convertido en un lucrativo negocio para las empresas y la élite que es, paradójicamente, la más contaminante y tóxica.

En Occidente, históricamente se ha excluido a las comunidades indígenas y campesinas y sus conocimientos ancestrales de participar en la construcción formal del conocimiento a partir de un diálogo de saberes. Sin embargo, como bien ilustra el caso de las semillas, sus recursos han sido expoliados, privatizados y mercantilizados. Los pueblos y territorios han sido arrasados y se ha impuesto un modelo tecnocientífico productivista e inhumano.

Ante este escenario, es urgente seguir fortaleciendo las ciencias para la vida, orientadas por principios éticos, relacionales y democráticos. Ciencias que antepongan el diálogo de saberes de manera transdisciplinaria; que integren activamente las miradas del Sur, los movimientos sociales, comunidades, organizaciones territoriales y populares; que denuncien e interpelen a las jerarquías epistémicas excluyentes y sus actividades nocivas.

En este quinto volumen de la Revista Ciencia Digna, hacemos un cariñoso y sentido homenaje a nuestros compañeros Carlos Vicente, Damián Marino y Claudio Löwy, que dejan una honda huella en nuestra UCCSNAL y, sobre todo, en las personas y en los territorios en los que activa y cotidianamente participaban y acompañaban, así como lo supo hacer en su momento nuestro gran referente Andrés Carrasco. Los ecos de sus voces siguen resonando en todas y todos, recordando su compromiso, congruencia y sentido humano.

Además, esta nueva edición de la Revista presenta textos que describen, reflexionan y/o analizan distintos procesos, hechos, eventos y/o experiencias en regiones del sur del continente que, en algunos casos, tienen mayor alcance.

Como “artículo de investigación”, la contribución de Daniela García y Pamela García Hatrick pone a discusión la pertinencia del sistema de bandas de color toxicológicas, que tipifica los agrotóxicos empleados en la agricultura de acuerdo a su toxicidad, como herramienta de comunicación efectiva para el resguardo de la salud de los usuarios de productos agroquímicos. Mediante investigación acción participativa analizaron y contrastaron los efectos agu-

¹ Investigador por México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Secretaria Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), México. Integrante de UCCSNAL. ewwaunel@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo. Docente en Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Integrante de UCCSNAL y Red CALISAS. fernando.frank80@gmail.com

³ Docente Libre, Facultad de Ciencias, Núcleo Interdisciplinario Justicia Ambiental, Universidad de la República, Uruguay. Integrante de UCCSNAL. clau@fcien.edu.uy

⁴ Etnobióloga. Grupo de Etnobiología, Instituto de Micología y Botánica (UBA-CONICET) y DBBE, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Integrante de UCCSNAL, Alianza Wichí y Red CALISAS. eugesuarez78@gmail.com

dos y crónicos a la salud generados por su uso y las percepciones locales de riesgo en una zona hortícola del sur de la región metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Los resultados indican que el sistema de bandas oculta muchos efectos sobre la salud, por lo que urge una revisión sobre este sistema para no profundizar el detrimento de la salud de la población.

Guillermo Hough presenta un “artículo de revisión” de la bibliografía de investigaciones realizadas en Argentina sobre la presencia de plaguicidas de uso agropecuario (en estado gaseoso, líquido o como aerosoles), complementada con información de investigaciones realizadas en otras regiones. Los datos revisados evidencian que las concentraciones de plaguicidas agropecuarios superan los límites permitidos en la Unión Europea, lo cual implica una diferenciación en la exposición y eventuales daños a la salud de la población y el ambiente directamente expuestos, así como para los consumidores de los productos agroindustriales rociados con los agroquímicos.

Dos trabajos conforman la sección “artículos de reflexión”. En el primero, Silvana Buján y Cristian Basualdo comparten una reflexión sobre las implicancias del uso de la energía nuclear para la producción de energía y la narrativa que impuesta desde hace 70 años: energía sostenible, limpia, económica, inocua y como posibilidad para la mitigación del cambio climático. El texto trae a la actualidad comentarios sobre las maneras en que las actividades civiles, tales como la educación o la investigación científica pública, encubren la actividad y financiamiento militar justificando el uso de la energía nuclear para fines pacíficos. El texto comenta “accidentes” nucleares como los de Chernóbil y Fukushima y las implicaciones éticas, ecológicas y de salud para las generaciones actuales y futuras. En el segundo trabajo de esta sección, Ignacio Barlocci discute la definición normativa de “laboratorio ambiental” que dio el Ministerio de Ambiente de Uruguay en 2023, advirtiendo que la misma excluye a espacios de investigación vinculados a las ciencias sociales que pueden contribuir con información relevante y necesaria sobre el ambiente.

En la sección “Resistencias y experiencias comunitarias”, el artículo de Mariana Achugar y colaboradores describe y reflexiona sobre la experiencia organizativa, de resistencia y de acompañamiento a la comunidad del Departamento de Tacuarembó, en el noreste uruguayo, ante la producción de “hidrógeno verde” en el “Proyecto Tambor”, como referencia de entendimiento, diálogo horizontal, apoyo mutuo y trabajo universitario interdisciplinario enfocado a generar información relevante para la comunidad y las consecuentes acciones para defender y cuidar el territorio ante los proyectos contaminantes.

Por último, el volumen incluye una “Reseña de Jornada Científica”, en la que Jazmín Ilana Glustein y colaboradores/as presentan lo que fue la V edición de las Jornadas de Fundamentos y Aplicaciones de la Interdisciplina (JFAI), realizadas en la Universidad de Buenos Aires en abril de 2024. Las JFAI se organizaron en 7 ejes temáticos (1) Producción de conocimiento científico y transdisciplina; (2) Cognición, comportamiento y emociones desde una perspectiva integral; (3) ¿Ciencia para qué y para quién? Producción de conocimiento científico en América Latina; (4) Feminismos y conocimiento científico; (5) Naturaleza, conflictos socioterritoriales y problemáticas socioambientales; (6) Salud pública desde la perspectiva multi, inter y transdisciplinaria; (7) Academia y pueblos originarios: desafíos políticos, sociales y onto-epistemológicos. De manera relevante, como parte de las Jornadas se realizó el taller “Aportes de la interdisciplina para una cartografía de la crisis”, en el cual sobresalieron las reflexiones referentes a la importancia del reconocimiento como actividad laboral de las personas dedicadas a la ciencia, con los derechos laborales implícitos, así como el reconocimiento y legitimación de las ramas científicas: la ciencia básica, la aplicada, las humanidades y naturales.

Les damos la bienvenida a la lectura de este nuevo volumen de la Revista Ciencia Digna, invitándoles a contribuir con sus trabajos y a difundir esta iniciativa de comunicación participativa que apunta a una Ciencia hecha con y para la salud de los pueblos y el ambiente.

Editorial

Emmanuel González Ortega¹, Fernando Frank², Claudio Martínez Debat³ y María Eugenia Suárez⁴.

Tradução para o português: Leonardo Melgarejo⁵

Atualmente transitamos pela chamada quarta Revolução Industrial, que é caracterizada pela hipertecnologização da vida, desumanização, fascismo e racismo manifestos em genocídios normalizados. O planeta está em colapso ambiental e climático devido ao extrativismo, enquanto a pós-verdade preenche as telas dos dispositivos com “inteligência” artificial, assim as pessoas permanecem alienadas de suas comunidades e redes humanas próximas, como se a sindemia recente não tivesse sido um abalo suficientemente forte ou como se a civilização não estivesse presenciando os ensaios de uma nova guerra mundial.

Nesses cenários, o papel que a ciência hegemônica desempenha não é inocente, nem neutro, nem inócuo. Hoje, mais do que nunca, a ciência hegemônica está submissa às lógicas do capitalismo extremo, sustentando o patriarcado, o militarismo, o imperialismo e o colonialismo, à custa dos recursos e da preservação da vida no planeta. A ciência está sequestrada por interesses privados e, às custas de Estados fracos e corruptos, impondo agendas, enfoques epistemológicos e metodologias que, direta e indiretamente, produzem mais desigualdades e toxicidades nos territórios e nos corpos das pessoas. Em complemento, a atenção às urgências climáticas, ecológicas, sanitárias e socioeconômicas se tornou um negócio lucrativo para as empresas e uma elite que é, paradoxalmente, a mais poluente e tóxica.

No Ocidente, historicamente as comunidades indígenas e camponesas e seus conhecimentos ancestrais têm sido excluídos de participar na construção formal do conhecimento a partir de um diálogo de saberes. No entanto, como bem ilustra o caso das sementes, seus recursos têm sido expoliados, privatizados e mercantilizados, como é o caso das sementes. Os povos e os territórios têm sido devastados e tem-se imposto um modelo tecnocientífico produtivista e imoral. Diante desse cenário, é urgente continuar fortalecendo as ciências para a vida, orientadas por princípios éticos, relacionais e democráticos. Ciências que priorizem o diálogo de saberes de maneira transdisciplinar; que integrem ativamente as perspectivas do Sul, os movimentos sociais, comunidades, organizações territoriais e populares; que denunciem e interpelem as hierarquias epistêmicas excludentes e suas atividades nocivas.

Neste quinto volume da Revista Ciência Digna fazemos uma homenagem carinhosa e sentida a nossos companheiros Carlos Vicente, Damián Marino e Claudio Löwy. Eles deixam uma marca profunda na UCCSNAL e sobretudo nas pessoas e territórios que acompanharam, onde participavam de maneira tão ativa e cotidiana, como soube fazer -em seu tempo- Andrés Carrasco, nossa grande referência. Os ecos de suas vozes continuam ressoando em todas e todos, lembrando seus compromissos, congruência e sentido humano. Além disso, esta nova edição da Revista apresenta textos que descrevem, refletem e/ou analisam diferentes processos, fatos, eventos e/ou experiências em regiões do sul do continente que, em alguns casos, têm maior alcance.

Como “artigo de pesquisa”, a contribuição de Daniela García e Pamela García Hatrick discute a pertinência do sistema de faixas de cores toxicológicas, que tipifica os agrotóxicos utilizados na agricultura de acordo com sua toxicidade, como ferramenta de comunicação eficaz para a proteção da saúde de usuários de produtos agroquímicos. Através da pesquisa-ação participativa, analisaram e contrastaram os efeitos agudos e crônicos à saúde gerados por seu uso, e as percepções locais de risco em uma área hortícola do sul da região metropolitana de Buenos

¹ Investigador por México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Secretaria Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), México. Integrante de UCCSNAL. ewwaunel@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo. Docente en Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Integrante de UCCSNAL y Red CALISAS. fernando.frank80@gmail.com

³ Docente Libre, Facultad de Ciencias, Núcleo Interdisciplinario Justicia Ambiental, Universidad de la República, Uruguay. Integrante de UCCSNAL. clau@fcien.edu.uy

⁴ Etnobióloga. Grupo de Etnobiología, Instituto de Micología y Botánica (UBA-CONICET) y DBBE, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Integrante de UCCSNAL, Alianza Wichí y Red CALISAS. eugesuarez78@gmail.com

⁵ Movimento Ciência Cidadã e do GT Agrotóxicos e Transgênicos da Associação Brasileira de Agroecologia. Membro da UCCSNAL. melgarejo.leonardo@gmail.com

Aires, Argentina. Os resultados indicam que o sistema de faixas oculta muitos dos efeitos sobre a saúde, fazendo-se urgente sua revisão para evitar maiores agravos à população.

Guillermo Hough apresenta um “artigo de revisão” bibliográfica de pesquisas realizadas na Argentina sobre a presença de pesticidas de uso agropecuário (em estado gasoso, líquido ou como aerossóis), complementado com informações de pesquisas conduzidas em outras regiões. Os dados revisados evidenciam que as concentrações de pesticidas agropecuários ultrapassam os limites permitidos na União Europeia, o que implica em diferenciação de exposição e eventuais danos à saúde da população e do meio ambiente diretamente expostos, bem como de consumidores dos produtos agroindustriais pulverizados com aqueles agroquímicos.

Dois trabalhos compõem a seção “artigos de reflexão”. No primeiro, Silvana Buján e Cristian Basualdo compartilham uma reflexão sobre as implicações do uso da energia nuclear para a produção de energia e a narrativa imposta nos últimos 70 anos: energia sustentável, limpa, econômica, inócua e como uma possibilidade para a mitigação das mudanças climáticas. O texto traz para a atualidade comentários sobre as maneiras em que atividades civis, como a educação ou a pesquisa científica pública, justificando o uso da energia nuclear para fins pacíficos, encobrem objetivos e financiamentos voltados ao uso militar. O texto comenta “acidentes” nucleares como os de Chernobyl e Fukushima e suas implicações éticas, ecológicas e de saúde para as gerações atuais e futuras. No segundo trabalho desta seção, Ignacio Barlocchi discute a definição normativa de “laboratório ambiental”. Adotada pelo Ministério do Ambiente do Uruguai em 2023, ela exclui espaços de pesquisa vinculados às ciências sociais, que podem contribuir com informações relevantes e necessárias sobre o ambiente.

Na seção “Resistências e experiências comunitárias”, o artigo de Mariana Achugar e colaboradores descreve a experiência organizacional, de resistência e de acompanhamento à comunidade do Departamento de Tacuarembó, no nordeste uruguaio, envolvendo produção de “hidrogênio verde” no “Projeto Tambor”, como referência de entendimento, diálogo horizontal, apoio mútuo e trabalho universitário interdisciplinar focado na geração de informações relevantes para a comunidade e suas ações em defesa do território, diante de projetos poluidores.

Por último, o volume inclui uma “Avaliação de Jornada Científica”, onde Jazmín Ilana Glustein e colaboradores apresentam a V edição das Jornadas de Fundamentos e Aplicações da Interdisciplina (JFAI). Realizadas na Universidade de Buenos Aires em abril de 2024, as JFAI foram organizadas em 7 eixos temáticos (1) Produção de conhecimento científico e transdisciplinaridade; (2) Cognição, comportamento e emoções sob uma perspectiva integral; (3) Ciência para quê e para quem? Produção de conhecimento científico na América Latina; (4) Feminismos e conhecimento científico; (5) Natureza, conflitos socioterritoriais e problemáticas socioambientais; (6) Saúde pública sob a perspectiva multi, inter e transdisciplinar; (7) Academia e povos originários: desafios políticos, sociais e ontoepistemológicos.

De maneira relevante, como parte das Jornadas foi realizado o workshop “Contribuições da interdisciplina para uma cartografia da crise”. Aqui se destacaram reflexões atinentes à importância do reconhecimento como atividade laboral das pessoas dedicadas à ciência, com os direitos trabalhistas implícitos, bem como o reconhecimento e a legitimação das áreas científicas: as ciências básica e aplicadas, as humanidades e as ciências naturais.

Damos as boas-vindas aos leitores e leitoras deste novo volume da Revista Ciência Digna, convidando-os/as a contribuir com seus trabalhos e com a divulgação desta iniciativa de comunicação participativa, que se orienta para uma Ciência elaborada com e para a saúde dos povos e do ambiente.

Artículos de Investigación

Research articles

Agrotóxicos y bandas de clasificación toxicológicas ¿indicadores de peligrosidad o sistema que invisibiliza el riesgo? El caso de los horticultores familiares en La Capilla, Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina

Agrotoxic and toxicological classification bands ¿danger indicators or system that makes risk invisible? The case of family horticulture in La Capilla, Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina

García, Daniela^{1*} y García Hatrick, Pamela¹

RESUMEN: La presente contribución busca poner en discusión la eficacia del sistema de las bandas de color toxicológicas —difundido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y aplicada en Argentina por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)— como sistema de comunicación que tipifica los agrotóxicos con una nomenclatura destinada a que quienes operan con estos productos puedan identificar fácilmente en el rótulo o etiqueta de los envases su grado de toxicidad. Para ello, este trabajo analiza los efectos crónicos y agudos que producen sobre la salud los ingredientes activos de los productos comercializados y usados en una localidad hortícola de la zona sur de la Región Metropolitana de Buenos Aires, comparándolos con la clasificación de toxicidad disponible en los rótulos de cada producto formulado y con referencias sobre la percepción local del riesgo, en torno a la cual los horticultores/as cuidan su salud al manipular agrotóxicos. Se busca evaluar si las afecciones que producen los agrotóxicos quedan enmascaradas bajo esta clasificación en bandas toxicológicas, la cual estaría invisibilizando su peligro y los riesgos crónicos sobre la salud humana. La información sobre los agrotóxicos comercializados y usados en la zona, así como sobre las percepciones locales, se obtuvo mediante una metodología de investigación acción participativa. La información sobre los efectos agudos y crónicos que provocan cada uno de los productos identificados se obtuvo de bases de datos de referencia online. Los resultados muestran que los impactos sobre la salud por el uso y exposición a dichos químicos son mucho más diversos y extensos que los efectos sobre los que alertan las bandas toxicológicas, en particular cuando se evalúan las afecciones a largo plazo relacionadas a neurotoxicidad, carcinogenicidad, genotoxicidad, disrupción endocrina, efectos en la reproducción y el desarrollo, entre otras.

¹ Grupo Interdisciplinario de Investigación en Ambiente y Sustentabilidad. Universidad Nacional Arturo Jauretche. Florencio Varela. Buenos Aires, Argentina.

* Correo de contacto: giasunaj@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Plaguicidas. Horticultura. Impacto en la salud. Riesgo. Agricultura familiar.

ABSTRACT: This contribution seeks to bring up for discussion the effectiveness of the toxicological color band system –disseminated by the World Health Organization (WHO) and applied in Argentina by the National Service of Agri-Food Health and Quality (SENASA by its acronym in Spanish)— as a communication system that classifies agrotoxics with a nomenclature designed to allow those who work with these products to easily identify their degree of toxicity on the label or tag of the containers. To this end, this study analyzes the chronic and acute health effects of the active ingredients in products marketed and used in a horticultural community in the southern part of the Buenos Aires Metropolitan Region, comparing them with the toxicity classification available on the labels of each formulated product and with references to local risk perception, based on which horticulturists take care of their health when handling agrotoxics. The objective is to evaluate whether the health effects caused by agrotoxics are masked by this classification into toxicological bands, which may be obscuring their danger and chronic risks to human health. Information on the agrotoxics marketed and used in the area, as well as on local perceptions, was obtained through a participatory action research methodology. Information on the acute and chronic effects caused by each of the identified products was obtained from online reference databases. The results show that the health impacts of use and exposure to these chemicals are much more diverse and extensive than the effects warned about by the toxicological bands, particularly when evaluating long-term effects related to neurotoxicity, carcinogenicity, genotoxicity, endocrine disruption, effects on reproduction and development, among others.

KEYWORDS: Pesticides. Horticulture. Impact on health. Risk. Family farming.

INTRODUCCIÓN

La horticultura en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), Argentina, ha crecido en los últimos años en el marco de un modelo de producción convencional³. Pese a que la información estadística para este sector hortícola es fragmentada y no se encuentra claramente cuantificada (García y Quaranta, 2022) se estima que en la zona sur de la región —en los partidos de La Plata, Florencio Varela y Berazategui— se ha quintuplicado en el período 2009-2018 el número de productores/as y la superficie de producción bajo cubierta, convirtiéndose

en el principal proveedor de hortalizas de hoja de los centros urbanos del país (Ferraris y Ferrero, 2018). Este cinturón hortícola provee entre el 60% y el 90% de las hortalizas frescas que consumen los habitantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y el conurbano bonaerense, donde se concentra al 41% de la población del país (Baldini, 2020).

Más del 95%⁴ de la producción destinada a la comercialización se sostiene en base al uso intensivo de agrotóxicos⁵ y son diversos los estudios donde se reconoce que su empleo constituye una de las problemáticas socioambientales más importantes dentro de la horticul-

³ Este modelo, si bien dentro de la pequeña y mediana horticultura, se inscribe en la misma lógica de producción, distribución y consumo extractivista y hegemónica del agronegocio. Busca la maximización de la producción y está sostenido en base al uso de semillas modificadas genéticamente y la aplicación de agrotóxicos con gran impacto en la salud de los ecosistemas y de las personas.

⁴ Son escasos y fragmentados los datos estadísticos al respecto. El Nodo Agroecológico Territorial AMBA Sur (que nuclea productores, equipos de investigadores y técnicos estatales que trabajan en las áreas de agroecología en la región), del cual las autoras de este trabajo forman parte, estima que solo el 5% de la producción hortícola en la zona es de base agroecológica. Esto se condice con datos presentados por Germán Quaranta y Matías García en las "Jornadas UNAJ investiga 2024", quienes realizaron un relevamiento para la localidad de La Plata, encontrando que solo un 5% de los productores entrevistados indicaron utilizar prácticas agroecológicas para el manejo de plagas (su trabajo está en prensa).

⁵ A lo largo de este trabajo se emplea de manera intencional el término *agrotóxico* como definición política ideológica, pues asumimos que los agroquímicos fungicidas, herbicidas e insecticidas son tóxicos desde su origen. Han sido diseñados como biocidas con objeto de matar, interrumpir el crecimiento o limitar el desarrollo de seres vivos y provocan alteraciones negativas en equilibrios fisicoquímicos del agua, el suelo y el aire afectando los ecosistemas y la salud humana.

tura (p.ej. Benencia y Souza-Casadinho, 1993; Benencia, 1997; García, 1999; Selis, 2000; Bocero, 2002; Souza-Casadinho y Bocero, 2008; García, 2011; Mac Loughlin et al., 2018; Löwy, 2019; Mac Loughlin et al., 2022). En este marco, el Grupo de Investigación Interdisciplinario en Ambiente y Sustentabilidad de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (GIIAS-UNAJ), ubicada en el partido de Florencio Varela, viene indagando desde 2012 en torno a esta problemática junto a horticultores/as familiares de la localidad de La Capilla, en dicho partido, y acompañando procesos de transición agroecológica⁶. En esta localidad la producción está atravesada por diversos modos de inserción laboral, de tenencia de la tierra y de medios de producción. Destacan las prácticas *a campo y bajo invernáculo* sostenidas por el uso de fertilizantes y plaguicidas de síntesis química. Si bien los establecimientos productivos presentan diversas configuraciones, la organización predominante es de estructura familiar en el marco de la denominada *agricultura familiar* (Foro Nacional de la Agricultura Familiar, 2006), donde la unidad productiva configura un continuo con la unidad doméstica⁷.

Frente a las múltiples problemáticas que las familias horticultoras de esta zona atraviesan en sus cotidianidades —inmersas en escenarios complejos signados por la informalidad y la vulneración de derechos como falta de seguridad social y de garantías agravadas por la condición de migrantes— se desdibujan los riesgos para la salud derivados del uso intensivo de agrotóxicos (García et al., 2012; Menegaz et al., 2013; Menegaz y García, 2016; García, 2020). Esto es particularmente alarmante si consideramos que la horticultura y la floricultu-

ra utilizan muchos más agrotóxicos y de mayor toxicidad que los sistemas extensivos (Sarandón et al., 2013) y que, de acuerdo con la investigación precitada, entre los 15 municipios de la provincia de Buenos Aires con mayor índice de peligrosidad por uso de químicos en la producción hortícola, La Plata y Florencio Varela ocupan los primeros lugares junto a los municipios de General Pueyrredón y Villarino.

En este sentido, y en relación a la peligrosidad de los químicos de síntesis por sus efectos sobre la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) los clasifica sobre la base de su *peligro de toxicidad aguda*, definido éste como el riesgo resultante de una exposición única o repetida durante un periodo relativamente breve que puede correr accidentalmente la salud de cualquier persona que manipula el producto (OMS, 2020). En función de ello, se clasifica su peligrosidad en categorías según sean ‘sumamente peligrosos’ y ‘muy peligrosos’ (categorías Ia y Ib, respectivamente), ‘moderadamente peligrosos’ (categoría II), ‘poco peligrosos’ (categoría III), y ‘poco probable que presente un peligro agudo’ (categoría IV).

En Argentina, siguiendo los criterios de la OMS, se define la toxicidad de un plaguicida por su capacidad de producir alteraciones en la salud y se clasifican por sus efectos agudos, basándose en los valores de estudios toxicológicos: Toxicología Oral Aguda (Dosis Letal 50⁸), Toxicología Dermal Aguda (Dosis Letal 50), Toxicología Inhalatoria Aguda (Concentración Letal 50), Irritación Ocular, Irritación Dermal y Estudio de Sensibilización (Res. 302/2012, Boletín Nacional, Argentina, 2016).⁹

En relación al riesgo, como estrategia

⁶ Entre los años 2013 y 2019, realizados desde una perspectiva de investigación acción participativa (Fals-Borda, 1987) se caracterizaron las prácticas y representaciones que las y los productores convencionales de las localidades de La Capilla (Florencio Varela) y el Peligro (La Plata) sostienen respecto del uso y/o exposición a los agrotóxicos; se identificaron los agrotóxicos que emplean en la producción hortícola; se evaluó la complejidad que adquiere su uso en los contextos de vida; y se discutieron los síntomas en la salud que reconocen según su propia experiencia (Menegaz y García, 2016; García y Menegaz, 2018; García, 2020). Entre los años 2019 y 2023 se caracterizaron los condicionantes del uso de agrotóxicos dentro de la horticultura familiar de la zona y se indagó sobre los potenciales riesgos para la salud a los que están expuestos (García y Menegaz, 2023, 2025; García-Hatrick y García, 2024).

⁷ Se estima que, en esta zona, el 70% de las unidades productivas son de estructura familiar.

⁸ El valor de la Dosis Letal 50 es una estimación de la cantidad en miligramos del producto tóxico por kilogramo de peso corporal que se necesita para matar al 50% de una población grande de animales de experimentación (OMS, 2020).

⁹ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentario (SENASA). (13 de junio de 2012). Resolución 302/12. PRODUCTOS FITOSANITARIOS. RESOLUCIÓN N° 350/99 – MODIFICACIÓN. Boletín Nacional. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-302-2012-198711>

comunicacional, siguiendo la normativa de la OMS, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) de Argentina tipifica a los agrotóxicos¹⁰ con una nomenclatura de colores destinada a que quienes operan con estos productos puedan identificar fácilmente en su rótulo o etiqueta el grado de toxicidad: roja (Ia y Ib), amarilla (II), azul (III) y verde (IV).

Frente a esta estrategia comunicacional que pretende alertar sobre los grados de toxicidad y riesgos de los productos, las investigaciones previas realizadas por el GIIAS-UNAJ (García 2020; García y Menegaz, 2023, 2025; García-Hatrick et al., 2024) dan cuenta de que la caracterización del riesgo se complejiza y despliega aristas que trascienden el riesgo prescripto desde la OMS y el SENASA, y que cobra sentido al analizarse desde la perspectiva de los *condicionantes sociales de la salud* (Breilh, 1979, 2009, 2011, 2013). Entre los principales resultados de dichas investigaciones destacan los múltiples condicionantes que operan en los contextos de vida hortícolas —analizando cómo se conjugan en ellas tanto las historias de vida dentro de las pequeñas y medianas unidades productivas como las relaciones de trabajo, los procesos migratorios, la publicidad y los cointeresses público-privados en el seno de una red que articula productores, consumidores y mercado— y que no pueden soslayarse al indagar el impacto potencial de los agrotóxicos sobre la salud de las familias hortícolas.

De aquí que en la presente contribución —y considerando el contexto de uso de los agrotóxicos dentro de la horticultura familiar descrito anteriormente— la pregunta que guía el trabajo, planteada desde una perspectiva de salud colectiva (Casallas, 2017), es cuán efectivo es para la prevención de la salud el uso del etiquetado en colores según bandas de peligrosidad (OMS 2020), ampliamente difundida a nivel mundial y empleada en nuestro país. Si bien el objetivo perseguido por la OMS es que, cualquiera sea el país productor o consumidor de agrotóxicos, esté indicada de manera uniforme en el rótulo o etiqueta del producto la naturaleza del riesgo, se asume aquí que dicho sistema de clasificación por bandas de color toxicológicas

enmascara la peligrosidad de los agrotóxicos invisibilizando sus efectos crónicos. En función de esta hipótesis, se buscó responder a la siguiente pregunta: ¿qué efectos sobre la salud enmascaran las bandas de toxicidad de los químicos de síntesis que se emplean en la localidad de La Capilla? En este contexto, el trabajo buscó comparar los efectos crónicos y agudos que producen sobre la salud los ingredientes activos de los productos comercializados en la zona de estudio, con la clasificación en bandas de toxicidad de los productos formulados y con información sobre las percepciones de peligrosidad que tienen los horticultores/as locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico de la investigación fue de carácter mixto, cuantitativo y cualitativo, con un alcance exploratorio y descriptivo.

La información sobre los agrotóxicos que se emplean y comercializan en las localidades estudiadas se obtuvieron de primera mano entre los años 2013 y 2019 a partir de entrevistas etnográficas, observaciones de campo y talleres de diagnósticos participativos¹¹. Se realizaron 22 entrevistas individuales y siete grupales a familias de productores en los contextos de las unidades productivas; 15 entrevistas individuales a niños y niñas de 11 y 12 años, hijos/as de productores que aplican o colaboran en la aplicación de agrotóxicos y seis entrevistas grupales a niños/as en contexto escolar; dos entrevistas individuales y dos grupales a técnicos y extensionistas del Instituto Provincial de Agricultura Familiar (IPAF) Región Pampeana- INTA que asisten a familias de productores en las localidades en estudio; y dos entrevistas a comerciantes de insumos y de productos en las semillerías locales. De esta manera, se completaron 56 entrevistas. Asimismo, se realizaron un total de 24 talleres con niños/as, 17 talleres con adultos y numerosas observaciones de campo dentro de las unidades productivas familiares. De las actividades mencionadas se obtuvo un listado de 98 productos comerciales que se aplican

¹⁰SENASA los denomina “productos fitosanitarios”.

¹¹Para más detalles e información consultar García y Menegaz (2018), García et al. (2019) y García (2020).

y comercializan en la zona de estudio, los cuales tienen distintas composiciones químicas (organofosforados, carbamatos, piretroides) y funciones variadas (acaricidas, herbicidas, insecticidas, funguicidas, fitorreguladores, molusquicidas y coadyuvantes). Relevados por su uso durante el período mencionado, constituyen las unidades muestrales de la presente indagación¹².

A partir del listado de productos, se hizo un primer análisis durante los años 2019 y 2020 sobre la composición de los mismos y su clasificación según el SENASA, que fue publicado en García (2020). Allí se evidenció que se podían distinguir 68 formulados químicos y 57 principios activos (PA) distintos. Se identificó también el grado de toxicidad de cada formulado según las directrices de la OMS (2009)¹³ y la clasificación asignada por el SENASA¹⁴ encontrando que, respecto de su peligrosidad, ocho formulados pertenecían a las categorías Ia y Ib por ser “extremada y altamente peligrosos”; 22 a la categoría toxicológica II, considerados como “moderadamente peligrosos”; 16 a la categoría III, considerados como “ligeramente peligrosos”; y 21 estaban categorizados como IV, “productos que normalmente no presentan peligro en el uso”. Esta información es la que se utilizó para el presente trabajo a fin de compararla con los efectos sobre la salud tanto agudos como crónicos de cada PA.

La información sobre las características toxicológicas de los PA de cada formulado se obtuvo de fuentes secundarias. Se tomaron como documentos de referencia la Base de Datos de Propiedades de Plaguicidas (PPDB, según su sigla en inglés) desarrollada por la Unidad de Investigación Agrícola y Ambiental de la Universidad de Hertfordshire del Reino Unido (University of Hertfordshire, s.f.), y los datos que

provee la base realizada por el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional de Costa Rica (Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas, 2025). La PPDB fue diseñada con objeto de respaldar evaluaciones de riesgo y su gestión. Conjuga la identidad química de los pesticidas con datos fisicoquímicos, de salud humana y ecotoxicológicos. En el mismo sentido, la base del IRET permite contrastar y complementar la información acerca del impacto de los agrotóxicos en la salud.

La información registrada en estas bases de datos¹⁵ es relevante dado que, además de los efectos agudos, suman también los crónicos. Permite así vincular cada uno de los PA con sus efectos en la salud humana en cuanto a las siguientes categorías: carcinogenicidad, genotoxicidad, disrupción endocrina, efectos en la reproducción /desarrollo, inhibidores de la acetilcolinesterasa, neurotoxicidad, irritación en el tracto respiratorio en la piel y en los ojos, sensibilidad cutánea, sensibilidad alérgica, enfermedad de Parkinson y fototoxicidad.

El análisis de cada PA se realizó complementando los datos que proveen ambas bases –IRET y PPDB– para cada una de estas categorías y se organizó la información relativa a estos aspectos de salud humana clasificándola en: ‘se sabe que no causa ningún problema’, ‘posiblemente causa problema’, ‘sí, se sabe que causa un problema, y ‘sin datos’.

RESULTADOS

En las bases de datos consultadas se encontraron datos para los 57 principios activos (PA) en estudio. Los mismos se detallan en la Tabla 1 junto a su número de registro numérico CAS¹⁶.

De los 57 PA analizados, hay evidencia

¹² Dado que la recolección de datos se realizó durante el período 2013-2019, el listado incluye productos comercializados y/o principios activos que ya no se emplean en la zona por estar prohibido su uso tal como el endosulfán. No obstante, a fines del debate que pretende realizar este artículo, se toman dentro del análisis considerando que circulaban en la zona en estudio en dicho segmento temporal.

¹³ Posteriormente, en el 2020 la OMS publicó el documento “Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019”, que sustituye a la clasificación publicada en 2009.

¹⁴ La clasificación del SENASA con la que se trabajó era la que se encontraba disponible en 2016 y vigente en la página oficial del organismo en 2020. Actualmente se está trabajando en la reclasificación conforme a las nuevas directrices de la OMS (2020) y el vademécum fitosanitario del SENASA 2023/2024, disponible en: <https://aps2.senasa.gov.ar/vademecum/app/publico>

¹⁵ Cabe indicar que, si bien el último registro de actualización PPDB es de 2025, se trabajó con la información relevada para ambas bases a fecha de octubre 2021.

¹⁶ *Chemical Abstracts Service (CAS)*: número de identificación mundial para cada sustancia química.

Tabla 1. Principios activos (57) de los agrotóxicos empleados en La Capilla con número de registro CAS de cada uno.

Abamectina: Cas.71751-41-2	Diclorvos: Cas.62-73-7	Metamidofós: Cas.10265-92-6
Acequinocil: Cas.57960-19-7	Difenoconazole: Cas.19446-68-3	Metomil: Cas.16752-77-5
Aldicarb: Cas.116-06-3	Dimetoato: Cas.60-51-5	Metribuzin: Cas.21087-64-9
Azoxistrobina: Cas.131860-33-8	Endosulfán: Cas.115-29-7	Oxicloruro de cobre: Cas.1332-40-7
Benalaxil: Cas.71626-11-4	Fenamifós: Cas.22224-92-6	Oxifluorfen: Cas.42874-03-3
Benomil: Cas.17804-35-2	Fenitrotión: Cas.122-14-5	Permetrina: Cas.52645-53-1
Bromuro de metilo: Cas.74-83-9	Fosetil de aluminio: Cas.39148-24-8	Picloram: Cas.1918-02-1
Captán: Cas.133-06-2	Glifosato: Cas.1071-83-6	Pirimicarb: Cas.3103-98-2
Carbaril: Cas.63-25-2	Hexythiazox: Cas.78587-05-0	Procimidona: Cas.32809-16-8
Carbendazina: Cas.10605-21-7	Hidróxido de cobre: Cas.20427-59-2	Profenofós: Cas.41198-08-7
Carbofurán: Cas.1563-66-2	Imidacloprid: Cas.138261-41-3	Propamocarb: Cas.24579-73-5
Cipermetrina: Cas.52315-07-8	Kasugamicina: Cas.19408-46-9	Propargita: Cas.2312-35-8
Clorantraniliprol: Cas.500008-45-7	Lambdacialotrina: Cas.91465-08-6	Spinosad: Cas.168316-95-8
Clorfenapir: Cas.122453-73-0	Linurón: Cas.330-55-2	Sulfuramida: Cas.4151-50-2
Clorotalonil: Cas.1897-45-6	Lufenurón: Cas.103055-07-8	Tiametoxán: Cas.153719-23-4
Clorpirifós: Cas.2921-88-2	Mancozeb: Cas.8018-01-7	Triadimefón: Cas.43121-43-3
Deltametrina: Cas.52918-63-5	Malatión: Cas.121-75-5	Triclopir: Cas.55335-06-3
Dicloruro de paraquat: Cas.1910-42-5	Metalaxil: Cas.57837-19-1	Trifluralina: Cas.1582-09-8
Diclorofenoxiacético: 2,4-D: Cas.94-75-7	Metaldehido: Cas.108-62-3	Zineb: Cas.12122-67-7

Fuente: elaboración propia de las autoras en base al formulado de las marcas y productos comerciales usadas en la localidad de La Capilla (2013-2019).

científica de que 45 producen daños crónicos (carcinogenicidad, disrupción endocrina, alteraciones en la reproducción, inhibición de la acetilcolinesterasa, neurotoxicidad, genotoxicidad y enfermedad de Parkinson) y 45 producen efectos agudos en la salud (irritación del tracto respiratorio, de la piel y ojos, sensibilización cutánea, irritación de los ojos e irritación alérgica). Sin embargo, hay que indicar que todos los PA pueden llegar a ser causantes o posibles causantes de afecciones agudas y/o crónicas.

Se observó que más de 80% de los PA estudiados, cuando se analiza la totalidad de los efectos sobre la salud de un mis-

mo PA, éste es causante o posible causante de múltiples efectos, tanto crónicos como agudos. En cuanto a las afecciones crónicas, los resultados muestran que 28 de los 57 PA analizados son causantes o posibles causantes de cáncer; 31 de disrupciones endocrinas; 39 de efectos sobre el sistema reproductivo/desarrollo; 15 de inhibición o posible inhibición de la acetilcolinesterasa; 30 son considerados como neurotóxicos y posibles neurotóxicos; 40 causan o posiblemente causan algún tipo de genotoxicidad¹⁷ y 7 se sabe que generan la enfermedad de Parkinson¹⁸.

En la Tabla 2 se presenta el análisis triangulado entre la incidencia sobre la

¹⁷ Cabe resaltar que en el análisis que se realiza sobre las dos bases de datos ninguna tiene la totalidad de los estudios con respecto a los efectos que pueden generar a la salud los PA a nivel genotóxico.

¹⁸ Solo la base del IRET provee el dato para la enfermedad de Parkinson.

salud de los PA —según la información registrada para cada uno de ellos en ambas bases de datos— y la clasificación de toxicidad asignada por la OMS al PA y/o el SENASA al formulado comercial según el porcentaje del PA en la preparación.

Entre los resultados puede observar-

se qué porcentaje de los productos usados por los horticultores —clasificados con diversas bandas de toxicidad— contienen PA que producen afecciones crónicas. Entre los formulados comerciales categorizados verdes, 11,76% contienen PA cancerígenos; 17,64% tienen PA que

Tabla 2. Agrotóxicos registrados en La Capilla y efectos crónicos en la salud. Cantidad de productos identificados por su uso en la zona en estudio que contienen PA que producen o posiblemente producen afecciones crónicas (carcinogenicidad, disrupción endocrina, alteraciones en la reproducción, inhibidores de la acetilcolinesterasa, neurotoxicidad, genotoxicidad y enfermedad de Parkinson), agrupados según la banda de color toxicológica de cada uno. Expresado en porcentaje, sobre un total de 68 productos comerciales (8 rojos, 24 amarillos, 19 azul y 17 verdes). Referencias: Sí (sí produce). Quizás (posiblemente produce).

Cantidad de productos por grupo tóxico	Cancerígeno		Disruptor endócrino		Efectos en la reproducción / desarrollo		Inhibidor de la acetil colinesterasa		Neurotóxico		Párkinson	
	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás
8 productos Clase Ia y b (banda roja)	25%	25%	50%	37,50%	62,50%	25%	50%	25%	87,50%	12,50%	37,50%	0
24 productos Clase II (banda amarilla)	4,10%	45,83%	20,83%	37,50%	50%	33,33%	33,33%	0	45,83%	20,83%	8,33%	0
19 productos Clase III (banda azul)	10,52%	31,57%	26,31%	31,57%	42,10%	21,05%	5,26%	5,26%	21,05%	10,52%	10,52%	0
17 productos Clase IV (banda verde)	11,76%	52,94%	17,64%	41,17%	58,82%	11,76%	0	0	17,64%	5,88%	5,88%	0

Fuente: elaboración propia de las autoras con información de las bases de datos PPDB e IRET.

son disruptores endocrinos; 58,82% están basados en PA que producen efectos en la reproducción; 17,64% son con PA neurotóxicos y 5,88% tienen PA que han demostrado producir la enfermedad de Parkinson. Asimismo, el 58,82% de los PA contenidos en formulados catalogados dentro del grupo toxicológico IV son genotóxicos y causan alguno de los siguientes daños: aberraciones cromosómicas, daño/reparación del ADN y mutación genética y del genoma.

Al agrupar las fracciones de formulados clasificados por su color verde y azul como “productos que normalmente no presentan peligro en el uso” o que son “ligeramente peligrosos” según la clasificación del SENASA, se encuentra que en la zona en estudio se están empleando productos que contienen PA que producen y que pueden producir cáncer y que

están etiquetados dentro de estas bandas. Una situación similar ocurre entre los productos que contienen PA que generan disrupciones endocrinas y efectos en la reproducción y desarrollo. A manera de ejemplo, el fungicida sistémico carbendazina, comercializado con banda verde, provoca lesiones en órganos hematopoyéticos. Casos similares existen entre los productos comercializados con banda azul, como el herbicida linurón que, entre los efectos crónicos, produce tumores pulmonares y de hígado, así como atrofia testicular.

Es significativo destacar que 58,82% de los PA comercializados bajo formulados de banda verde producen efectos sobre la reproducción y el desarrollo (p. ej. bajo peso al nacer). El porcentaje citado es tan alto como los catalogados en los PA con bandas azul, amarilla o roja.

En cuanto a las afecciones agudas, el 77% de los PA producen irritación de los ojos. Una situación similar reviste los irritantes de la piel (65%), mientras que los PA que producen sensibilidad cutánea apenas superan el 15%.

En la Tabla 3 se señalan –de la misma manera que para los efectos crónicos– los porcentajes productos comercializados que contienen PA que pueden causar

efectos agudos sobre la salud, según grupo toxicológico y su banda de color.

Por otro lado, en la Tabla 4 puede observarse desglosado según bandas de color toxicológicas el porcentaje de productos que contienen PA que no generan efectos agudos.

Cabe destacar que hay 12 PA de los empleados en la zona en estudio (benalaxil, carbendazina, clorantraniliprol,

Tabla 3. Agrotóxicos registrados en La Capilla y presencia de afecciones agudas. Cantidad de productos identificados por su uso en la zona en estudio que contienen PA que producen o posiblemente producen afecciones agudas irritantes (tracto respiratorio, piel, sensibilizante cutáneo, ocular, alérgico), agrupados según la banda de color toxicológica de cada uno. Expresado en porcentaje, sobre un total de 68 productos comerciales (8 rojos, 24 amarillos, 19 azul y 17 verdes). Referencias: Sí (sí produce). Quizás (posiblemente produce).

Cantidad de productos por grupo tóxico	Irritante tracto respiratorio		Irritante alérgico		Irritante piel		Irritante ojos		Sensibilizante cutáneo	
	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás	Sí	Quizás
8 productos Clase Ia y b (banda roja)	12,50%	12,50%	12,50%	0%	75%	0%	87,50%	0%	12,50%	0%
24 productos Clase II (banda amarilla)	29,16%	4,10%	20,83%	0%	66,66%	20,83%	83,33%	4,10%	20,83%	25%
19 productos Clase III (banda azul)	21,05%	10,50%	26,31%	0%	63,15%	15,78%	73,68%	0%	21,05%	10,52%
17 productos Clase IV (banda verde)	35,29%	5,88%	29,41%	5,88%	52,94%	5,88%	64,70%	11,76%	17,64%	35,29%

Fuente: elaboración propia de las autoras con información de las bases de datos PPDB e IRET.

Tabla 4. Cantidad de productos etiquetados con las diferentes bandas toxicológicas que contienen PA que no generan efectos agudos. Expresado en porcentaje, sobre un total de 68 productos comerciales (8 rojos, 24 amarillos, 19 azul y 17 verdes).

	Formulados/productos que contienen PA que no generan efectos agudos			
	Roja (Clase Ia y Ib)	Amarilla (Clase II)	Azul (Clase III)	Verde (Clase IV)
Irritante ocular	12,50%	12,50%	26,31%	17,64%
Sensibilidad cutánea	-	20,83%	5,26%	5,88%
Irritante respiratorio	37,50%	45,83%	26,31%	29,41%
Irritante alérgico	37,50%	33,33%	36,84%	35,29%
Irritante piel	25%	12,50%	21,05%	41,17%

Fuente: elaboración propia de las autoras con información de las bases de datos PPDB e IRET.

endosulfan, imidacloprid, kasugamicina, malatión, metribuzina, oxifluorfén, procimidona, sulfuramida, y tiametoxam) que se sabe que producen afecciones crónicas, pero para los cuales aún no hay investigaciones que puedan dar cuenta de que efectivamente producen algún tipo de sintomatología aguda para las variables aquí consideradas.

DISCUSIÓN

El daño que puede producir un agrotóxico está relacionado a sus características fisicoquímicas, pero también con las prácticas de su uso y las representaciones sobre su potencial peligro (Souza-Casadinho y Bocero, 2008; García y Menegaz, 2018; Simoniello, 2011). Según investigaciones previas realizadas en las localidades en estudio, tanto la sintomatología aguda como los etiquetados de colores generan confusiones en las/los productores en torno a su peligrosidad y a las prácticas de cuidado al aplicarlos (García, 2020; García y Menegaz, 2021).

Los resultados de este estudio, al cruzar la información entre la clasificación por bandas de color para la peligrosidad aguda, los daños crónicos para la salud disponibles en las bases de datos consultadas con los productos que se emplean y comercializan en la zona de estudio, y con las percepciones locales de riesgo sobre dichos productos, dejan en evidencia que el sistema de bandas no es efectivo y exponen a los usuarios de estos agrotóxicos a serios riesgos.

Por un lado, al analizar los efectos agudos que están relacionados a los grados de toxicidad sobre los cuales la OMS y el SENASA clasifican a los agrotóxicos, se observa que hay 12 PA de los contenidos en los formulados comerciales empleados en La Capilla que no producen algún tipo de sintomatología aguda. Esto adquiere relevancia en torno a la salud de las familias productoras hortícolas, ya que el hecho de que un producto no produzca sintomatología perceptible sobre sus cuerpos hace que no les aler-

te sobre su peligrosidad, según los propios productores/as explican (Menegaz y García, 2016; García 2020). De hecho, es aún más relevante dado que hay mayor porcentaje de productos etiquetados en banda verde que producen irritación respiratoria y alérgica que los clasificados en las bandas azules, amarillas o rojas, es decir, los clasificados como de menor peligrosidad tienen más efectos agudos que el resto (Tabla 3), por lo que es más probable que las y los horticultores se cuiden más de los primeros que de los clasificados como de mayor toxicidad. Concomitantemente, y muchas veces contradictoriamente¹⁹, en relación a las percepciones respecto del riesgo, los registros de campo en la zona en estudio dan cuenta de que los productores asumen que los formulados de banda verde no son dañinos a la salud, dado que entienden que esta banda no produce daños graves, cuidando por ende tan solo las áreas del cuerpo donde sienten molestias al aplicarlo, sobre todo en la región bucofaringea (Menegaz y García, 2016).

Por otro lado, en relación a los efectos crónicos, resulta alarmante que el 58,82% (10 de 17) productos de banda verde que emplean la/os productora/es contiene PA que producen efectos en la reproducción (tal el caso del captán, que es embriotóxico, la kasugamicina y el spinosad, que disminuyen la supervivencia postnatal por bajo peso al nacer, o el benomil, que disminuye la cantidad de esperma y provoca degeneración de los testículos), mientras que 10 producen algún tipo de genotoxicidad (como el fungicida carbendazina, prohibido en 32 países, el mancozeb, que produce aberraciones cromosómicas, o el procimidone, que produce mutación genética, entre otros efectos) o la enfermedad de Parkinson, como está comprobado con el mancozeb (Tabla 2). Aunque los resultados indican que el porcentaje de productos banda verde que contienen PA que producen estos efectos es tan alto como los de las demás bandas, las y los productores/as, entendiendo falsamente que el co-

¹⁹ Las percepciones sobre riesgo son diversas y se yuxtaponen. A veces las y los productores toman un parámetro como indicador de riesgo y otras veces otro, siendo ambos entre sí contradictorios. Por ejemplo, a veces se cuidan de un tóxico por su olor fuerte (a pesar de ser color verde), descuidando la protección ante un amarillo porque no les afecta con alguna sintomatología perceptible en lo inmediato, mientras que otras veces dicen que se cuidan porque es "rojo". Constituyen contradicciones que aparecen en los discursos y que se observaron en las prácticas.

lor verde de la banda toxicológica indica que son productos que no ofrecen peligro para su salud, emplean productos comerciales con estos principios activos descuidando su protección y quedan expuestos a estas afecciones a mediano y largo plazo, lo que conlleva, así, grandes riesgos.

En síntesis, los resultados de este estudio en su conjunto alertan en relación al potencial impacto sobre la salud al cual se encuentran expuestas las familias agricultoras, tanto por la cantidad y diversidad de PA que se emplean en las quintas como por la confusión que genera el uso de bandas de color de los productos que los contienen, las cuales se circunscriben a indicar solo la toxicidad aguda de los agrotóxicos, sin contemplar las afecciones crónicas de estos.

En este estudio queda demostrado que los efectos en la salud de los productos clasificados en los grupos toxicológicos III (banda azul) y IV (banda verde), considerados como poco peligrosos o que usados normalmente no ofrecen peligro, provocan o pueden producir múltiples afecciones a mediano y largo plazos. Interesa destacar el caso del glifosato, que presenta genotoxicidad positiva en relación al daño y reparación del ADN, la enfermedad de Parkinson positivo, adenoma de túbulo renales y problemas endocrinos. En relación a la toxicidad tópic, este PA presenta una leve capacidad irritativa ocular y dérmica y la capacidad alergénica es negativa. Esta ausencia de sintomatología aguda no contribuye a alertar sobre el riesgo a largo plazo al que estos están expuestos. Lo mismo ocurre con el insecticida spinosad, con capacidad irritativa ocular leve y su capacidad alergénica e irritativa dérmica negativa, mientras que a largo plazo puede producir una disminución de la supervivencia postnatal por bajo peso al nacer, como se mencionó anteriormente.

Por otro lado, es de destacar que el hecho de que muchas/os productoras/es interpretan la peligrosidad del químico en función del olor fuerte de los mismos y el poder de irritación de las vías mucosas (García, 2020) constituye un riesgo, ya que los agrotóxicos más empleados en La Capilla corresponden a aquellos clasi-

ficados con banda amarilla (24 productos), y el estudio realizado demuestra que el 45,83% de los productos clasificados dentro de este grupo toxicológico II contiene PA que no producen irritación en el tracto respiratorio. Paradójicamente, dentro de esta misma banda toxicológica, se encuentra que los PA contenidos en 20 productos son causantes o posibles causantes de efectos en la reproducción. Esto se condice con los relatos de abortos espontáneos de las mujeres productoras y/o compañeras de productores que fueron recopilados en los trabajos de campo (García, 2020), lo cual es una evidencia de los impactos en la salud que estos químicos generan. En este mismo sentido, y como un ejemplo más, puede mencionarse el insecticida piretroide deltametrina, clasificado dentro de la banda toxicológica amarilla, que presenta capacidad irritativa ocular y dérmica leve, es decir, efectos agudos leves, lo que enmascara su peligrosidad respecto de las toxicidades crónica y a largo plazo vinculadas a axonopatías, disrupción endocrina, aberraciones cromosómicas y otros efectos como coreoatetosis, hipotensión, daño prenatal y shock.

A más de las afecciones objeto de análisis en esta presentación, resulta relevante indicar que el peligro se incrementa para algunos PA empleados en la zona en estudio. Hay estudios científicos que demuestran que algunos de ellos producen debilidad, depresión, irritabilidad o pérdida de memoria; tal el caso del clorpirifós, presente en productos que circulan en la zona bajo diversos nombres comerciales y prohibido recientemente en nuestro país (Resolución 414/2021, Boletín Oficial, 2021).²⁰

CONCLUSIONES

Los resultados sobre los efectos que produce cada PA dan cuenta de que los impactos en la salud por el uso y exposición a los agrotóxicos analizados son mucho más extensos que los efectos agudos que pueden producir, dado que conllevan muchas veces afecciones a largo plazo como neurotoxicidad, carcinogenicidad, genotoxicidad, disrupción endocrina, y

²⁰ RESOL-2021-414-APN-PRES#SENASA.

efectos de reproducción/ desarrollo, entre otras. También dan cuenta de que estos efectos crónicos quedan enmascarados bajo la clasificación de bandas toxicológicas de la OMS, que es la más difundida entre los productores de la localidad estudiada, principalmente porque se cuidan más de los productos cuando estos generan síntomas agudos y porque los efectos crónicos no son bien conocidos. Interesa poner esto en relieve, ya que son agrotóxicos empleados cotidianamente por las y los productora/es hortícolas y a los que se encuentran expuestas sus familias también, al ser la unidad productiva un entramado con la unidad doméstica. En este marco, se espera que los resultados de este estudio, en línea con las propuestas de la epidemiología crítica (Breilh, 2009; Casallas, 2017), contribuyan a visibilizar y abordar esta problemática, a comprender de manera integral los impactos sobre la salud a corto y largo plazo a los que están expuestas las familias horticultoras y a poner en discusión el uso de un sistema de comunicación y alerta de peligrosidad basado en bandas de color según la toxicidad aguda del producto que evidentemente no son efectivas como deberían.

1. Baldini, C. (2020). Territorio en movimiento: las transformaciones territoriales del cinturón hortícola platense en los últimos 30 años [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de La Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/90102/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Benencia, R. (1997). Área hortícola bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales. Editorial La Colmena.
3. Benencia, R. y Souza Casadinho, J. (1993). Alimentos y salud: uso y abuso de pesticidas en la horticultura bonaerense. *Realidad Económica* 114/115, 29-53.
4. Bocero, S. (2002). Cultivos protegidos y problemas ambientales: un estudio de la horticultura marplatense en la década del noventa [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Mar del Plata. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/545/1/bocero_sl.pdf
5. Breilh, J. (1979). *Epidemiología: economía, medicina y política* (1a ed.). Universidad Central.
6. Breilh, J. (2009). *Epidemiología crítica: ciencia emancipadora e interculturalidad*. Lugar Editorial.
7. Breilh, J. (2011). Una perspectiva emancipadora de la investigación e incidencia basada en la determinación social de la salud. En C. E. Hartman, S. Támez-González y R. González-Guzmán (Comps.), *¿Determinación social o determinantes sociales de la salud?* (pp. 45-70). Universidad Autónoma Metropolitana.
8. Breilh, J. (2013) La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva). *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 31(1), S13-S27.
9. Casallas, A. L. (2017). La medicina social-salud colectiva latinoamericanas: una visión integradora frente a la salud pública tradicional. *Revista Ciencias de la Salud*, 15(3), 397-408.
10. Fals-Borda, O. (1987). The application of participatory action-research in Latin American. *International Sociology*, 2(4), 329-347.

Referencias

11. Ferraris, G. y Ferrero, G. (2018). Análisis de la estructura agraria en los sistemas hortícolas del AMBA-SUR (Área Metropolitana de Buenos Aires-Sur). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 117(2), 231-244.
12. Foro Nacional de la Agricultura familiar. (3 a 5 de mayo de 2006). Nota de presentación y documento elaborado por las organizaciones representativas del sector productor agropecuario familiar. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/prodear/biblioteca/_archivos/000002-Foro%20Nacional%20de%20la%20Agricultura%20Familiar/000001-Documento%20de%20Mendoza%20-%20Foro%20Nacional%20de%20la%20Agricultura%20Familiar.pdf
13. García, D. (2020). *Condicionantes de las prácticas y representaciones en torno al uso de agrotóxicos en la horticultura periurbana de la Región Metropolitana de Buenos Aires: el caso de La Capilla en Florencio Varela 2013-2019* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional General Sarmiento.
14. García, J. (1999). El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 52, 25-41.
15. García, M. (2011). El cinturón hortícola platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. *Theomai*, 23, 35-53.
16. García, D. y Menegaz, A. (2018). Agrotóxicos, salud socio-ambiental y horticultura periurbana: abordajes metodológicos para la construcción participativa de alternativas sustentables. *Sustentabilidad(es)*, 9(18), 118-152.
17. García, D. y Menegaz, A. (Comps.) (2021). *Pedagogía de lo invisible. Agrotóxicos, producción, ambiente y sustentabilidad: una experiencia de investigación-acción para construir los inéditos posibles*. Editorial UNAJ.
18. García, D. y Menegaz, A. (2023). *Condicionantes de la salud en productores familiares flori-hortíco-*

- las de la localidad de La Capilla, Florencio Varela. *Revista Contribuciones en CyT* 1(1), 1-44.
19. García, D. y Menegaz, A. (2025). Condicionantes sociales del uso de agrotóxicos en la horticultura familiar: aportes conceptuales para la transición agroecológica [Comunicación]. III Congreso Argentino de Agroecología, Viedma, Argentina.
 20. García, D., Menegaz, A. y Murriello, S. (2019) Saberes en diálogo: de los agrotóxicos a la agroecología en prácticas hortícolas. En: M. Mena-Young (Comp.), *Hacia la sostenibilidad en América Latina: aportes desde la divulgación de la ciencia*. (pp. 142- 161). Universidad de Costa Rica, Red POP.
 21. García, D., Menegaz, A., Rodríguez-Páez, C. y González, E. (11 y 12 de octubre de 2012). Riesgos socio-ambientales en niños/as y jóvenes del cinturón hortiflorícola de Florencio Varela. La mirada de los propios actores. 1° Encuentro de Extensión Universitaria de la Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
 22. García, M. y Quaranta, G. (2022). Análisis de las estadísticas hortícolas de Buenos Aires. Un aporte para la cuantificación de los establecimientos hortícolas de La Plata. *Geograficando*, 18(1), e108.
 23. García Hatrick, P. y García, D. (2024). Caracterización de los agrotóxicos empleados en la producción hortícola de La Capilla, Florencio Varela y el potencial impacto en la salud de los agricultores familiares (2013- 2021). En: *Actas de las Terceras Jornadas de Investigación UNAJ*. Ed. UNAJ. Florencio Varela. <https://biblio.unaj.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10233>
 24. García Hatrick, P., Meléndez, M., García, D. y Menegaz, A. (31 de octubre de 2024). Discursos que operan como condicionantes del uso de agrotóxicos en horticultura: análisis de materiales de divulgación y publicidades [Comunicación]. 4tas Jornadas de Investigación UNAJ, Buenos Aires, Argentina.
 25. Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas (IRET). (2025). Ingredientes activos. Universidad Nacional Costa Rica. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu>
 26. Löwy, C. (2019) La construcción del discurso agroquímico plaguicida: de la OMS a los territorios [Tesis de doctorado]. Universidad de Buenos Aires. <https://bios.org.ar/la-construccion-del-discurso-agroquimico-plaguicida-de-la-oms-a-los-territorios/>
 27. Mac Loughlin, T. M., Peluso, L. y Marino, D. J. G. (2018). Impacto de la actividad horticultura sobre cursos de aguas periurbanos del Gran La Plata. En P. Tiftonell y B. Giobellina (Comps.), *Periurbanos hacia el consenso: ciudad, ambiente y producción de alimentos. Propuestas para ordenar el territorio* (Vol. 2, p. 55). INTA Ediciones.
 28. Mac Loughlin, T. M., Peluso, L. y Marino, D. J. G. (2022). Multiple pesticides occurrence, fate, and environmental risk assessment in a small horticultural stream of Argentina. *Science of The Total Environment*, 802, 149893.
 29. Menegaz, A. y García, D. (2016). Nuevas problemáticas ambientales en contextos periurbanos: trabajo infantil, niños en situación de trabajo y agrotóxicos. *InvestigiumIRE. Ciencias Sociales y Humanas*, 7(1), 106-118.
 30. Menegaz, A., García, D., González, E., Cabrera, S., Rodríguez, C., Casco, J. M., Cabrera, A., Herrera, G., Lockett, P., Ríos R. R., Peralta, M., Mendoza, R. y Tejera, F. (31 de octubre de 2013). Mapas de riesgo y diagnósticos participativos: aportes a la gestión territorial de la salud socioambiental [Comunicación]. I Jornadas de Investigación y Vinculación UNAJ, Buenos Aires, Argentina.
 31. Organización Mundial de la Salud (OMS). (1 de mayo de 2020). Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>

32. Sarandón, S. J., Flores C. C., Abbona, E., Iermanó, M. J., Blandi, M. L., Oyhamburu M. y Presutti, M. (Noviembre de 2013). Análisis del uso de agroquímicos asociado a las actividades agropecuarias de la Provincia de Buenos Aires [Informe]. Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires.
33. Selis, D. (2000). Análisis de las externalidades negativas del cambio tecnológico en la región del Gran La Plata, Buenos Aires, Argentina [Comunicación]. X Congreso Mundial de Sociología Rural, Río de Janeiro, Brasil.
34. Simoniello, M. C. (2011). Exposición ocupacional a los agroquímicos. Evaluación del daño genético y su relación con procesos de estrés oxidativo [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
35. Souza-Casadinho, J. y Bocero, S. L. (2008). Agrotóxicos: condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9, 87-101.
36. University of Hertfordshire. (s.f.). PPDB: Pesticide Properties DataBase. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

Artículos de revisión

Review articles

Presencia de plaguicidas de uso agropecuario fuera del objetivo: aire, suelo y agua

Off-target presence of agricultural pesticides: air, soil and water

Hough, Guillermo^{1*}

RESUMEN: Teniendo en cuenta los altos niveles de plaguicidas de uso agropecuario (PA) que no llegan al objetivo y los múltiples mecanismos por los cuales se pueden trasladar, es dable esperar que terminen ubicados en una variedad de matrices. La presente revisión tiene el objetivo de reseñar los resultados centrales provenientes de las principales investigaciones argentinas sobre la presencia de PA fuera de su objetivo, a las que se suman datos de investigaciones realizadas en otros países para reforzar los hallazgos. La revisión abarca la presencia de PA encontrados en distintos vectores: aire (en forma gaseosa, líquida o polvillo respirable), suelo (en suelo agropecuario y lindantes, y en polvo de hogares) y agua (en cuerpos de agua, sedimentos, subterránea y lluvias). En cada una de las investigaciones donde se han buscado PA en los vectores referidos, se han encontrado. Tanto la frecuencia de detección como las concentraciones de PA fueron variables, tanto entre vectores como dentro de un mismo vector. Numerosos estudios reportaron concentraciones de PA individuales que superaron los límites considerados admisibles por la Unión Europea. Estos límites no tienen en cuenta, de todos modos, el efecto crónico y sinérgico de las mezclas de PA frecuentemente encontrados en aire, suelo y agua. La revisión pone en evidencia que la agroindustria genera zonas de sacrificio, tanto en las regiones agropecuarias sobre las cuales opera como en los vectores afectados por esta actividad, como el aire, suelo y agua. Frente a la contaminación extendida por el modelo agroindustrial, la solución social y económicamente viable es el cambio hacia un modelo agroecológico.

PALABRAS CLAVE: Argentina. Agricultura. Derivas. Contaminación. Zonas de sacrificio.

ABSTRACT: Considering the high levels of agricultural pesticides (APs) that do not reach their target, and the multiple mechanisms by which they can move, it is to be expected that they will end up in a variety of matrices. This review aims to summarize the main results from the main Argentine studies on the presence of off-target APs, adding data from studies conducted in other countries to reinforce findings. The review covers the presence of APs found in different vectors: air (in gaseous, liquid or breathable dust states), soil (in agricultural and surrounding soils, and in home dust), and water (water bodies, sediments, underground and rain). In each one of these vectors where APs were searched for, they were found. Frequency of detection and concentration varies; between and within vectors. Numerous studies have reported individual APs concentrations above the limit considered acceptable by the European Union. These limits, however, do not consider the chronic and synergistic effect of APs mixtures frequently found in air, soil and water. The review shows that agroindustry generates sacrifice zones, both in the agricultural regions it operates on, as on the vectors affected by this activity such as air, soil and water. In

¹ Investigador Emérito
Comisión de Investigaciones
Científicas Provincia de
Buenos Aires- ConCiencia
Agroecológica de 9 de Julio-
Buenos Aires- Argentina

* Correo de contacto:
guillermohough@yahoo.com

view of the extended contamination produced by the agroindustrial model, the social and economically viable solution is to change towards an agroecological model.

KEYWORDS: Argentina. Agriculture. Drift. Contamination. Sacrifice zones.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas de uso agropecuario (PA) son mezclas de compuestos químicos diseñados para prevenir, destruir, repeler o mitigar organismos que representarían problemas para la producción agropecuaria (De Souza et al., 2020). Los principales organismos objetivo de los PA son hierbas, insectos y hongos. Los PA también son utilizados como reguladores del metabolismo de los cultivos, defoliantes y desecantes (para acelerar artificialmente el secado del tejido vegetal). Cabe aclarar que PA es una de las posibles nomenclaturas para referirse a estos productos. El término ha sido criticado (Löwy, 2019), ya que la categorización de un organismo como plaga depende de quién hace la clasificación y ésta determinará el mecanismo de control. En lugar de PA se utilizan los siguientes términos:

- Fitosanitarios: utilizado por funcionarios, empresarios y productores que buscan disimular los efectos dañinos y riesgos asociados. No es necesario ahondar en lo poco apropiado de este término, ya que son productos lejanos de logros de sanidad o salud, entendida en forma integral y holística.

- Agrotóxicos: utilizado por investigadores e integrantes de organizaciones ambientalistas. Un problema de este término es que hay productos utilizados en la agroecología y la producción orgánica que no son de síntesis química, pero sí son tóxicos para distintos organismos, por ejemplo, la tierra de diatomeas utilizada para combatir ciertos insectos como ácaros y caracoles.

- Agroquímicos biocidas: nomenclatura adoptada por Löwy (2019), argumentando que evita el problema mencionado por el

uso del término agrotóxicos.

En la presente revisión se utilizará la nomenclatura de PA, ya que es ampliamente reconocida y está asociada al término inglés *pesticides*, de uso extendido.

En la Argentina no hay datos oficiales ni privados sobre los volúmenes de PA utilizados. La FAO (2022) estimó un uso de 5,9, 12,6, 9,9, 5,4 y 7,6 kg/año de PA por hectárea cultivable en la Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; respectivamente. Estos valores contrastan con las estimaciones relativamente bajas de 3,5 y 3 kg por hectárea cultivable para Francia y EE. UU., respectivamente. A esto se suma que, en la Argentina, por ejemplo, hay aproximadamente 340 ingredientes activos en PA autorizados, 120 de los cuales no están aprobados para su uso en la Unión Europea (Arancibia et al., 2019). O sea que se está frente a un alto uso de PA en amplias zonas de América de Sur y con ingredientes activos más peligrosos.

No todo el PA aplicado llega al objetivo específico, sea éste hierbas, insectos u hongos. Las estimaciones sobre la cantidad de PA que no llegan al objetivo son muy variables, con valores de entre el 40% y 90% de pérdidas por derivas (Hough, 2024). La deriva es todo el PA que no llega al objetivo y se clasifica en deriva primaria y secundaria, siendo la primaria la que se produce en el momento de pulverización y la secundaria la que se produce luego de efectuada la misma (Bish et al., 2021). La primaria se genera por arrastre del viento y por la turbulencia propia de la pulverización, generando la contaminación del aire circundante a la aplicación. En cuanto a la deriva secundaria, luego de que se ha producido la pulverización

Pueden ocurrir distintos fenómenos (Hough, 2024):

a) Volatilización de la gota del PA antes de que llegue a depositarse, o posterior a la deposición del plaguicida desde la superficie foliar o del suelo. En ambos casos el PA contamina el aire en primera instancia, pudiendo luego ser arrastrado por lluvias y/o vientos a variadas superficies, tales como suelo, aguas superficiales u otros cultivos.

b) La adsorción en el suelo y permanencia en el suelo por tiempos que varían según el PA, las propiedades del suelo y el clima.

c) La adsorción en el suelo, con posterior vuelo del polvillo por efecto del viento. Este polvillo con el PA adsorbido pasa a ser un contaminante del aire.

d) La adsorción en el suelo, con posterior lavado hacia napas subterráneas o su transporte hacia cuerpos de agua por escorrentías tras una lluvia.

e) Inversión térmica y posterior deriva de la capa de PA suspendida por efecto de la misma. Así como la volatilización, este fenómeno contamina primero al aire, pero puede pasar a otros espacios por efecto de la lluvia y/o viento.

OBJETIVO Y CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Teniendo en cuenta los altos niveles de PA que no llegan al objetivo y los múltiples mecanismos por los cuales se pueden trasladar, es dable esperar que terminen ubicados en una variedad de matrices. La presente revisión tiene el objetivo de reseñar los resultados sobre el tema de las principales investigaciones argentinas sobre la presencia de PA fuera de su objetivo, complementándolos con información relevante de investigaciones realizadas en otros países. Se centra en investigaciones argentinas, ya que es un país en el cual rige un modelo de producción agroindustrial con uso intensivo de PA, modelo que es común a otros países de la región como Brasil, Paraguay o Uruguay. La revisión abarca la presencia de PA encontrados en los siguientes vectores: aire, suelo y agua, dejando para una segunda parte su presencia en alimentos y seres vivos.

El criterio para la inclusión de referencias fue cubrir las publicaciones de investigaciones realizadas en la Argentina en revistas internacionales con revisión por pares. Solamente dos de las que se inclu-

yen no cumplían esta condición, siendo publicadas por instituciones nacionales de investigación. La información complementaria proveniente de investigaciones realizadas en otros países se sumó para cubrir los siguientes aspectos de la revisión: definiciones; estudios similares que confirman/refuerzan lo encontrado en la Argentina y/o permitan comparar concentraciones; resultados obtenidos a partir de metodologías no aplicadas en la Argentina; y citas puntuales que demuestran los efectos nocivos de los PA presentes en los vectores considerados. Del total de 63 referencias, el 41% fueron argentinas y el resto de otros países. Asimismo, se priorizaron publicaciones recientes: el 51%, 29% y 15% de las referencias corresponden a los periodos 2020-2024, 2015-2019 y hasta 2014, respectivamente.

AIRE

Ni bien el PA se desprende de la boquilla del pulverizador aéreo o terrestre, contamina el aire circundante. Puede generarse una volatilización antes de que llegue al objetivo, al suelo y/o a cultivos de producción, quedando así en forma gaseosa. Aunque no se produzca una volatilización, la gota de PA proveniente del pulverizador puede ser arrastrada por el viento, permaneciendo en el aire hasta tanto se deposite sobre superficies lindantes o, lo que generalmente es peor, cuando se genera el efecto de inversión térmica (Hough, 2024), las gotas de PA permanecen suspendidas durante horas, siendo arrastradas a través del aire por brisas o vientos a kilómetros de distancia. En ambos casos, el PA queda suspendido en forma líquida en el aire. Otro fenómeno que ocurre con frecuencia es que el PA cae y es adsorbido por el suelo. Con posterioridad, y ante un clima seco, el viento puede levantar polvillo y el aire contendrá partículas sólidas contaminadas. Es así que los PA pueden estar en el aire en tres estados: gaseoso, líquido y sólido (Boonupara et al., 2023).

Estado gaseoso y/o líquido

En Sudamérica son pocos los estudios realizados sobre PA volatilizados o suspendidos en estado líquido en aire. El proyecto SPRINT (Sustainable Plant Protection

Transition), financiado por la Unión Europea, realizó un estudio sobre la presencia de PA en 10 sitios europeos y 1 en Argentina (Alaoui et al., 2024). No realizaron análisis de aire en forma directa, sino que utilizaron una pulsera de siliconas que colocaron en distintas personas y animales, sobre la cual se acumularon PA provenientes, en parte, del aire, aunque también del agua y de la propia piel del individuo. De 209 sustancias analizadas, definieron 20 como las más críticas, en base a su frecuencia de detección y la mediana de su concentración. Estas 20 sustancias fueron detectadas en las pulseras portadas por humanos y animales. Por su parte, Tombesi et al. (2014) midieron contaminantes orgánicos en aire en la provincia de Buenos Aires en los años 2006-2007 y encontraron compuestos organoclorados que ya han sido prohibidos.

En línea con esto, en una zona rural de Chile dedicada al cultivo de frutas, entre 34 PA analizados en aire, los dos con mayor concentración fueron el insecticida clorpirifós (3470 ng/m³) y el fungicida pyrimethanil (52,8 ng/m³) (Climent et al., 2019); ambos compuestos son de toxicidad probada, a tal punto que el uso de clorpirifós fue prohibido recientemente tanto en la Argentina como en Chile.

Se ha investigado también la presencia en aire de PA en otros países fuera de Sudamérica. Dalvie et al. (2014) encontraron 3 PA en el aire del patio de una escuela rodeada de campos pulverizados de Sudáfrica. Las concentraciones fueron entre 1,3 y 6,9 ng/m³. Los autores indicaron que las consecuencias de la inhalación crónica para la salud de las/los alumnos de la escuela son inciertas. Murschell y Farmer (2019) colocaron el sensor de un espectrómetro de masas contiguo a un campo pulverizado en la Universidad de Colorado, EE. UU., para captar en forma directa los herbicidas 2-4-D y MCPA. El primero de ellos, más volátil, tuvo un pico de concentración (20 ng/L) durante la aplicación. El MCPA (menos volátil) tuvo su pico varias horas posteriores a la aplicación (60 ng/L). Confirmaron que la volatilización de PA puede ocurrir tanto directamente desde la gota pulverizada como luego de varias horas desde superficies sobre las cuales cayeron, habilitando así el transporte de PA fuera de su objetivo a zonas

remotas. Sobre un total de 46 plaguicidas analizados en el aire de la región de Valona, Bélgica, cubriendo 12 sitios a lo largo de un año, Habran et al. (2024) encontraron 18 herbicidas, 18 fungicidas y 6 insecticidas. 68%, 63% y 13% de las muestras contenían herbicidas, fungicidas e insecticidas, respectivamente. Las concentraciones medias de estos compuestos fueron 1,1, 1,5 y 0,1 ng/m³, respectivamente. Los fungicidas son usados en significativamente menor cantidad que los herbicidas, pero su mayor concentración en el aire es consecuencia de su mayor volatilidad. En un estudio con ratas de laboratorio que respiraron concentraciones realistas del herbicida paraquat, se halló que éste se encontraba en forma acumulativa en distintos tejidos: cerebro, bulbo olfatorio, pulmón y riñón (Anderson et al., 2021). Los autores señalaron que a exposición a paraquat está asociado a una mayor incidencia del mal de Parkinson.

Una técnica novedosa aplicada en Francia para detectar plaguicidas en la atmósfera es el uso de líquenes (Durand et al., 2024) que actúan como biomonitores. En el año 2020 se realizó un extenso estudio que cubrió 29 sitios de toma de muestras en 17 países europeos y en el Ártico europeo (Mayer et al., 2024). En total se detectaron 58 plaguicidas en la atmósfera europea; 22 de ellos fueron identificados como propensos a desplazarse largas distancias a través de la atmósfera, 15 autorizados para su uso como PA en Europa y 7 prohibidos. Los 4 PA con concentraciones promedio más altas tuvieron valores entre 1,7 ng/m³ y 7,5 ng/m³. Al comparar las concentraciones en sitios remotos con las cercanas a su aplicación, concluyeron que 2 herbicidas (uno de ellos atrazina, muy utilizado en Sudamérica), 3 fungicidas y 1 insecticida, tienen extensa persistencia atmosférica, contrariando la suposición actual de las autoridades de control que estiman que no hay peligro de transporte atmosférico distante. La conclusión textual de este trabajo fue: “Modelos más realistas son muy importantes si queremos asegurar que los plaguicidas autorizados para uso agropecuario en Europa (y en otros lugares) no contaminen el ambiente generando un riesgo para la salud a miles de kilómetros de su fuente de uso” (Mayer et al., 2024, p. 3348).

Polvillo en aire

Puede haber partículas sólidas de PA en el aire, por ejemplo, provenientes de su desprendimiento de semillas “curadas” (impregnadas con PA) (Nuyttens et al., 2013), pero más común es que el PA esté adsorbido al polvillo levantado por el viento de suelos contaminados.

Polvillo con partículas de diámetro inferior a 10 μm (PM₁₀) puede quedar suspendido en el aire, ser transportado por vientos y llegar a los pulmones de seres vivos. Es así que constituyen una fuente importante de contaminación (Ramírez-Haberkon et al., 2024). Estos autores investigaron la presencia de 14 herbicidas, 14 insecticidas y 6 fungicidas, todos ellos de alta toxicidad, en PM₁₀ proveniente de suelos y caminos rurales no pavimentados en el este de la provincia de La Pampa, Argentina. Se detectó un promedio de 7 PA en las muestras de PM₁₀, confirmando así que este vector es un vehículo de PA, aun en sitios no pulverizados, como son los caminos rurales. Las concentraciones más altas en PM₁₀ fueron para los herbicidas 2,4-D y metolaclor, con valores máximos de 2051 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 499 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. En suelos contiguos las concentraciones máximas fueron: 1311 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 1645 $\mu\text{g}/\text{kg}$. En un estudio similar (Ramírez-Haberkon et al., 2021) focalizado en glifosato y su metabolito AMPA, en promedio las partículas de PM₁₀ tuvieron una concentración de glifosato + AMPA de 4440 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en suelo pulverizado y de 712 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en el suelo contiguo. Las concentraciones de glifosato + AMPA en las partículas de polvillo respirables fueron superiores a las del suelo del cual provienen. No se debe olvidar que el glifosato y AMPA llegan a los caminos no pavimentados porque el suelo agrícola fue pulverizado con PA previamente. Estos estudios sobre la presencia de PA en polvillo suspendido en el aire alertan sobre los riesgos para la salud de seres vivos que respiran estas partículas.

Farenhorst et al. (2015) tomaron muestras de deposiciones totales (lluvia + polvillo) sobre planchas de 1m x 1m durante 2010 y 2011 ubicadas a 1,2 km y a 3,5 km de tierras cultivadas en Canadá. Encontraron 14 herbicidas, 2 fungicidas y 2 insecticidas. El 98,5% y 4,4% de las muestras tenían más de un PA y 13 PA, respectiva-

mente. Hubo una correlación entre la deposición de PA y su uso estacional. El glifosato representó el 65% del total depositado y los autores concluyeron que el glifosato es transportado más por el polvillo que por vaporización o su solubilidad en agua. Resultados similares fueron encontrados por Pereyro et al. (2019) en la provincia de Buenos Aires, Argentina.

SUELO

Es inevitable que una porción de los PA pulverizados por vía terrestre o aérea lleguen al suelo. Desde allí pueden quedar retenidos hasta su degradación o desplazamiento. El desplazamiento representa una deriva secundaria cuyos distintos tipos fueron detallados en la Introducción. En la presente sección se presentan datos de trabajos en los cuales se analizaron PA en suelos agropecuarios y lindantes, y en polvo acumulado en edificios.

Suelos agropecuarios y lindantes

PA han sido encontrados en suelos dedicados a la agricultura en la Argentina. En suelos agropecuarios de uso variado de la zona pampeana, Alonso et al. (2018) encontraron glifosato, atrazina y AMPA en 41%, 32% y 22% de las muestras tomadas de 4 de las 5 provincias de la zona pampeana de Argentina, respectivamente. La mediana de las concentraciones para estos compuestos fue de 102,7 y 223 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. Glifosato y AMPA fueron encontrados en 16 muestras de suelo del suroeste de la provincia de Buenos Aires (Aparicio et al., 2013) con medianas de 232 y 730 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectivamente. El tiempo entre la última aplicación y la toma de muestra varió entre 1 y 188 días; estos tiempos no correlacionaron con las concentraciones, reflejando la persistencia de estos PA. Justamente, Primost et al. (2017) demostraron la característica seudopersistente del glifosato analizando suelos de la zona sureste de la provincia de Entre Ríos, Argentina. Por un lado, las concentraciones fueron de las más altas registradas a nivel mundial: 8105 y 38939 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de glifosato y AMPA, respectivamente. Pudieron inferir que, bajo las prácticas de aplicación vigentes, la tasa de aplicación es mayor que la tasa de degradación, y concluyeron que el glifosato en

estos sistemas de producción es un contaminante seudopersistente. Otros trabajos (Soracco et al., 2018; Villarreal et al., 2020) llegaron a una conclusión similar sobre la acumulación de glifosato en suelos agrícolas de la zona pampeana de Argentina. Bernasconi et al. (2021) encontraron glifosato, AMPA, 2-4-D y epoxiconazole en el suelo de un campo agroecológico en la provincia de Buenos Aires, situado a 300 m del alambrado del campo lindante agroindustrial, demostrando la ubicuidad de PA aun en suelos en los cuales no son aplicados.

En la mayoría de los suelos de 14 escuelas rurales de la provincia de Buenos Aires se detectó la presencia de glifosato (frecuencia de detección: 56%), AMPA (69%), atrazina (63%) y 2-4-D (50%) (Canziani et al., 2020). Las concentraciones estuvieron por debajo de los límites que generan una toxicidad aguda, pero las autoras señalaron que esos límites no tienen en cuenta el efecto crónico y sinérgico sobre docentes y estudiantes que conviven diariamente durante varias horas con estos PA. Es de destacar que niñas y niños son particularmente vulnerables a la exposición a PA debido a sus diferencias fisiológicas con adultos (Rodríguez et al., 2012).

Así como se han reseñado investigaciones realizadas en suelos de la Argentina, hay múltiples publicaciones sobre la presencia de PA en suelos de otros países y regiones, por ejemplo, de Francia (Pelosi et al., 2021), México (Góngora-Echeverría et al., 2019), Sudáfrica (Degrendele et al., 2022) y la Unión Europea (Silva et al., 2018).

El uso intensivo de PA lleva a que los mismos se tornen persistentes o seudopersistentes en los suelos. Esta presencia continuada genera daños en sus propiedades físicas y biológicas. Kremer (2017) detalló los perjuicios al suelo generados por el glifosato: alteración en la respiración de algunos organismos eucarióticos; inmovilización de nutrientes esenciales para microorganismos y plantas; disrupción de diversidad microbiana en las rizosferas; reducción en la infección de las raíces de legumbres por rizobios reduciendo la fijación de nitrógeno; disrupción de la actividad de lombrices; y reducción del número de organismos acuáticos. No solo los herbicidas afectan la salud del suelo, sino tam-

bién los fungicidas (Roman et al., 2021) e insecticidas (Jeyaseelan et al., 2024).

Polvillo en hogares y escuelas

Un vector en el cual se han encontrado PA es el polvillo que llega a los hogares y escuelas, y con el cual están en contacto cercano las personas.

En el marco del proyecto SPRINT, Navarro et al. (2023) analizaron 198 plaguicidas en 128 muestras de polvillo tomadas de hogares de trabajadores rurales, tanto de producción convencional como orgánica, en 10 países europeos y en Argentina. Encontraron mezclas de PA en todas las muestras, con una presencia mediana de 78 PA. La Argentina se destacó por tener la frecuencia más alta de varios PA, generalmente por estar autorizados cuando en Europa no lo están, como es el caso de la atrazina, detectada en el 100% de las muestras argentinas. La Argentina también tuvo la concentración mediana más alta de PA totales: 25 200 µg/kg (sobre 13 muestras). En cuanto al glifosato, la mediana y la máxima para la Argentina fueron de 2580 µg/kg y 49 500 µg/kg, respectivamente. El polvillo de hogares de trabajadores rurales argentinos estuvo altamente contaminado con PA.

En un estudio realizado en la costa noroeste de EE. UU. entre los años 2008-2010 (Butler-Dawson et al., 2016) se verificó que el polvillo de hogares de agricultores contenía mayor cantidad de PA organofosforados que hogares no vinculados a la agricultura. El desempeño del comportamiento neurológico de niñas/niños que vivían en estos hogares fue menor en los hogares de agricultores, lo que podría deberse a su mayor exposición a PA. En California, EE. UU. midieron la concentración de 7 PA en polvillo levantado de alfombras de hogares, con exposición previa a PA en un radio ≤ 1250 m (Gunier et al., 2011). Para 5 de los 7 PA la concentración de hogares expuestos fue mayor a la de hogares no expuestos. En un estudio sobre polvillo aspirado de hogares en el estado de Iowa, EE. UU. (Ward et al., 2006), se detectaron 6 herbicidas utilizados en forma casi exclusiva en la agricultura en el 28% de los hogares. La detección y concentración fue mayor donde vivía algún agricultor, y también mayor cuanto mayor era la superficie

sembrada con maíz o soja en un radio de 750 m de los hogares. Estudios más recientes dieron resultados similares. Xie et al. (2024) encontraron que una población que utilizó PA en forma reciente o de por vida en los estados de Iowa o Carolina del Norte, EE. UU., tuvo concentraciones más altas de PA en el polvillo de sus hogares, que una población que no utilizó PA. Entre los PA encontrados figuraron atrazina (frecuencia de detección: 29%, concentración mediana: 170 µg/kg), metolaclo (86%, 15 µg/kg) y el insecticida cilfutrina (58%, 60 µg/kg), productos utilizados con frecuencia en la Argentina. El estado de California en EE. UU. tiene un sistema de monitoreo del uso de PA riguroso, mediante el cual quedan en un registro público las sustancias activas aplicadas, las cantidades y la locación exacta del predio pulverizado. Esto permitió a Madrigal et al. (2024) investigar el efecto del tipo de cultivo y la incidencia del viento en la presencia de PA efectivamente aplicados sobre su presencia en polvillo de hogares ubicados dentro de un radio de 4 km de aplicación. Midieron la concentración de 8 herbicidas (2,4-D, dactal, dicamba, glifosato, MCPA, MCPP, trifluralin y simazine) y 2 fungicidas (clorotalonil e iprodione). Las frecuencias de detección y las concentraciones en el polvillo aumentaron en función de las cantidades pulverizadas para todos los herbicidas y uno de los fungicidas. Las concentraciones para glifosato y 2,4-D fueron > 1000 µg/kg y > 100 µg/kg, respectivamente. Estos valores están en el mismo orden que las encontradas en suelos agropecuarios, y que figuran más arriba, glifosato y AMPA: 232 y 730 µg/kg, respectivamente (Aparicio y De Gerónimo, 2013). Un estudio realizado en centros de cuidado infantil (guarderías) en California, EE. UU. (Hazard et al., 2023), reveló que la frecuencia y concentración de insecticidas de uso agropecuario encontrados en el polvillo de felpudos y alfombras estuvieron relacionadas con la locación (zona agropecuaria) y la proximidad a campos pulverizados. O sea que niñas y niños no solamente están expuestos a PA en sus hogares, sino en centros de cuidado o escuelas.

AGUA

La deriva primaria de PA (ver Introducción) consiste en gotas o vapores que

no llegan al objetivo en el momento de la pulverización, sea ésta terrestre o aérea. Esta deriva puede volatilizarse o quedar suspendida para permanecer en el aire, o caer sobre espacios diversos entre los cuales figuran los cuerpos de agua: lagunas, arroyos, ríos, lagos y mares. Al llegar a los cuerpos de agua, los PA pueden acumularse en sus sedimentos. Esta presencia en sedimentos podría haberse incluido en la sección anterior, "Suelos", pero al estar asociada directamente al cuerpo de agua, se incluye en esta sección.

Por otro lado, una de las posibles derivas secundarias es cuando el PA es adsorbido por el suelo, ya sea en los predios de cultivo o en aledaños. Así adsorbido puede ser lavado o filtrar hacia napas subterráneas, o ser transportado hacia cuerpos de agua por escorrentías tras una lluvia o por el polvillo arrastrado por vientos. Al abordar la presencia de PA en aire se detalló que su presencia puede estar en estado gaseoso, líquido o sólido. En cualquiera de los tres estados es posible que sean arrastrados por agua de lluvia. En la presente sección se reseñará la presencia de PA en cuerpos de agua y sus sedimentos, en aguas subterráneas y en agua de lluvia.

Cuerpos de agua

La mayor cantidad de estudios de PA en agua han sido sobre cuerpos de agua. Ya se mencionó el trabajo de Aparicio et al. (2013) en el que midieron glifosato y AMPA en suelos del suroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En él también analizaron la presencia de estos PA en 44 arroyos de la misma zona y detectaron glifosato en el 15%, 67% y 66% de las muestras de agua, partículas suspendidas y sedimento, respectivamente. Para el AMPA estos números fueron 12%, 20% y 89%. Concluyeron que la escorrentía de partículas del suelo que tienen glifosato adsorbido termina en los cursos de agua donde éste es desorbido, degradado a AMPA y como tal se acumula en el sedimento. Bonansea et al. (2018) tuvieron resultados similares tomando muestras del río Suquia que atraviesa parte de la provincia de Córdoba, Argentina, incluida su ciudad capital. En su trayecto pasa por zonas dedicadas a la agricultura extensiva y otra a la agricultura intensiva. Glifosato + AMPA

fueron detectados en 3%, 36% y 61% de agua, partículas suspendidas y sedimento, respectivamente. Las concentraciones máximas para estos vectores fueron de 130 µg/L, 2148 µg/kg y 2255 µg/kg. En la provincia de Entre Ríos, Argentina, Primost et al. (2017) determinaron concentraciones máximas de glifosato + AMPA de 3,7 µg/L, 1059 µg/kg y 10 513 µg/kg en agua, partículas suspendidas y sedimentos, respectivamente. Las variaciones en las concentraciones de un estudio a otro tienen que ver con los cultivos circundantes, las características de los cuerpos de agua y del clima. En cualquiera de los casos la frecuencia de detección y las concentraciones son altas, especialmente para sedimentos y partículas. Estos vectores tuvieron concentraciones similares a las ya vistas para suelos y polvillo. El coeficiente de riesgo estimado por Bonansea et al. (2018) determinó que organismos acuáticos estaban amenazados por la presencia de estos PA.

193 PA fueron investigados en 64 muestras de cuerpos de agua de dimensiones reducidas (arroyos, canales, zanjas, ríos, lagos y estanques) ubicados en zonas de actividad agrícola intensiva de 10 países europeos y de Argentina (Navarro et al., 2024). En todos los cuerpos de agua se detectaron mezclas de PA con una mediana de 20 PA por muestra y concentraciones totales entre 6,9 y 5860 ng/L. Los herbicidas fueron encontrados con mayor frecuencia que fungicidas e insecticidas. La Argentina fue el país con la concentración total de PA más alta. La atrazina está prohibida en la mayoría de los países europeos; igualmente se detectó su presencia, pero en concentraciones aproximadamente 20 veces menores que en la Argentina, donde su uso está aprobado y fue encontrado en todas las muestras de este país. La Argentina también fue el país que tuvo el mayor valor del índice de riesgo ambiental para la salud humana y acuática. Es de suponer que en otros países sudamericanos donde el modelo de producción agropecuaria es similar al de Argentina, como Brasil, Paraguay o Uruguay, el riesgo ambiental es también similar.

Al tomar muestras en la Argentina de 52 y 24 lagunas de la zona agrícola pampeana y de una zona no agrícola patagónica, respectivamente, Castro-Berman et al. (2018) detectaron que el agua de más del

40% de las pampeanas tenían presencia de glifosato, mientras que ninguna de las patagónicas dio positiva. De Gerónimo et al. (2014) analizaron la presencia de 29 PA utilizados en cuerpos de agua ubicados en cuatro regiones diferenciadas de la Argentina: subtropical sin estación seca (provincia de Misiones), subtropical con estación seca (provincia de Tucumán), y dos en la provincia de Buenos Aires, de clima templado y húmedo. Dos de los PA más encontrados fueron atrazina y tebuconazole, dos productos de alta toxicidad, en concentraciones de 1,4 y 0,035 µg/L, respectivamente. En uno de los cuerpos de agua de la provincia de Buenos Aires se encontraron 18 de los 29 PA monitoreados. Ya se ha mencionado que el modelo de producción agropecuaria en Brasil es similar al de la Argentina y es esperable, entonces, que en vectores como cursos de agua se encuentren PA también allí. Caldas et al. (2019) encontraron atrazina y tebuconazole en más del 50% de muestras de agua superficial en el sur de Brasil, en concentraciones máximas de 0,049 µg/L y 0,46 µg/L, respectivamente.

En un curso de agua cercano a cultivos de caña de azúcar en Queensland, Australia, se detectaron 43 residuos de PA, con 4 de ellos (ametrina, atrazina, diuron, metolaclor) superando durante varios meses límites supuestamente admisibles (O'Brien et al., 2016). Durante el año hubo variaciones en las concentraciones, ya que en época de pocas lluvias se regaban los cultivos y la escorrentía trasladaba los PA al curso de agua. En la época de lluvias intensas hubo un pico de lavado inicial que luego se diluía. Este estudio demostró que el regadío de cultivos pulverizados conduce a derivas secundarias significativas. En la cuenca del río Guadalquivir, en España, que recibe escorrentías provenientes de la aplicación de PA en olivares, Fernández-García et al. (2024) investigaron la presencia de PA y sus productos de degradación en 11 arroyos, cubriendo un periodo de 2 años. El herbicida MCPA fue encontrado en todas las muestras con una concentración máxima de 1,3 µg/L. Otras sustancias con alta incidencia fueron el fungicida carbendazim (1,1 µg/L) y el herbicida chlorotoluron (0,7 µg/L). El coeficiente de riesgo ambiental fue alto en 8 de los 11 arroyos para algas, en 4 para inver-

tebrados y en 1 para vertebrados.

En un extenso estudio realizado en EE. UU., Battaglin et al. (2014) encontraron glifosato y AMPA en el 39% de 3732 muestras ambientales tomadas en 38 estados entre los años 2001 y 2010. Las muestras de agua con mayor porcentaje de detección fueron tomadas de zanjas, drenajes y lluvias (entre 70% y 80%, tanto para glifosato como AMPA), seguidas de arroyos. El suelo y sedimentos tuvieron 92% de frecuencia de detección. Las aguas con menor porcentaje de detección fueron las subterráneas: 5,8% y 14,3% para glifosato y AMPA, respectivamente. Concluyeron que el glifosato y AMPA aportan a las exposiciones crónicas de mezclas de PA experimentadas por plantas y animales en una amplia gama de ecosistemas de EE. UU. Sin duda, esta conclusión es válida para otros países donde rige el modelo agroindustrial de producción, como son los sudamericanos.

Agua subterránea

Urseler et al. (2022) analizaron atrazina en el agua subterránea obtenida de perforaciones en 18 tambos de la provincia de Córdoba, Argentina. La atrazina fue elegida como PA testigo por su persistencia en distintos vectores ambientales, teniendo una vida media entre varias semanas y dos años, lo que aumenta las probabilidades de que lixivie hacia aguas subterráneas. Las muestras fueron tomadas entre los meses de noviembre y diciembre, temporada alta para la aplicación de PA. En 8 de los tambos (el 44%) la concentración superó el límite en agua para consumo humano de 0,1 µg/L establecido por la Unión Europea para PA individuales. Es habitual que se considere el agua obtenida de una perforación en el campo como “buena”; este estudio demuestra que las probabilidades de que sea “mala” son altas. Por otra parte, no tiene sentido comparar las concentraciones encontradas con valores máximos permitidos por distintas organizaciones gubernamentales, ya que éstos varían en varios órdenes de magnitud. Por ejemplo, el límite para glifosato en agua para EE. UU. es de 700 µg/kg y para la Unión Europea es de 0,1 µg/kg. Sin embargo, para tener una referencia, se realizarán comparaciones con los límites de la Unión Europea, por ser éstos los más estrictos. Cabe insistir en que

estos límites son de escaso valor, ya que la mera presencia de PA, ya sea por encima o por debajo del límite considerado, es potencialmente peligrosa para la salud de las personas y el ambiente.

Aparicio y De Gerónimo (2024) analizaron 46 y 108 muestras de agua subterránea destinada al consumo humano, provenientes de fuentes públicas (empresas proveedoras de agua a poblaciones urbanas) y privadas (perforaciones en casas particulares en campos o pequeños pueblos), respectivamente. Los pozos estaban localizados en la zona pampeana de Argentina. De los 53 PA analizados los encontrados con mayor frecuencia fueron: atrazina, metolacolor, imidacloprid, hidroxiatrazina, imazetapir y 2-4,D, tanto en aguas públicas como privadas. Hubo una relación directa entre la frecuencia detectada y la presencia cercana de cultivos pulverizados. En el 8,7% y 17,6% de las muestras públicas y privadas, respectivamente, se excedieron los límites recomendados por la Unión Europea para PA individuales. En la sumatoria de PA, los límites fueron superados en el 4,3% y 13,9%, de las muestras para públicas y privadas, respectivamente. En base a estos resultados los autores recomiendan que los PA sean incluidos en el marco regulatorio del agua destinada a consumo humano y que haya una drástica reducción en el uso de PA para salvaguardar la salud de la población. Canziani et al. (2020) encontraron atrazina y sus metabolitos en la totalidad de 9 pozos de agua de escuelas rurales de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Metil-metsulfurón fue encontrado en 8 de las escuelas. Estas perforaciones en escuelas rurales se considerarían fuentes “privadas” según la categorización de Aparicio y De Gerónimo (2024). En la provincia de Entre Ríos, Argentina, Primost et al. (2017) no encontraron glifosato ni AMPA en muestras de aguas de molinos, tomadas de perforaciones entre 40 y 60 m de profundidad, a pesar de las altas concentraciones de estos compuestos en los correspondientes suelos (ver sección “Suelos”). La adsorción del glifosato al suelo y la profundidad de los pozos pueden explicar la ausencia en las aguas de los molinos.

Pérez-Indoval y Romero-López (2024) evaluaron el grado de contaminación con 4 herbicidas en agua subterránea de pozos de la cuenca del río Júcar, en España. Sobre 72

pozos, en 20 hubo atrazina, de los cuales el 70% superó el límite de 0,1 µg/L establecido por la Unión Europea. El pozo más contaminado tuvo una concentración máxima de 1,4 µg/L. Otros 3 herbicidas también estuvieron presentes (bromacil, terbutilazina y terbumeton), en algunos pozos en concentraciones superiores a las permitidas. La distribución espacial de los pozos contaminados coincide con zonas agrícolas con prácticas de regadío, no quedando dudas del origen de los herbicidas hallados en el agua subterránea de los pozos.

Generalmente se considera que los acuíferos profundos están naturalmente protegidos de contaminantes modernos, como serían los PA y sus metabolitos, debido a las distancias verticales a la superficie, la litología y gradientes hidráulicos de abajo hacia arriba. Sin embargo, Cabrera et al. (2024) encontraron AMPA y metolaclor en concentraciones de 4,93 µg/L y 0,015 µg/L, respectivamente, en un acuífero profundo sedimentario a > 100 m de profundidad debajo de tierras agrícolas en la provincia de Córdoba, Argentina. Modelaron el comportamiento hidráulico que permitió explicar que los PA lleguen a profundidades tan grandes. La clave del fenómeno reside en la elevación de las napas freáticas, lo que genera un gradiente hidráulico hacia la profundidad. Esto lleva a que heterogeneidades físicas y/o pérdidas en pozos domésticos actúen como vías de transporte de contaminantes superficiales hacia agua subterránea no confinada o semiconfinada. Los autores afirmaron que “urgen medidas para eliminar estas vías de contaminación” (Cabrera et al., 2024, p. 1). Sin embargo, es difícil que esto pueda lograrse sin sustituir el modelo agroindustrial imperante por un modelo agroecológico.

Agua de lluvia

En una amplia zona que cubrió 4 provincias de la región pampeana de Argentina (Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe), sobre un total de 112 muestras de agua de lluvia tomadas en ciudades pequeñas y una grande (La Plata, provincia de Buenos Aires) se encontró glifosato y atrazina en más del 80% de las muestras (Alonso et al., 2018). Las concentraciones medianas y máximas fueron de 1,24-67,3 µg/L

de 0,22-26,9 µg/L para glifosato y atrazina, respectivamente. Las concentraciones máximas para ambos herbicidas fueron superiores a las encontradas en agua de lluvia en Canadá y EE. UU. Los autores indicaron que ésto sería consecuencia de las dosis más elevadas de PA utilizadas en la agricultura argentina.

Glifosato y AMPA fueron analizados en muestras de agua de lluvia recolectadas durante el año 2013 en la zona ribereña del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina (Lupi et al., 2019). Las concentraciones más altas de glifosato coincidieron con la época de mayores aplicaciones del herbicida en la zona. Glifosato y AMPA fueron encontrados en 52% y 13% de las muestras, respectivamente. La concentración media de glifosato + AMPA fue de 2,7 µg/L, con una máxima de 8,1 µg/L. La mayoría de las muestras tuvieron concentraciones superiores al límite de 0,1 µg/L admitido en la Unión Europea para agua destinada al consumo humano.

Una práctica recomendada, y en algunos casos legislada a través de ordenanzas, para mitigar el efecto de las derivas de PA es el uso de barreras forestales. En una zona agrícola del estado de Georgia, EE. UU., donde se estableció esta práctica, Glinski et al. (2018) analizaron la presencia de 160 PA en el agua de lluvia que drenaba por el tronco de los árboles, en la que drenaba a través de la copa y en el agua de lagunas y arroyos contiguos. 32 PA fueron encontrados en los tres vectores; herbicidas y fungicidas estaban presentes en todo tipo de muestras, los insecticidas solamente en los cuerpos de agua. Algunas sustancias como la atrazina tuvieron concentraciones que superaron los límites considerados admisibles. Lo destacable de este trabajo fue que demostró que las barreras puestas para contener las derivas primarias terminan contaminando el suelo y cursos de agua por drenaje. Las barreras forestales suelen ser recomendadas para proteger escuelas rurales, pero este trabajo demostró que la protección no es efectiva.

Décucq et al. (2022) discutieron el muestreo simultáneo de aire y lluvia para evaluar la contaminación por derivas fuera de objetivo de PA. Cuantificaron 12 PA (6 fungicidas, 5 herbicidas y 1 insecticida) en concentraciones entre 0,5 ng/L y 170 ng/L

en agua de lluvia que caía sobre zonas ajenas a los cultivos donde fueron aplicados en una zona agropecuaria de Francia. En un campus de Ohio, EE. UU., cercano a suelos cultivados, Gray et al. (2022) encontraron 23 plaguicidas en 53 muestras de agua de lluvia y nieve, entre éstos, herbicidas habituales como atrazina, metolaclor y alaclor. Para la atrazina la concentración mediana fue de 6,9 ng/L, lo que no parecería elevado. Sin embargo, estimaron que la deposición anual de atrazina por lluvia fue de 192 µg/m², lo que ya es una cantidad preocupante.

CONCLUSIONES

Se ha realizado una revisión bibliográfica cubriendo investigaciones de la Argentina y otros países sobre la presencia de PA en tres vectores: aire, suelo y agua. Las conclusiones más importantes que se desprenden de la revisión y su análisis crítico son las siguientes:

a) En cada una de las investigaciones donde se han buscado PA en los vectores referidos, en mayor o menor medida, se han encontrado.

b) La frecuencia de detección fue variable, tanto entre vectores como dentro de un mismo vector, como puede apreciarse en el análisis detallado previo. Por ejemplo, en aire, de los 20 PA considerados críticos, se encontraron los 20 en pulseras llevadas por argentinos en zonas rurales de su país (Alaoui et al., 2024). En Bélgica el 68%, 63% y 13% de las muestras de aire contenían herbicidas, fungicidas e insecticidas, respectivamente (Habran et al., 2024). Otro ejemplo fueron las variaciones en agua subterránea. Canziani et al. (2020) detectaron atrazina en la totalidad de los pozos de escuelas rurales estudiados en la provincia de Buenos Aires, Argentina, mientras que Pérez-Indoval y Romero-López (2024) encontraron atrazina en el 28% de los pozos analizados en España.

c) La concentración de los PA también fue variable. El máximo de glifosato + AMPA fue de 4440 µg/kg en polvillo respirable (Ramírez Haberkon et al., 2021), y de 47 000 µg/kg en suelos con aplicaciones intensivas de glifosato (Primost et al., 2017). La concentración máxima de glifosato + AMPA en cuerpos de agua de distintas provincias de la Argentina varió entre 3,7 µg/kg (Primost et al., 2017) y 130 µg/

kg (Bonansea et al., 2018).

d) Las variaciones en las frecuencias de detección y concentraciones no son de sorprender teniendo en cuenta los complejos mecanismos físicoquímicos por los cuales se producen las derivas como consecuencia de la aplicación de PA (Hough, 2024).

e) Los valores de frecuencia de detección y concentraciones deben leerse con cuidado. Que en una región en Bélgica se hayan encontrado insecticidas en 13% de las muestras de aire puede parecer poco, pero dependiendo de la distribución y tránsito de la población de personas u otros seres vivos puede ocurrir que la exposición a aire contaminado con insecticidas sea $\geq 13\%$, cifra preocupante ya que se desconoce el efecto sobre la salud que puede tener a largo plazo. Asimismo, el porcentaje es probabilístico, en el sentido de que, si el muestreo se repitiera otro año, es muy probable que el valor fuera distinto y las locaciones positivas y negativas también podrían ser distintas. Con respecto a las concentraciones hay varios estudios en los cuales se ha verificado que PA individuales superan los límites considerados admisibles por la Unión Europea. Y aunque los límites no fueran superados, éstos no tienen en cuenta el efecto crónico y sinérgico de las mezclas de PA frecuentemente encontrados en aire, suelo y agua (Canziani et al., 2020). Los límites tampoco tienen en cuenta las características individuales de los seres vivos, tales como enfermedades preexistentes o la diversidad en su alimentación.

f) El concepto de 'zona de sacrificio' se generó durante la Guerra Fría como consecuencia de ensayos de armas nucleares que generaban una devastación tal que impedía la existencia de cualquier forma de vida durante décadas en la zona de influencia. El concepto se extendió a otras áreas en las que la actividad humana, como ser los combustibles fósiles, la minería y las industrias altamente contaminantes, ha generado efectos desastrosos (Disla, 2023). La agroindustria forma parte de estas actividades que generan zonas de sacrificio, tanto en las zonas agropecuarias en sí, como en vectores afectados por la actividad, como el aire, suelo y agua. Las comunidades inmersas en el sistema agroindustrial empiezan a reclamar que están confinadas a una zona donde la protección

de la salud pública, el ambiente y la biodiversidad está suspendida para favorecer la actividad agroindustrial a corto plazo (Berger, 2024). Existen leyes y organismos que estarían en condiciones de controlar y restringir las actividades contaminantes, pero la realidad es que dichas entidades no son efectivas debido a la presión corporativa que puja para limitar los controles. En una pequeña localidad de la provincia de Buenos Aires, Figar et al. (2024) detectaron que el 13% de la población tenía glifosato en sus muestras de orina. Concluyeron que la contaminación era ambiental (aire, suelo, agua), por lo que el cuidado individual no alcanza a menos que la persona migre de esa ciudad, de esa zona de sacrificio.

g) Frente al panorama documentado en esta revisión de contaminación extendida en vectores vitales como aire, suelo y agua, se considera que políticas de control o monitoreo sobre las derivas de PA que puedan llegar a tales vectores serían superfluas, ya que está claro que donde se buscan se encuentran. La solución es un cambio de modelo, del agroindustrial al agroecológico, ya que este último resulta una alternativa social y económicamente viable para que las poblaciones, incluidas las de bajos recursos, tengan acceso a una dieta saludable y sustentable (Hough y Contarini, 2023).

1. Alaoui, A., Christ, F., Silva, V., Vested, A., Schlünsen, V., González, N., Gai, L., Abrantes, N., Baldi, I., Bureau, M., Harkes, P., Norgaard, T., Navarro, I., de la Torre, A., Sanz, P., Martínez, M. A., Hofman, J., Paskovic, I., Paskovic, M. P., Glavan, M., et al. (2024). Identifying pesticides of high concern for ecosystem, plant, animal, and human health: a comprehensive field study across Europe and Argentina. *Science of The Total Environment* 948, 174671.
2. Alonso, L., Demetrio, P. M., Etchegoyen, M. A. y Marino, D. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the Pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment* 645, 89-96.
3. Anderson, T., Merrill, A., Eckard, M., Marvin, E., Conrad, K., Welle, K., Oberdörster, G., Sobolewski, M. y Cory-Slechta, D. (2021). Paraquat inhalation, a translationally relevant route of exposure: disposition to the brain and male-specific olfactory impairment in mice. *Toxicological Sciences*, 180, 175-185.
4. Aparicio, V. A. y De Gerónimo, E. (2024). Pesticide pollution in Argentine drinking water: a call to ensure safe access. *Environmental Challenges* 14, 100808.
5. Aparicio, V. A., De Gerónimo, E., Marino, D., Primost, J., Carriquiriborde, P. y Costa, J. (2013). Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere* 93(9), 1866-1873.
6. Arancibia, F., Campos-Motta, R. y Clausing, P. (2019). The neglected burden of agricultural intensification: a contribution to the debate on land-use change. *Journal of Land Use Science*, 15(2-3), 235-251.
7. Battaglin, W. A., Meyer, M., Kuivila, K. y Dietze, J. (2014). Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation. *Journal of the American Water Resources Association* 50(2), 275-290.

Referencias

8. Berger, M. (2024). Bioethanol sacrifice zones and environmental/ epistemic injustice. A case study in Argentina. *Environmental Science & Policy* 157, 103782.
9. Bernasconi, C., Demetrio, P., Alonso, L., Mac Loughlin, T., Cerdá, E., Sarandón, S. y Marino, D. (2021). Evidence for soil pesticide contamination of an agroecological farm from a neighboring chemical-based production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 313, 107341.
10. Bish, M., Oseland, E. y Bradley, K. (2021). Off-target pesticide movement: a review of our current understanding of drift due to inversions and secondary movement. *Weed Technology*, 35(3), 345-356.
11. Bonansea, R. I., Iohanna Filippi, I., Wunderlin, D., Marino, D. y Amé, M. V. (2018). The fate of glyphosate and AMPA in a freshwater endorheic basin: an ecotoxicological risk assessment. *Toxics* 6, 3.
12. Boonupara, T., Udomkun, P., Khan, E. y Kajitvichyanukul, P. (2023). Airborne pesticides from agricultural practices: a critical review of pathways, influencing factors, and human health implications. *Toxics* 11, 858.
13. Butler-Dawson, J., Galvin, K., Thorne, P. y Rohlman, D. (2016). Organophosphorus pesticide exposure and neurobehavioral performance in Latino children living in an orchard community. *NeuroToxicology* 53, 165-172.
14. Cabrera, A., Cendón, D., Aparicio, V. y Currell, M. (2024). Intensive agriculture, a pesticide pathway to >100 m deep groundwater below dryland agriculture, Cordoba Pampas, Argentina. *Journal of Hydrology* 643, 131989.
15. Caldas, S. S., Arias, J. L. O., Rombaldi, C., Mello, L. L., Cerqueira, M. B. R., Martins, A. F. y Primel, E. G. (2019). Occurrence of pesticides and PPCPs in surface and drinking water in southern Brazil:

- data on 4-year monitoring. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 30, 71-80.
16. Canziani, G., Aparicio, V., Cortelezzi, A., De Gerónimo, E., Fontanarrosa, M. S., Tisnés, A., Alba, B., Adaro, M. E., Castets, F., Cepeda, J., Córdoba, M., Delgado, S., Quimey-González, R., Fernandez San Juan, R., Kazlauskas, L. y Schimpf, K. (2020). Informe sobre agroquímicos plaguicidas en escuelas rurales del partido de Tandil [Informe Técnico]. Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.
 17. Castro-Berman, M., Marino, D., Quiroga, M. y Zagarese, H. (2018). Occurrence and levels of glyphosate and AMPA in shallow lakes from the Pampean and Patagonian regions of Argentina. *Chemosphere* 200, 513-522.
 18. Climent, M. J., Coscollá, C., López, A., Barra, R., Urrutia, R. (2019). Legacy and current-use pesticides (CUPs) in the atmosphere of a rural area in central Chile, using passive air samplers. *Science of The Total Environment* 662, 646-654.
 19. Dalvie, M. A., Sosan, M., Africa, A., Cairncross, E. y London, L. (2014). Environmental monitoring of pesticide residues from farms at a neighbouring primary and pre-school in the Western Cape in South Africa. *Science of The Total Environment* 466-467, 1078-1084.
 20. Décuq, C., Bourdat-Deschamps, M., Benoit, P., Bertrand, C., Benabdallah, R., Esnault, B., Durand, B., Loubet, B., Fritsch, C., Pelosi, C., Gaba, S., Bretagnolle, V. y Bedos, C. (2022). A multiresidue analytical method on air and rainwater for assessing pesticide atmospheric contamination in untreated areas. *Science of The Total Environment* 823, 153582.
 21. De Gerónimo, E., Aparicio, V., Bárbaro, S., Portocarrero, R., Jaime, S. y Costa, J. (2014). Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina. *Chemosphere* 107, 423-431.
 22. Degrendele, C., Klánová, J., Prokeš, R., Příbylová, P., Šenk, P., Šudoma, M., Rössli, M., Dalvie, M. y Fuhrmann, S. (2022). Current use pesticides in soil and air from two agricultural sites in South Africa: implications for environmental fate and human exposure. *Science of The Total Environment* 807, 150455.
 23. De Souza, R. M., Seibert, D., Quesada, H., Bassetti, F., Fagundes-Klen, M. y Bergamasco, R. (2020). Occurrence impacts and general aspects of pesticides in surface water: a review. *Process Safety and Environmental Protection* 135, 22-37.
 24. Disla, S. (15 de marzo de 2023). Escaping agricultural sacrifice zones. T. Colin Campbell Center for Nutrition Studies. <https://nutritionstudies.org/escaping-agricultural-sacrifice-zones/>
 25. Durand, A., Dron, J., Prudent, P., Wortham, H., Dalquier, C., Reuillard, M. y Austruy, A. (2024). Evaluation of the atmospheric pollution by pesticides using lichens as biomonitors. *Science of The Total Environment* 955, 177286.
 26. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (26 de septiembre de 2024). Pesticides use. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
 27. Farenhorst, A., Andronak, L. y McQueen, R. D. A. (2015). Bulk deposition of pesticides in a Canadian city: Part 1. Glyphosate and other agricultural pesticides. *Water, Air & Soil Pollution* 226, 47.
 28. Fernández-García, A., Martínez-Piernas, A., Moreno-González, D., Gilbert-López, B., Molina-Díaz, A. y García-Reyes, J. (2024). Occurrence and risk assessment of pesticides and their transformation products related to olive groves in surface waters of the Guadalquivir river basin. *Chemosphere* 357, 142075.
 29. Figar, S., Ferloni, A., Hough, G., Saravi, A., Dawidowski, A., Aliperti, A., Bressán, I., De Florio, F., Vicens, J., Braguinsky-Golde, N., García, N., Pazur, G. y Gadano, A. (2024). Condicionantes de la presencia de glifosato en orina en poblaciones de zonas agroindustriales de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Hospital Italiano de*

- Buenos Aires 44(2), e0000338.
30. Glinski, D.A., Purucker, T., Van Meter, R., Black, M. y Henderson, W. (2018). Analysis of pesticides in surface water, stemflow, and throughfall in an agricultural area in South Georgia, USA. *Chemosphere* 209, 496-507.
 31. Góngora-Echeverría, V. R., Martin-Laurent, F., Quintal-Franco, C., Lorenzo-Flores, A., Giacomán-Vallejos, G. y Ponce-Caballero, C. (2019). Dissipation and adsorption of 2,4-D, atrazine, diazinon and glyphosate in an agricultural soil from Yucatan State, Mexico. *Water, Air & Soil Pollution* 230, 131.
 32. Gray, R., Painter, E., Sprankle, J., Crawford, A., Morrison, J., Frazier, M. y Faust, J. (2022). Suspect screening for pesticides in rain and snow using liquid chromatography high-resolution mass spectrometry. *Atmospheric Environment* 291, 119389.
 33. Gunier, R. B., Ward, M. H., Airola, M., Bell, E. M., Colt, J., Nishioka, M., Buffler, P. A., Reynolds, P., Rull, R. P., Hertz, A., Metayer, C. y Nuckols, J. R. (2011). Determinants of agricultural pesticide concentrations in carpet dust. *Environmental Health Perspectives* 119(7), 970-976.
 34. Habran, S., Giusti, A., Galloy, A., Gerard, G., Delvaux, A., Pigeon, O. y Remy, S. (2024). Spatial and temporal variations of currently used pesticides (CUPs) concentrations in ambient air in Wallonia, Belgium. *Chemosphere* 351, 141241.
 35. Hazard, K., Alkon, A., Gunier, R., Castorina, R., Camann, D., Quarderer, S. y Bradman, A. (2023). Predictors of pesticide levels in carpet dust collected from child care centers in Northern California, USA. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 34(2), 229-240.
 36. Hough, G. (2024). Derivas de plaguicidas de uso agropecuario: ¿hasta dónde llegan? *Revista Ciencia Digna* 4, 32-45.
 37. Hough, G. y Contarini, A. (2023). Can low-income consumers choose food from sustainable production methods? *Current Opinion in Food Science* 51, 101035.
 38. Jeyaseelan, A., Kamaraj-Murugesan, K., Thayannithi, S. y Palanisamy, S. (2024). A review of the impact of herbicides and insecticides on the microbial communities. *Environmental Research* 245, 118020.
 39. Kremer, R. J. (2017). Soil and environmental health after twenty years of intensive use of glyphosate. *Advances in Plants & Agriculture Research* 6(5), 122-123.
 40. Löwy, C. (2019). La construcción del discurso agroquímico plaguicida: de la OMS a los territorios [Tesis de doctorado]. Universidad de Buenos Aires.
 41. Lupi, L., Bedmar, F., Puricelli, M., Marino, D., Aparicio, V., Wunderlin, D. y Miglioranza, K. (2019). Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina. *Chemosphere* 225, 906-914.
 42. Madrigal, J., Gunier, R., Jones, R., Flory, A., Metayer, C., Nuckols, J. y Ward, M. (2024). Residential proximity to agricultural herbicide and fungicide applications and dust levels in homes of California children. *Environment International* 192, 109024.
 43. Mayer, L., Degrendele, C., Šenk, P., Kohoutek, J., Příbylová, P., Kukučka, P., Melymuk, L., Durand, A., Ravier, S., Alastuey, A., Baker, A. R., Baltensperger, U., Baumann-Stanzer, K., Biermann, T., Bohlin-Nizzetto, P., Ceburnis, D., Conil, S., Couret, C., Degórska, A., Diapouli, E., et al. (2024). Widespread pesticide distribution in the European atmosphere questions their degradability in air. *Environmental Science & Technology* 58(7), 3342-3352.
 44. Murschell, T. y Farmer, D. (2019). Real-time measurement of herbicides in the atmosphere: a case Study of MCPA and 2,4-D during field application. *Toxics* 7(3), 40.
 45. Navarro, I., De la Torre, A., Sanz, P., Abrantes, N., Campos, I., Alaoui, A., Christ, F., Alcon, F., Contreras, J., Glavan, M., Pasković, I., Polić Pasković,

- M., Nørgaard, T., Mandrioli, D., Sgargi, D., Hofman, J., Aparicio, V., Baldi, I., Bureau, M., Vested, A., et al. (2024). Assessing pesticide residues occurrence and risks in water systems: a Pan-European and Argentina perspective. *Water Research* 254, 121419.
46. Navarro, I., De la Torre, A., Sanz, P., Baldi, I., Harkes, P., Huerta-Lwanga, E., Nørgaard, T., Glavan, M., Pasković, I., Polić Pasković, M., Abrantes, N., Campos, I., Alcon, F., Contreras, J., Alaoui, A., Hofman, J., Vested, A., Bureau, M., Aparicio, V. y Mandrioli, D. (2023). Occurrence of pesticide residues in indoor dust of farmworker households across Europe and Argentina. *Science of the Total Environment* 905, 167797.
47. Nuyttens, D., Devarrewaere, W., Verboven, P. y Foqué, D. (2013). Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. *Pest Management Science* 69(5), 564-575.
48. O'Brien, D., Lewis, S., Davis, A., Gallen, C., Smith, R., Turner, R., Warne, M., Turner, S., Caswell, S., Mueller, J. F. y Brodie, J. (2016). Spatial and temporal variability in pesticide exposure downstream of a heavily irrigated cropping area: application of different monitoring techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(20), 3975-3989.
49. Pelosi, C., Bertrand, C., Daniele, G., Coeurdassier, M., Benoit, P., Nélieu, S., Lafay, F., Bretagnolle, V., Gaba, S., Vulliet, E. y Fritsch, C. (2021). Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: a silent threat? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 305, 107167.
50. Pereyro, A., Montoya, J., Cristos, D., Rojas, D. y Porfiri, C. (2019). Depositación húmeda y seca de fitosanitarios en la ciudad de Pehuajó provenientes de fuentes de contaminación difusa [Memoria Técnica 2018-2019]. INTA, EEA Villegas. https://agenciaterraviva.com.ar/wp-content/uploads/2020/09/Agrotoxicos_Aguadelluvia_Pehuajó_09-2020.pdf
51. Pérez-Indoval, R. y Romero-López, R. (2024). Assessment of pesticide contamination in groundwater bodies in the Jucar River Basin (Spain) and its spatial distribution. *Groundwater for Sustainable Development* 25, 101118.
52. Primost, J. E., Marino, D., Aparicio, V., Costa, J. L. y Carriquiriborde, P. (2017). Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution* 229, 771-779.
53. Ramirez-Haberkon, N., Aparicio, V. y Mendez, M. (2021). First evidence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in the respirable dust (PM₁₀) emitted from unpaved rural roads of Argentina. *Science of The Total Environment* 773, 145055.
54. Ramirez-Haberkon, N., Aparicio, V., De Gerónimo, E. y Mendez, M. (2024). Multiresidues of pesticides in the particulate matter (PM₁₀) emitted by rural soils of the semiarid pampas, Argentina. A potential source of air pollution. *Environmental Pollution* 360, 124617.
55. Rodríguez, T., Van Wendel De Joode, B., Lindh, C. H., Rojas, M., Lundberg, I. y Wesseling, C. (2012). Assessment of long-term and recent pesticide exposure among rural school children in Nicaragua. *Occupational Environmental Medicine* 69(2), 119-125.
56. Roman, D., Voiculescu, D., Filip, M., Ostafe, V. y Isvoran, A. (2021). Effects of triazole fungicides on soil microbiota and on the activities of enzymes found in soil: a review. *Agriculture* 11(9), 893.
57. Silva, V., Luca-Montanarella, L., Jones, A., Fernández-Ugalde, O., Mol, H., Ritsema, C. y Geissen, V. (2018). Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union. *Science of The Total Environment* 621, 1352-1359.
58. Soracco, C. G., Villarreal, R., Lozano, L. A., Vittorio, S., Melani, E. M. y Marino, D. (2018). Glyphosate dynamics in a soil under conventional and no-till systems during a soybean growing season. *Geoderma* 323, 13-21.

59. Tombesi, N., Pozo, K. y Harner, T. (2014). Persistent Organic Pollutants (POPs) in the atmosphere of agricultural and urban areas in the province of Buenos Aires in Argentina using PUF disk passive air samplers. *Atmospheric Pollution Research* 5(2), 170–178.
60. Urseler, N., Bachetti, R., Biolé, F., Morgante, V. y Morgante, C. (2022). Atrazine pollution in groundwater and raw bovine milk: water quality, bioaccumulation and human risk assessment. *Science of The Total Environment* 852, 158498.
61. Villarreal, R., Lozano, L., Polich, N., Salazar, M. P., Bellora, G., Turinetto, M. y Soracco, G. (2020). Influence of soil water holding and transport capacity on glyphosate dynamics in two agricultural soils from Pampas Region. *Geoderma* 376, 114566.
62. Ward, M. H., Lubin, J., Giglierano, J., Colt, J. S., Wolter, C., Bekiroglu, N., Camann, D., Hartge, P., Nuckols y J. R. (2006). Proximity to crops and residential exposure to agricultural herbicides in Iowa. *Environmental Health Perspectives* 114(6), 893-897.
63. Xie, S., Hofmann, J. N., Sampson, J. N., Josse, P. R., Madrigal, J. M., Chang, V. C., Deziel, N. C., Andreotti, G., Keil, A. P., Ward, M. H., Beane Freeman, L. E. y Friesen, M. C. (2024). Quantitative measures of recent and lifetime agricultural pesticide use are associated with increased pesticide concentrations in house dust. *Environment International* 193, 109123.

Artículos de reflexión

Reflection articles

Energía nuclear: peligro, contaminación, ocultamiento, en un dilema profundamente ético

Nuclear energy: danger, contamination, concealment, in a deeply ethical dilemma

Silvana Buján¹ y Cristian Basualdo^{2*}



Figura 1: Campo de silos con el combustible nuclear gastado de la Central Nuclear Embalse, Argentina.

Fuente: Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), Argentina.

RESUMEN: Después de setenta años de generación de electricidad mediante energía nuclear, la tecnología no ha logrado ofrecer una solución satisfactoria al problema de los residuos nucleares ni al de los accidentes nucleares, que han ocurrido con mayor frecuencia de la prevista por la industria nuclear. Además, las centrales nucleares descargan rutinariamente radiactividad al exterior y requieren grandes cantidades de agua para refrigeración, lo cual puede derivar en contaminación radiactiva y térmica, agravando la

¹ Red Argentina de Periodismo Científico. BIOS Argentina. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y la Naturaleza de América Latina (UCCS-NAL).

²Movimiento Antinuclear de la República Argentina. Asamblea en Defensa del Bosque Nativo Calamuchita.

* Correos de contacto: silvanabujan@yahoo.com.ar cristiandeembalse@gmail.com

escasez de agua, que es uno de los mayores riesgos a nivel mundial en la próxima década. La energía nuclear poco puede hacer por el clima, no solo porque es la forma más cara de generar electricidad hoy en día, sino porque se tarda mucho tiempo en construir las centrales nucleares. Esto significa que el dinero invertido en energía nuclear empeora la crisis climática, ya que ese dinero no estará disponible para opciones más eficientes para mitigar el calentamiento global.

PALABRAS CLAVE: Reactores nucleares. Residuos nucleares. Minería de uranio. Tritio. Explosiones nucleares.

ABSTRACT: After seventy years of nuclear power generation, technology has failed to offer a satisfactory solution to the problem of nuclear waste or nuclear accidents, which have occurred more frequently than the nuclear industry anticipated. Furthermore, nuclear power plants routinely release radioactivity into the environment and require large amounts of water for cooling, which can lead to radioactive and thermal contamination and worsen water shortages, which are one of the greatest risks worldwide in the next decade. Nuclear energy can do little for the climate, not only because it is the most expensive way to generate electricity today, but also because nuclear power plants take a long time to build. This means that the money invested in nuclear energy worsens the climate crisis, as that money will not be available for more efficient options to mitigate global warming.

KEYWORDS: Nuclear reactors. Nuclear waste. Uranium mining. Tritium. Nuclear explosions.

UNA BREVE INTRODUCCIÓN

Este artículo se propone reflexionar acerca de los problemas que suscita el uso de energía nuclear que, lejos de estar solucionándose tras setenta años de generación de electricidad a partir de ella, se siguen agravando y acumulando: residuos nucleares, accidentes nucleares, radiactividad (no solo la producida por los anteriores, sino también la que descargan rutinariamente las centrales). A través de un recorrido reflexivo por los inicios de la energía nuclear, sus supuestos destinos y beneficios, los actores centrales involucrados e intereses asociados, y utilizando, en algunos casos, ejemplos de Argentina, se busca poner en discusión a la energía nuclear

como fuente de energía limpia, segura, económica y conveniente para mitigar el cambio climático.

INICIOS

Los primeros reactores nucleares fueron diseñados para la producción de plutonio³ para las bombas atómicas; no generaban electricidad o la generaban como un subproducto. Estados Unidos fabricó las primeras tres bombas atómicas: la del ensayo Trinity y las que destruyeron las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. Los ensayos nucleares posteriores —más de dos mil detonaciones realizadas entre todas las potencias nucleares— esparcieron más radiactividad en la superficie terrestre.

³ El plutonio es un elemento químico radiactivo que se produce principalmente de forma artificial en los reactores nucleares como subproducto de la reacción de fisión del uranio.

⁴ La presencia de plutonio en los sedimentos del lago Crawford, en Canadá, fue clave para estudiar el Antropoceno, una propuesta de época geológica caracterizada por la influencia dominante de la actividad humana en el ambiente.

Desde entonces, la presencia de plutonio es un marcador clave de la influencia humana en el ambiente⁴.

En 1953, Estados Unidos lanzó el programa denominado “Átomos para la paz”, destinado a promocionar los usos pacíficos de la energía nuclear. Sin embargo, simultáneamente industrializó la producción de bombas atómicas y, para 1967, ya disponía de más de treinta mil ojivas nucleares. Los primeros reactores comerciales fueron adaptaciones de modelos diseñados para propulsar submarinos militares.

La opinión pública tiende a disociar la energía nuclear para usos civiles de la energía nuclear para usos militares, a pesar de la estrecha vinculación que hay entre ambos. El prestigioso *World Nuclear Industry Status Report* (Schneider, 2024) examina las interdependencias entre las infraestructuras civiles y militares en todo el mundo. De él se desprende que las actividades militares, incluido el desarrollo de armas nucleares, dependen fundamentalmente de ecosistemas industriales nacionales: cadenas de suministro, capacidades de diseño y fabricación, instituciones educativas, instalaciones de investigación, infraestructuras regulatorias e incentivos profesionales, que se mantienen, fundamentalmente, mediante recursos públicos aparentemente dedicados a apoyar la energía nuclear civil (Schneider, 2024, pp. 332-336, 337-342).

“POSIBLES, PERO ALTAMENTE IMPROBABLES”

Incluso una mirada superficial evidencia lo inconveniente que resulta generar electricidad mediante energía nuclear: la Unión Soviética, el primer Estado en poner en marcha una central nuclear —Obninsk, en 1954—, colapsó debido a un accidente provocado por esta misma tecnología en otra central nuclear —Chernóbil, en 1986—.

Un accidente severo se produce cuando un reactor nuclear se funde, o derrite, y se

descarga material radiactivo al exterior. En 1957, la Atomic Energy Commission de Estados Unidos, completó el documento *WASH-740*, en el que analizó las posibilidades teóricas y las consecuencias de accidentes en las centrales nucleares. En el subtítulo se lee: “Un estudio de posibles, pero altamente improbables eventos en centrales nucleares” (Atomic Energy Commission, 1957). Los estudios de riesgo de las centrales nucleares, realizados en los albores de la industria nuclear, concluyeron que se iba a producir un accidente severo cada 100 000 años-reactor⁵. Actualmente, la flota mundial de reactores apenas superó los 20 000 años-reactor⁶ y ya se accidentaron 5 reactores nucleares (uno en Three Mile Island en 1979, uno en Chernóbil en 1986 y tres en Fukushima en 2011).

La brecha de riesgo —es decir, la diferencia entre la probabilidad teórica de un accidente y la experiencia empírica— puede deberse a la precariedad de los primeros modelos de riesgo, a la falta de experiencia operativa, o a que el lobby nuclear necesitaba publicitar un riesgo bajo con el objetivo de obtener la licencia social para la nueva tecnología. Y tal vez hubo un poco de cada cosa.

En el marco del programa “Átomos para la Paz” se crearon organizaciones internacionales abocadas a la tecnología nuclear: en 1955, el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) para evaluar los efectos de la exposición a las radiaciones ionizantes en la salud humana y el medio ambiente; y en 1957, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), para promover los usos pacíficos de la energía nuclear. En 1959, el OIEA firmó un acuerdo de cooperación con la Organización Mundial de la Salud (OMS), denominado *WHA12-40*, mediante el cual los organismos establecieron que “actuarán en estrecha cooperación y se consultarán regularmente sobre las cuestiones de interés común” y que cuando uno de ellos se proponga iniciar un programa o actividad sobre un tema en el que el otro pueda tener

⁵ El término años-reactor se refiere al tiempo de operación de un reactor nuclear o a la suma de los tiempos de operación de varios reactores.

⁶ El lector puede verificar el dato en el Sistema de Información sobre Reactores de Potencia del Organismo Internacional de Energía Atómica: <https://pris.iaea.org/pris/>

un interés sustancial le consultará “con miras a ajustar el asunto de común acuerdo”.

Chernóbil

Nadie prestó demasiada atención al *WHA12-40* hasta que la OMS anunció el número oficial de muertos por el accidente de Chernóbil: solo reconoció una treintena de trabajadores y bomberos muertos. El OIEA y la OMS trataron de demostrar que el mayor desastre nuclear de la historia solo había provocado la muerte de unas pocas personas.

Más que como un accidente, habría que pensar en Chernóbil como un momento de aceleración en la línea temporal de la destrucción o como un signo de exclamación en una cadena de exposiciones tóxicas que reestructuró los territorios, los cuerpos, la política (Brown, 2019). Tras el accidente, las autoridades soviéticas elevaron el límite de la dosis efectiva de radiación para el público, hasta cinco veces el aceptado internacionalmente para la protección radiológica. El objetivo de esta medida fue disminuir la cantidad de personas a evacuar. Dado el sistema soviético de “pasaportes internos” que restringía la residencia de las personas en la misma zona durante toda su vida, esta medida estableció un verdadero gulag radiactivo, en el que 9 millones de personas fueron condenadas a vivir con elevados niveles de radiactividad (Tchertkoff, 2006).

Los científicos soviéticos previeron 40 000 muertes adicionales por cáncer entre los 75 millones de habitantes de la Rusia europea. Esta cifra alarmó al OIEA, que puso en marcha una política de manipulación de cifras en sus informes, que, lejos de ser fríos ejercicios de asepsia científica, fueron diseñados para crear ignorancia con el objeto de proteger a la industria nuclear. Eso explica la disparidad en las estimaciones del número de muertes que provocará Chernóbil: OIEA/OMS 9000 vs Greenpeace 93 000.

Fukushima

Un mal día en una central nuclear arruina décadas de días buenos en muchas centrales nucleares. La central nuclear de Fukushima, Japón, funcionó

durante cuarenta años sin grandes sobresaltos, hasta que se produjo la catástrofe nuclear de 2011. Fukushima es un accidente nuclear que nunca termina. Catorce años después de la fusión de los 3 reactores, siguen inhabitables áreas equivalentes a la mitad del tamaño de Tokio en siete municipios vecinos. Las autoridades japonesas elevaron el límite de la dosis efectiva de radiación para el público hasta veinte veces el aceptado internacionalmente para la protección radiológica. Los técnicos japoneses lograron remover con un brazo robot apenas 0,7 gramos de las 880 toneladas de combustible nuclear fundido que hay en el interior de los reactores accidentados. El agua subterránea se contamina constantemente al entrar en los edificios en ruinas. Inicialmente, con todos los ojos puestos en Fukushima, el gobierno japonés dispuso el agua radiactiva en tanques, pero esto fue solo hasta agosto de 2023, ya que cuando el inventario superó 1,3 millones de toneladas comenzó a descargarla al mar. Las tareas en el predio se estima que durarán un siglo y la cuenta de gastos superó los 200 000 millones de dólares y sigue en aumento. La empresa operadora de la central fue estatizada, lo que deja en evidencia una constante de la industria nuclear: privatiza los beneficios y socializa las pérdidas.

Zaporiyia

Es interesante mencionar también a Zaporiyia, situada en Ucrania, que es la mayor central nuclear de Europa, con 6 reactores nucleares. En la década de 1970, cuando en la Unión Soviética se iniciaron los estudios de prefactibilidad para su construcción, hubo dos acontecimientos difíciles de prever: la disolución de la Unión Soviética en 1991 y que la central quedaría en medio de un frente de guerra entre dos países que habían formado parte de la misma Unión Soviética. Aunque no ha tenido accidentes graves hasta el momento, desde la invasión de Rusia a Ucrania, en febrero de 2022, Zaporiyia ha sufrido algunos cuasiaccidentes. Entre ellos, impactos de proyectiles y ataques con

misiles, así como frecuentes cortes de electricidad que, de no restablecerse rápidamente, podrían provocar un accidente severo.

UN PROBLEMA ÉTICO INTERGENERACIONAL

La vida en la Tierra evolucionó en un entorno de radiactividad decreciente. Cuando los humanos comenzaron a habitarla, quedaban pocos elementos radiactivos de larga vida. Una central nuclear concentra en un reactor una gran cantidad de un elemento radiactivo remanente, el uranio, con el objeto de fisiónarlo y obtener calor. Una consecuencia no deseada es la generación de elementos radiactivos que no existían en la naturaleza: los residuos nucleares. Con el paso del tiempo pierden su radiactividad; el problema es que no lo hacen en escalas de años o siglos, sino de milenios. Por ejemplo, uno de los isótopos del plutonio tiene una vida media de unos 24 110 años, es decir, el tiempo que tardan en decaer la mitad de los átomos radiactivos de una muestra.

El primer reactor nuclear artificial se construyó apilando bloques de uranio y grafito, con barras de metal para controlar la reacción. Este hito de la ciencia, conocido como Chicago Pile-1 (CP-1), marcó el inicio del aumento de la radiactividad en nuestro planeta, en contra de lo que hasta entonces había ocurrido. El CP-1 fue enterrado en un parque a las afueras de Chicago, el mensaje del monolito que señala el lugar solo contiene advertencias: “Precaución: no excave. En esta zona se encuentra material radiactivo procedente de la investigación nuclear realizada entre 1943 y 1949” y “existe peligro para los visitantes”.

Los números nos ayudarán a comprender mejor el problema. En Argentina, la Central Nuclear Embalse comenzó a operar en 1985. Al 31 de agosto de 2023, el inventario de combustible nuclear gastado, un residuo nuclear de alta actividad, incluía unas 3117 toneladas de uranio y unas 11,2 toneladas de plutonio (CNEA, 2024). A nivel mundial, se generan por año unas 10 000 toneladas de residuos nucleares de alta actividad y para julio de 2020 se habían acumulado

unas 350 000 toneladas (Becker et al., 2020, p.44).

Los supuestos beneficios de la nucleoelectricidad ocupan un período de tiempo insignificante en comparación con los milenios durante los cuales perduran sus residuos. Se trata así de un problema ético intergeneracional, dado que los residuos nucleares proyectan hacia el futuro las transformaciones irreversibles de la industria nuclear, condicionando la vida de las generaciones futuras. Alvin Weinberg, uno de los impulsores de la energía nuclear en Estados Unidos, dijo que habían hecho un pacto fáustico con la sociedad. Por un lado, le ofrecían una fuente de energía casi ilimitada, pero el precio que exigían a la sociedad por esta fuente mágica es una vigilancia y una longevidad de las instituciones sociales que no se pueden garantizar.

La industria nuclear impulsa el mito de que el combustible nuclear se pueden reciclar, para publicitar la idea de un “ciclo” asociado a una energía nuclear “verde”. El denominado reprocesamiento del combustible nuclear gastado consiste en la separación de tres materiales: el plutonio (entre el 1 y el 2%), el uranio reprocesado (entre el 95 y el 96%) y los residuos finales (entre el 3 y el 4%). Es evidente que un proceso industrial que utiliza como insumo combustible nuclear gastado produce efluentes y residuos radiactivos. Sin embargo, el reprocesamiento supera cualquier pesimismo justificado, porque si bien el uranio reprocesado puede utilizarse en ciertos reactores, primero hay que convertirlo y volver a enriquecerlo. Luego, junto con el plutonio recuperado, se produce un tipo de combustible nuclear llamado combustible de óxidos mixtos (MOX, por sus siglas en inglés). Pero el MOX no se puede “reciclar” y su gestión resulta aún más compleja. Francia es el país que más apostó por el reprocesamiento en su planta de La Hague. Exportó a Rusia miles de toneladas de uranio reprocesado para su conversión y enriquecimiento, pero solo importó algunos cientos de toneladas de uranio reprocesado enriquecido. Así las cosas, una parte de los residuos nucleares franceses quedaron en Rusia (Greenpeace, 2021).

Otra solución propuesta por la industria nuclear para el combustible nuclear gastado es enterrarlo en una versión mejorada de lo que se hizo con el CP-1, que se denomina Almacenamiento Geológico Profundo (AGP). La idea es retrasar lo máximo posible, mediante barreras múltiples, de ingeniería y geológicas, el inevitable paso de los radionucleidos hacia la biosfera. Al momento de escribir este artículo, no hay ningún AGP operativo en el mundo; el proyecto más avanzado se encuentra en Finlandia. Un proyecto similar en Estados Unidos, destinado al almacenamiento de residuos provenientes de la fabricación de armas nucleares, denominado *Waste Isolation Pilot Plant*, sufrió una fuga radiactiva y un incendio. Esto demuestra que enterrar un problema para tratar de olvidarlo, no hace que desaparezca.

En Argentina, durante la última dictadura militar (1976-1983), la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) impulsó la construcción del primer AGP del planeta en Sierra del Medio, provincia de Chubut, cerca de la localidad de Gastre. El diario *Tagesanzeiger* informó en su edición del 9 de abril de 1979 que Argentina le había ofrecido a Suiza un lugar para sus residuos nucleares. Los estudios efectuados en Gastre no permitían asegurar ni la estabilidad geológica ni el comportamiento del agua subterránea. La información vertida por la CNEA respecto de las propiedades de la roca no estaba basada en mediciones efectuadas en el macizo de Sierra del Medio, sino que correspondían a determinaciones de formaciones graníticas de Suecia (Consejo Superior de Profesionales de Geología, 1988).

En 1986, Javier Rodríguez Pardo fundó el Movimiento Antinuclear del Chubut que durante unos quince años lideró las protestas sociales en contra del basurero nuclear. Ya en democracia, el gobierno de Carlos Menem estudió la posibilidad de aceptar una oferta de Francia que implicaba recibir 3000 contenedores con material radiactivo de alta actividad y 30 000 millones de dólares. De ese monto, la mitad quedaría en el país tras la construcción del repositorio, junto con la infraestructura generada, incluidos caminos y otras obras. La empresa fran-

cesa Pechiney Ugine Kuhlmann S.A. actuaba como intermediaria de la oferta y pretendía regentear el basurero (Rodríguez Pardo, 2006). La marcha a Gastre del 17 de junio de 1996 fue la contundente respuesta del pueblo patagónico, que impidió la instalación de “un inmenso baldón contaminante, imborrable y eterno, sobre un continente patagónico tan puro como quedó después del último período glacial”, según palabras de Rodríguez Pardo.

“UN LEGADO MEDIOAMBIENTAL INDESEABLE”

El uranio se depositó en el subsuelo hace miles de millones de años en una atmósfera libre de oxígeno y quedó retenido en la corteza terrestre de la forma más segura posible. Su extracción lo expone a una atmósfera con abundancia de oxígeno reactivo y al agua como uno de los mejores agentes lixiviantes de la naturaleza. Por eso la minería del uranio, cualquiera sea la técnica que utilice, contribuye al envenenamiento radiactivo de los ecosistemas.

En la Argentina de mediados del siglo pasado, los funcionarios nucleares, con una visión eldoradista, se abocaron a la búsqueda de un gran yacimiento de uranio. Por ejemplo, la revista *Mundo Atómico* informó en 1954 que había geólogos en “operaciones permanentes en las más recónditas regiones del país en busca de los yacimientos uraníferos”. La consigna era lograr el autoabastecimiento de los combustibles nucleares. Como no encontraron el gran yacimiento que buscaban, improvisaron para ajustar la realidad a la consigna, explotando pequeños yacimientos de forma improvisada, algunos ubicados en lugares desfavorables. Se extrajo uranio entre 1952 y 1997. Se abrieron 13 minas, organizadas administrativamente en distritos uraníferos. En total se obtuvieron unas 2600 toneladas de uranio (tU) de depósitos del tipo volcánico, arenisca y granito, con una ley promedio de 0,1% (dicho de otra manera, para obtener un kilogramo de uranio hubo que remover mil kilogramos de mineral). Esto da una idea de la cantidad de residuos que genera la minería del uranio, entre los cuales se

encuentran: roca estéril, minerales de baja ley, agua de mina, colas de mineral, lodos de precipitación, entre otros. Las colas de mineral están constituidas por el material del cual se ha extraído la mayor cantidad posible del uranio que contenía. Y casi toda la radiactividad permanece en las colas... Las minas de uranio fueron cerrando, en algunos casos por agotamiento del recurso, hasta la década de 1990, cuando la baja en el precio internacional del uranio paralizó la actividad. “Los yacimientos y complejos industriales desmantelados constituyen actualmente una geografía letárgica compuesta de desolados paisajes y auténticos páramos” (Gómez Lende, 2010).

En 2000, la CNEA creó el Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU) con el objetivo de gestionar un crédito ante el Banco Mundial. Este organismo dejó asentado en sus documentos que “años de laxitud en la aplicación de la normativa medioambiental y en las prácticas de gestión de la industria de extracción de uranio” habían dado lugar a un “legado medioambiental indeseable”, lo que suscitaba preocupaciones sobre “la salud pública a largo plazo y el uso de los recursos naturales” (IBRD 75830, 2017, p.5).⁷

Entre las preocupaciones que mencionó el Banco Mundial se encuentran: aguas subterráneas y superficiales contaminadas, incluido el suministro de agua potable, incidencia elevada de cáncer de pulmón y otros tipos de cáncer, y uso restringido del suelo.

En el Documento Marco del PRAMU, en su versión de diciembre 2005, se inventariaron 8 sitios que se encontraban “en condiciones que requieren la intervención del hombre con el objeto de paliar el impacto de la explotación”: Malargüe (Mendoza), “El Chichón” (Córdoba), Los Gigantes (Córdoba), Tonco (Salta), Huemul (Mendoza), Pichiñán (Chubut), La Estela (San Luis), Los Colorados (La Rioja). En un primer momento, la CNEA no incluyó a la mina de Sierra Pintada (Mendoza) porque estaba intentando reabrirla debido a la suba en el precio del

uranio. Con el paso de los años, el precio bajó y Sierra Pintada fue incluida en el PRAMU.

El Banco Mundial rechazó invertir en más de un sitio y eligió a Malargüe como proyecto piloto de remediación debido a los graves problemas locales de contaminación del agua y de los cultivos agrícolas. Las obras consistieron en la reubicación de los estériles, que estaban en un área sometida a frecuentes inundaciones, hacia el lugar más alto del emplazamiento, y el encapsulamiento de los mismos para asegurar que la liberación de contaminantes al ambiente se mantenga debajo de los límites establecidos. Además, se procedió a la limpieza de restos de estériles en dos propiedades vecinas en las que el viento y las corrientes de agua habían depositado material contaminado. Los residuos radiactivos confinados en Malargüe son “un muerto que respira”, ya que los trabajos solo lograron reducir la tasa de emisión superficial de radón, un gas radiactivo que proviene de la desintegración del uranio. Esto significa que, mientras no cambien las leyes de la física (la vida media del isótopo más abundante del uranio es de 4460 millones de años), los problemas en Malargüe no se terminaron.

El modo actual de gobernar la vida en una era de contaminación se basa en la promesa de que podemos aislarnos de la contaminación. Es una promesa falsa. No se pueden restituir los lugares impactados por la minería de uranio. “En el futuro lejano, todo material radiactivo de larga vida, incluso el que ahora está almacenado y atrapado, se mezclará con la biosfera a menos que cada generación lo reempaque” (Bertell, 1985).

EL RÍO CON MÁS TRITIO EN EL MUNDO

Cuando la industria nuclear comprobó que las emisiones radiactivas de las centrales nucleares durante su funcionamiento normal eran inevitables, no consideró dejar de construirlas. En cambio, la propaganda nuclear echó mano a un

⁷ The World Bank. (27 de diciembre de 2017). Implementation completion and results report (IBRD 75830) on a loan un the amount of us\$30 million to the Argentine Republic for a Argentina mining environmental restoration project (P110462).

discurso basado en los límites permitidos (ya sean de dosis efectiva, de concentración de radionucleidos en agua o alimentos, de descarga radiactiva, entre otros) y concentró sus esfuerzos en ocultar los efectos en la salud de las bajas dosis de radiactividad, las que reciben las personas que viven a sotavento o aguas abajo de una instalación nuclear.

Los límites permitidos son representaciones científicas con fines políticos, constituyen una poderosa herramienta de comunicación. Cuando un funcionario nuclear dice que tal o cual emisión radiactiva estuvo “por debajo del límite permitido”, lo que busca es evitar dar explicaciones, pocos se preguntarán a qué intereses responden las organizaciones que establecieron dicho límite.

A continuación, le ofrecemos al lector un ejemplo actual de Argentina: la cuenca del río Ctalamochita, la principal reserva de agua dulce de la provincia de Córdoba, que presenta las concentraciones de tritio (el isótopo radiactivo del hidrógeno) más altas del mundo.

La forma ambiental predominante del tritio se produce cuando éste sustituye a uno de los átomos de hidrógeno del agua, formando agua tritiada, que tiene las mismas propiedades que el agua común (es incolora, inodora y se comporta de la misma manera en el ambiente) y puede describirse con precisión como agua radiactiva. Cuando el agua tritiada entra en el ciclo del agua puede ser absorbida por el cuerpo humano.⁸ Las células están compuestas en su mayoría de agua. El científico Arjun Makhijani explicó que “el tritio es único en esto: hace que el agua, la materia de la vida, la mayor parte de la masa de los seres vivos, sea radiactiva. Y, por lo tanto, hace que los alimentos sean radiactivos” (Makhijani, 2023). Una fracción del tritio absorbido por los seres humanos, los animales o las plantas, puede incorporarse en compuestos orgánicos como los carbohidratos, las grasas, las proteínas y el colágeno: esto se conoce como tritio ligado orgánicamente.

La concentración de tritio en el agua

se mide en bequerelios por litro (Bq/L), por ejemplo, en una muestra de agua con 1 Bq/L ocurre una desintegración radiactiva por segundo en cada litro de agua. Una pequeña cantidad de tritio se produce de manera natural por la interacción de los rayos cósmicos con las altas capas de la atmósfera. Sin embargo, la mayor parte del tritio presente en la biosfera es producido por la industria nuclear.

El río Ctalamochita adquiere su cauce más definido al pie de la presa del lago Embalse, el sumidero de calor de la Central Nuclear Embalse, un reactor modelo CANDU que descarga considerables cantidades de tritio en forma líquida y gaseosa.

En Ontario, una provincia canadiense donde operan una veintena de reactores CANDU, un documento gubernamental se basó en la siguiente pregunta: ¿existe un nivel de tritio que una persona razonablemente informada se sentiría segura bebiendo el agua todos los días durante una vida útil de 70 años? La respuesta fue 20 Bq/L. La Unión Europea estableció un valor paramétrico de 100 Bq/L; en caso de incumplimiento, los Estados miembros deben investigar inmediatamente la causa y evaluar si supone un riesgo para la salud humana. En Estados Unidos, el límite legal exigible es de 740 Bq/L, mientras que Japón estableció un límite para el vertido de tritio en cuerpos de agua de 1500 Bq/L. En Argentina se utiliza un valor de referencia de 10 000 Bq/L. Si se tiene en cuenta que los valores citados tienen como objetivo último proteger la salud humana, universalmente idéntica, es difícil explicar las grandes diferencias en los valores basándose en argumentos médicos.

Otra forma de cuantificar la problemática es mediante las descargas anuales, que se miden en terabequerelios (TBq), un terabequerelio es equivalente a un billón de bequerelios. En la accidentada central de Fukushima el límite total anual de vertido de tritio al mar es de 22 TBq. Por su parte, las emisiones líquidas de la Central Nuclear Embalse fueron 553 TBq en 2013, unas 25 veces

⁸ UNSCEAR sostiene que el agua tritiada puede ingresar al cuerpo humano por inhalación, absorción de la piel (líquido y vapor) o ingestión de agua o alimentos. Una vez dentro del cuerpo, se difunde de forma libre y rápida a través de las membranas celulares y alcanza el equilibrio en toda la reserva de agua corporal (Naciones Unidas, 2017, p. 253).

más que las de Fukushima. No obstante, la principal diferencia con la central japonesa es el cuerpo de agua receptor de los vertidos: en Fukushima es el océano Pacífico, mientras que en Argentina es un pequeño reservorio artificial: el lago Embalse.

A continuación, algunos valores ambientales tomados de la documentación de Nucleoeléctrica y de la Autoridad Regulatoria Nuclear. El valor más alto medido en el canal de descarga de la Central Nuclear Embalse fue 23 456 Bq/L en octubre de 2018. En el agua de red del barrio de la CNEA, 1081 Bq/L en 2013. En el río Carcarañá, a unos 314 kilómetros aguas abajo del reactor de Embalse, 299 Bq/L en 2013.

Una investigación realizada por los autores del presente artículo identificó una deficiencia en los monitoreos oficiales: la falta de determinación del tritio ligado biológicamente. Como parte de dicha investigación, se envió una muestra de pescado del lago Embalse para su análisis en el laboratorio especializado RCD Lockinge, con sede en el Reino Unido. La especie representativa seleccionada fue la tararira (*Hoplias malabaricus*), que ocupa el sitio más alto de la cadena alimenticia del ecosistema lacustre, por ser el predador principal de las otras especies. En la muestra de pescado se encontró una actividad de tritio ligado orgánicamente con un valor más de 70 veces superior al nivel natural típico (Basualdo et al., 2023).

ENERGÍA NUCLEAR Y CAMBIO CLIMÁTICO

La propaganda nuclear fue adaptándose con el tiempo. En sus días de euforia afirmaba que la electricidad generada por las centrales nucleares sería tan barata que no valdría la pena medirla, en inglés: *too cheap to meter*. Cuando eso no sucedió, comenzó a repetir que la energía nuclear era necesaria ante el agotamiento de los hidrocarburos y luego para mitigar el cambio climático. Actualmente, los publicistas nucleares piensan que es buena idea cabalgar sobre el éxito de la inteligencia artificial.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), en su infor-

me Calentamiento Global de 1,5 °C, evaluó qué tecnologías se deben emplear para reemplazar al carbón, valorando su efecto en cada uno de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. El resultado: Solar (17), Eólica (17), Hidráulica (17), Biomasa (6), Biomasa con Captura y Almacenamiento de Carbono (3), Nuclear (-1). Las energías solar, eólica e hidráulica destacan muy por encima del resto. La energía nuclear es la única fuente valorada negativamente, con más inconvenientes que ventajas. El IPCC concluyó que “la energía nuclear tiene efectos ambientales negativos y efectos contrapuestos para la salud humana en el caso de emplearla para reemplazar combustibles fósiles” (Bruckner et al., 2014).

A pesar de ello, durante la cumbre climática de la ONU de la 28ª Conferencia de las Partes (COP28) en Dubai, Estados Unidos y otros 21 países se comprometieron a triplicar la capacidad mundial de energía nuclear para 2050. Este anuncio puede cuestionarse desde el punto de vista de la viabilidad, utilizando datos de la edición 2024 del *World Nuclear Industry Status Report*. Actualmente, operan en el mundo 411 reactores nucleares. En las dos décadas que van de 2004 hasta 2023 se pusieron en marcha 102 reactores y se cerraron 104. De ellos, 49 fueron puestos en marcha en China, que no cerró ningún reactor. Como resultado, fuera de China se ha producido una drástica disminución neta de 51 unidades. Si se mantuvieran todas las extensiones de vida útil actualmente autorizadas, se completarían todos los sitios de construcción y todas las demás unidades operaran durante una vida útil de 40 años, hasta 2030 habría que poner en marcha o reiniciar 65 reactores adicionales para reemplazar los cierres. Esto requeriría casi duplicar la tasa de puesta en marcha anual de la última década, de 6 a 11, durante el período restante hasta 2030. Entonces, los escenarios de aumento en el número de centrales nucleares son poco realistas.

PALABRAS FINALES

Luego de haber revisado diversos aspectos técnicos, políticos y económicos,

cabe la reflexión acerca de un aspecto insalvable desde la ética profunda: en cada etapa del ciclo que alimenta las centrales nucleares de potencia —y por derivación, a múltiples armas nucleares—, ciclo que traza un recorrido que va desde la mineración hasta el depósito final, se producen residuos nucleares, muchos de los cuales serán letales por miles y miles de años. Ese legado radioactivo es una herencia de muerte que estamos dejando a las generaciones futuras. En el ámbito de la energía nuclear se maneja el viejo error de que si la técnica nos ha metido en problemas, es la técnica la que nos sacará de ellos. Esa aseveración se derrumba ante la evidencia de incontables químicos tóxicos arrojados a la atmósfera, ante la pesadilla de la ubicuidad de los microplásticos, ante los efectos teratogénicos de sustancias con las que se bañan los vegetales que comemos. En el caso de la herencia nuclear, ¿a dónde colocar su basura de muerte? ¿Con qué resguardos y con qué señalización para que resista el paso de los milenios y que sea decodificable por las gentes del futuro? Nuestros testimonios escritos más antiguos provienen de Asia Menor y fueron tallados en piedra hace apenas cinco mil o seis mil años. ¿Cómo conservar la señal de peligro y el contenedor resistente por diez o veinte veces ese tiempo? ¿Qué idioma tendrá la gente del futuro para entender que allí no debe cavar? ¿Cómo podemos, como especie, permitirnos ese legado y esa incertidumbre? ¿Cómo podemos dar en herencia semejante cosa a los que vendrán después de nosotros? Este trabajo busca sembrar esta pregunta a todos los que piensan en la energía nuclear como una posibilidad limpia, segura y económica. Porque, además de no ser nada de eso, nos deja desnudos en el tiempo ante el mortífero legado. ¿Qué derecho nos arrogamos para semejante cosa?

1. Atomic Energy Commission. (1957) Theoretical possibilities and consequences of major accidents in large nuclear power plants (WASH-740). Atomic Energy Commission, USA.
2. Basualdo, C. Buján, S. y Mansilla N. (05 de diciembre de 2023). Contaminación radiactiva en peces del lago Embalse. BIOS Argentina. <https://bios.org.ar/contaminacion-radiactiva-en-peces-del-lago-embalse/>
3. Becker, T., Biegert, C., Hamm, H., Hermeyer, G., Kriener, M., LaDuke, W., Pentz-Gunter, L., Pepper, M., Schneider, M. y Snyder, S. (2020). Uranium Atlas. Facts and data about the raw material of the atomic age. Beyond Nuclear, IPPNW, Nuclear Free Future Foundation, Rosa-Luxemburg-Stiftung.
4. Bertell, R. (1985). No immediate danger: prognosis for a radioactive earth. The Women's Press.
5. Brown, K. (2019). Manual de Supervivencia. Chernóbil, una guía para el futuro. Capitán Swing Libros.
6. Bruckner, T., Bashmakov, I. A., Mulugetta, Y., Chum, H., de la Vega Navarro, A., Edmonds, J., Faaij, B., Functammasan, A., Garg, E., Hertwich, D., Honnery, D., Infield, M., Kainuma, S., Khennas, S., Kim, H. B., Nimir, K., Riahi, N., Strachan, R., Wisner, R. y Zhang, X., (2014). Energy Systems. En O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel y J. C. Minx (Eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf
7. Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). (2024). Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos. Octavo Informe Nacional, 2020-2023. CNEA.
8. Consejo Superior Profesional de Geología. (1988). Consideraciones acerca del emplazamiento de un repositorio nuclear. Consejo Superior Profesional de Geología.
9. Gómez Lende, S. (2010). División territorial del trabajo y circuitos espaciales de producción: la industria nuclear argentina (1950-2007). *Cadernos de Geografía*, 20(33), 16-57.
10. Greenpeace. (2021). French nuclear waste: a one-way ticket to Siberia. The French nuclear industry is sending its cumbersome stocks of spent uranium to Russia. Greenpeace France. https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2021/10/French-nuclear-waste-_a-one-way-ticket-to-Siberia_-Briefing-Greenpeace-France-Embargo-12-10-2021.pdf
11. Makhijani, A. (2023). Exploring tritium dangers. Health and ecosystem risks of internally incorporated radionuclides. Institute for Energy and Environmental Research.
12. Rodríguez Pardo, J. (2006). En la Patagonia NO. Crónica de la epopeya antinuclear de Gastre. Veinte años que impidieron el basurero atómico en Chubut. El Bolsón: Proyecto Lemu-Grupo Amigos del Libro.
13. Schneider, M. (2024). The World Nuclear Industry Status Report 2024. <https://www.worldnuclearreport.org/IMG/pdf/wnsr2024-v2.pdf>
14. Tchertkoff, W. (2016). The crime of Chernobyl: the nuclear gulag. Glagoslav Publications.
15. United Nations. (2017). Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2016 Report. Report to the General Assembly (Anexo C). United Nations.

Referencias

Los enunciados normativos y el menoscabo a las ciencias humanas y sociales. El caso del Ministerio de Ambiente en Uruguay

Regulatory statements and the undermining of the humanities and social sciences. The case of the Ministry of the Environment in Uruguay

Barlocci Mariño, Ignacio^{1*}

RESUMEN: El presente trabajo aborda la definición normativa de laboratorio ambiental dada por el Ministerio de Ambiente de Uruguay en el año 2023. El objetivo es analizar el impacto de esta normativa, en particular en aquellos laboratorios ambientales vinculados a las ciencias humanas y sociales, y reflexionar sobre la ponderación que estos saberes científicos deberían tener por parte del ministerio y si tales disciplinas cuentan o no con una validación explícita por parte del organismo. Se concluye que hay varios espacios de investigación científica desde las ciencias sociales que pueden contribuir al estudio del medio ambiente y que así lo hacen, pero que son excluidos a nivel normativo del concepto de laboratorio ambiental. Esta decisión no es oportuna, considerando cómo los científicos sociales en Uruguay han visibilizado, a modo de ejemplo, el vínculo entre la industrialización en el contexto rural y la violencia sexual hacia las infancias y adolescencias o la relación entre el suicidio y el cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Laboratorio ambiental. Medio ambiente. Ciencias sociales. Derecho a investigar. Ministerio de Ambiente.

ABSTRACT: This work addresses the regulatory definition of an environmental laboratory given by the Ministry of the Environment of Uruguay in the year 2023. The objective is to analyze the impact of this regulation, particularly on environmental laboratories linked to the humanities and social sciences, and to reflect on the weighting that this scientific knowledge should receive from the ministry and whether or not such disciplines are explicitly validated by the agency. It is concluded that there are several scientific research spaces from the social sciences that can contribute to the study of the environment and that they do so, but they are excluded at a regulatory level from the concept of environmental laboratory. This decision is not timely, considering how social scientists in Uruguay have made visible, for example, the link between industrialization in the rural context and sexual violence towards children and adolescents or the relationship between suicide and climate change.

¹ Licenciado en Psicología. Doctor en Derecho y Ciencias Sociales. Maestrando en Psicología y Educación. Estudiante de la Especialización en Derecho Procesal. Universidad de la República, Uruguay.

* Correo de contacto: ignacioagustinbarlocci@gmail.com

KEYWORDS: Environmental laboratory. Environment. Social sciences. Right to investigate. Ministry of the Environment.

INTRODUCCIÓN

El derecho a un medio ambiente sano implica los derechos de participar en la gestión pública ambiental y de investigar, entre otros, siendo esto reconocido, además de en la legislación internacional, en las normas constitucionales y legales de Uruguay.

En el mismo sentido, el derecho a un medio ambiente sano no abarca únicamente a la protección de los recursos naturales. El medio ambiente, desde el punto de la ciencia jurídica, abarca las condiciones físicas, sociales, culturales y económicas bajo las cuales se desenvuelven los ecosistemas. Ello surge atento a que la doctrina uruguaya considera que Uruguay recogió en sus normas una concepción amplia del medio ambiente (Gelsi-Bidart, 1994, p. 9; Correa-Freitas y Vázquez, 1997, p. 26; Cousillas, 1998, p. 144; Cosentino, 2010, pp. 23-24; Díaz-Fernández, 2016, p. 625), es decir, la protección del medio ambiente comprende también al cuidado de la vida también en su plano social y cultural.

Para proteger hay que conocer cómo se daña al medio ambiente y cuáles son las consecuencias sociales de su degradación, y para conocer tales cuestiones es preciso a su vez investigar. Los laboratorios ambientales son espacios de investigación científica que tienen como objeto de estudio al medio ambiente desde una óptica de desarrollo sostenible y en ellos pueden convivir distintas disciplinas científicas, tales como la química, la biología, la sociología y la psicología, entre otras. Lo producido en estos espacios científicos muchas veces es volcado por la comunidad académica a los procedimientos de gestión ambiental del Estado y/o es utilizado por organizaciones ambientales para promover debates sobre desarrollo sostenible. Estos usos van más allá de lo que son las evaluaciones de impacto ambiental, sino que también comprenden a las denuncias administrativas, los procesos de amparos, las relaciones de vecindad, los desarrollos de programas de educación ambiental, etcétera.

En el año 2023, el Ministerio de Ambiente (en adelante MA) de Uruguay aprobó una nueva regulación sobre los laboratorios ambientales. En este trabajo se propone analizar el impacto de esta nor-

mativa en dichos espacios, en particular en aquellos vinculados a las ciencias humanas y sociales, así como reflexionar sobre la ponderación que estos saberes científicos deberían tener por parte del MA y si tales disciplinas cuentan o no con una validación explícita por parte del organismo.

LOS LABORATORIOS AMBIENTALES

Su definición

Los laboratorios ambientales, también llamados laboratorios para la sustentabilidad, son espacios diseñados para realizar investigaciones, análisis y estudios relacionados con el medio ambiente. Esto incluye el monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo, así como la evaluación de contaminantes, el estudio de ecosistemas y la investigación sobre el impacto de actividades humanas en el entorno (Espinoza et al., 2017, pp. 195-197; Gamboa-Bernal, 2021, p. 8).

La gran cantidad y complejidad de datos requieren sistemas informáticos con alta capacidad de almacenamiento y procesamiento para organizar, analizar y presentar información de múltiples series temporales. Para ello, existen programas especializados en el manejo de grandes bases de datos, como Atlas.ti, MaxQDA y QDAMiner, que facilitan la modelación y proyección de escenarios considerando variables ambientales, geográficas y socioeconómicas, utilizando herramientas informáticas tales como los programas Maxan y Cormix (Espinoza et al., 2017).

El concepto de un laboratorio para la sustentabilidad también abarca la creación de plataformas de diálogo para identificar, analizar y construir consensos sobre territorios y recursos naturales en disputa. Por esta razón, el trabajo en estos laboratorios implica la participación de diversos actores sociales, como organizaciones de la sociedad civil y grupos productivos relacionados con la utilización y conservación de los recursos naturales. La inclusión de representantes de los tres niveles de gobierno es esencial, especialmente a nivel municipal, donde a pesar de contar con recursos limitados, desempeñan un papel cada vez más activo en las decisiones sobre la gestión de sus recursos

naturales y en iniciativas de desarrollo rural. También son relevantes otros actores como la industria, el ámbito académico y la ciudadanía en general (Barlocci, 2023, p. 63; Piñeiro, 2010, p. 1).

Los impactos negativos en el medio ambiente no sólo han modificado nuestras relaciones sociales, sino también la forma de investigar, lo que llevó a maneras novedosas de desarrollar el conocimiento científico. En tal sentido: “una de estas nuevas herramientas son los espacios de trabajo donde se realizan las investigaciones interdisciplinarias sobre desarrollo sustentable. Lo que distingue a este diferente tipo de laboratorios es la necesidad de contar con los medios necesarios para facilitar un acercamiento de la sociedad con la academia y así plantear sus problemas, colaborar con la creación y transmisión de conocimiento, revisar las estrategias y, sobre todo, participar en la toma de decisiones” (Espinoza et al., 2017, pp. 187-188).

Los laboratorios ambientales en la Universidad de la República

En Uruguay hay laboratorios que, desde las ciencias sociales, pueden aportar insumos académicos al estudio institucional del medio ambiente.

La Facultad de Ciencias Económicas y de la Administración de la Universidad de la República cuenta con un laboratorio, denominado Bloomberg, que posee herramientas e instrumentos para analizar cuestiones macroeconómicas, las cuales están estrechamente relacionadas con el medio ambiente (Wen, 2020, pp. 56-57). En cuanto al vínculo entre la economía y los ecosistemas, a modo de ejemplo podemos cuestionarnos: ¿por qué en apariencia los vehículos eléctricos no son rentables para la industria automotriz cuando sí lo son para la población? ¿Por qué los países con agua potable son de interés para otros países denominados “grandes potencias”? ¿Cómo afectó a los distintos grupos sociales la crisis del año 2023 por ausencia de agua potable en Montevideo? ¿La mujer trabajadora rural de Laguna Merín posee las mismas condiciones de salud laboral que sus pares varones? En los departamentos de Montevideo, Maldonado y Canelones, ¿todos los grupos

sociales con una residencia alejada del mar tienen las mismas posibilidades de habitar y/o disfrutar de los espacios costeros? ¿Por qué en Uruguay no se suele comprar champú biodegradable? Estas cuestiones ambientales, planteadas como interrogantes a modo de reflexión, se responderían mediante una investigación macroeconómica. El Bloomberg ha trabajado para el Ministerio de Desarrollo Social y para la Administración Nacional de Educación Pública, entonces, ¿por qué no podría trabajar la Facultad de Ciencias Económicas y de la Administración estudiando al medio ambiente y a las consecuencias que generan en el mismo las conductas humanas?

Asimismo, la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República cuenta con sus propias herramientas (hardware y software) para realizar estudios de macroeconomía desde los principios epistemológicos propios.

En el mismo sentido, la Facultad de Psicología de la Universidad de la República cuenta con el Laboratorio CIBPsi, el cual realiza estudios de psicofísica y/o de psicofisiología, que en ocasiones son aplicados a la microeconomía. Es importante conocer, cuando vemos una publicidad ambiental, en qué objetos se posa nuestra mirada o qué mensajes no son visibilizados. Dicho instituto posee herramientas para estudiar las pupilas para saber la trayectoria de nuestras miradas, por lo que tales cuestiones se pueden investigar en el CIBPsi. También cuenta con herramientas para estudiar conductancia electrodérmica (GSR), actividad eléctrica encefálica (EEG), cardíaca (ECG) y ocular (EOG), ventilación pulmonar, presión arterial, y temperatura, ya que la educación ambiental “que se enseña en la Facultad de Psicología parte desde un abordaje integral, con un concepto de medio ambiente que recoge a los factores culturales” (Barlocci, 2023, p. 64). ¿Cómo se puede gestionar el MA sin saber cómo es que afecta la contaminación a las cuestiones psicológicas?

Por lo antedicho, podemos afirmar que en Uruguay existen espacios científicos que pueden ser considerados como laboratorios ambientales y que, además, el medio ambiente es y ha sido objeto de estudio de las ciencias sociales.

Los laboratorios ambientales y su concepción por parte del Ministerio de Ambiente

En Uruguay, así como en otros países del mundo, distintos laboratorios han estudiado al medio ambiente y a su relación con la actividad humana. Algunos de ellos forman o formaron parte de la Red de Laboratorios Ambientales del Uruguay (en adelante RLAU) del MA (o del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, en su momento), no existiendo anteriormente grandes requisitos técnicos de ingreso a tales registros.

La RLAU, conocida como tal desde el año 2006, surgió a partir de una serie de iniciativas desarrolladas por la Dirección Nacional de Medio Ambiente a través de su Departamento de Laboratorio Ambiental. A su vez, se originó a partir de otras acciones llevadas a cabo por el Estado en el marco del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

En el año 2012 se estableció un directorio dentro de la RLAU, encargado de la continuación de la coordinación de los ejercicios de interlaboratorio. Tiempo más tarde, en agosto de 2021 se pautaron directivas ministeriales, mediante una resolución administrativa sin nomenclatura, en donde se establecieron los siguientes derechos de los laboratorios miembros:

i. Solicitar apoyo y/o respaldo para cumplir con los objetivos de la RLAU, quedando sujeto ese apoyo o respaldo a la consideración de la Unidad de Coordinación de la RLAU.

ii. Requerir información acerca de los asuntos, logros, acuerdos y disposiciones de la RLAU.

iii. Presentar ponencias ante los integrantes.

En octubre del año 2022 se promulgó la Ley 20075 (Ley 20075, D.O., Uruguay, 2022), la cual versa sobre la rendición de cuentas de 2021, pero, a pesar de ello, la norma abordó cuestiones que van más allá de la cuestión presupuestal del Estado. En el Art. 354 de la Ley 20075 se faculta al MA a crear el Registro Nacional de Laboratorios Ambientales (RNLA) “con el fin de fortalecer las capacidades analíticas en el país, mediante el establecimiento de criterios técnicos y de gestión, que permitan

asegurar información confiable y comparable sobre las distintas matrices ambientales, para su presentación y uso en las actuaciones administrativas ante dicho Ministerio” (D.O., Uruguay, 2022).

Meses más tarde a la promulgación de la Ley 20075, el MA creó el RNLA mediante una resolución ministerial publicada en octubre del año 2023, regulando así a los laboratorios ambientales. La Resolución 989/2023 bis (Res. 989 bis, D.O., Uruguay, 2023) fue aprobada el 11 de octubre de 2023 por el MA y publicada el 20 de octubre de 2023 en el Diario Oficial, casi un año después de que se aprobó la Ley 20075.

El Art. 4 de dicha resolución establece que los informes de resultados de pruebas físicas, químicas y biológicas necesarios solo serán aceptados para presentación y uso en los procesos administrativos si provienen de laboratorios ambientales registrados en el RNLA. Esto se aplica específicamente a los análisis cuyos resultados se presenten o se pretendan presentar.

En los siguientes artículos se establecen requisitos técnicos (certificaciones técnicas) y de trayectoria para que un laboratorio nacional o extranjero sea inscripto en el RNLA y se acepta que personal técnico del MA inspeccione las instalaciones.

También se establece en la resolución que los laboratorios ambientales deberán seguir el Manual de Procedimientos Analíticos para Muestras Ambientales. Este manual es aprobado mediante resoluciones administrativas que cada tanto actualizan y/o amplían los procedimientos científicos de investigación.

Por último, la resolución establece otro requisito, aunque lo hace de manera indirecta. El Art. 8 establece que “los laboratorios que realicen ensayos en el territorio nacional, serán identificados en el Registro mediante el número de Registro Único Tributario (RUT)” (Res. 989 bis, D.O., Uruguay, 2023). Solo las personas físicas y jurídicas que brinden servicios a cambio de un pago pueden solicitar un RUT, que es un número de identificación que brinda la Dirección General Impositiva. En tal sentido, aquellos laboratorios que pertenezcan a asociaciones sin personería jurídica quedan excluidos del MA.

De una interpretación primaria de la normativa, lo resuelto por el MA limita la cantidad de laboratorios que pueden parti-

cipar en la gestión ambiental, imponiendo no solo requisitos técnicos, sino también disciplinares, ya que son excluidos los centros de investigación sociales, psicológicos y/o económicos, entre otros.

Si bien no es el objetivo de este trabajo abordar esta temática, cabe mencionar que también hay una restricción metodológica hacia los estudios desarrollados con saberes de la física, la química o la biología, pues los laboratorios que aprueben los requisitos de admisión solo pueden hacer investigaciones usando algunos de los 87 procedimientos aprobados en otras resoluciones por el MA. Esto genera que la patología se vaya agravando con el tiempo, ya que el MA no actualiza de manera periódica sus procedimientos de investigación. En el año 2010 se aprobó una actualización de metodologías de investigación (Res. 110, D.O., Uruguay, 2010) y recién en octubre del año 2017 el MA volvió a actualizar los referidos procedimientos (Res. S/N, D.O., Uruguay, 2017). En definitiva, lo resuelto por el Estado termina generando una burocratización estatal en los laboratorios privados, en donde el progreso de la ciencia avanza más rápido que las actualizaciones normativas que regulan al medio ambiente.

Se suma a esto los requisitos en cuanto al reconocimiento de la personería jurídica. Dado que el Art. 8 de la Resolución 989/2023 bis implícitamente pide que los laboratorios tengan un número de RUT, esto implica que estén registrados en la Dirección General Impositiva, lo que a su vez conlleva la idea de que las asociaciones sin fines de lucro no pueden inscribirse en el MA. Solo pueden inscribirse en dicha institución aquellas personas físicas o jurídicas que desempeñen tareas de investigación remuneradas. Justamente, solo las personas jurídicas o físicas pueden registrarse ante la Dirección General Impositiva, por lo que toda asociación científica sin personería jurídica no puede participar de la gestión ambiental del MA.

Y, además, el MA fija criterios de investigación para que un laboratorio sea considerado ambiental. Todos estos criterios responden a cuestiones propias de la biología, química o física, y no consideran a las ciencias sociales. Es un error, pues la cuestión ambiental es general y abarca, necesariamente, un entendimiento integral

con los aportes de varias ciencias.

LO ANTRÓPICO EN EL MEDIO AMBIENTE

Es lícito preguntarse, a modo de ejemplo, ¿qué relación tendría un laboratorio de psicología con el estudio del medio ambiente? O uno de economía, de sociología o de otras ciencias sociales.

La respuesta a estas preguntas es que la concepción amplia del medio ambiente abarca un enfoque integral que considera no solo los aspectos químicos, físicos y biológicos del entorno, sino que también comprende las dimensiones sociales, culturales, económicas y políticas que influyen en cómo los seres humanos interactúan con su entorno. Todos estos elementos no pueden ser estudiados de forma aislada ni puede hacerse solo desde las ciencias naturales o exactas: se debe hacer de manera interdisciplinaria en conjunto con las ciencias sociales, siendo esto el punto central de este trabajo. Así las cosas, al medio ambiente en Uruguay se lo entiende desde una concepción amplia (Gelsi-Bidart, 1994, p. 9; Mantero y Cabral, 1995, p. 19; Gorosito-Zuluaiga, 2019, p. 101; Barlocci, 2024, p. 476) y como un espacio en el que se desarrollan relaciones complejas entre las comunidades humanas, como contraposición a una concepción restringida, desechada por la doctrina ambientalista, para la cual no existirían las relaciones sociales ni la cultura como elementos de la naturaleza.

El enfoque integral reconoce que las decisiones sobre el uso de recursos naturales, la gestión de residuos y la protección de áreas ecológicas, entre otros temas, están profundamente interconectadas con factores sociales, como la desigualdad social, la cultura, la historia y/o el poder político (Barlocci, 2023). El Art. 12 del Decreto Reglamentario 349/2005 de la Ley 16466 de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 16466, D.O., Uruguay, 1994) grafica de mejor manera esta concepción amplia del medio ambiente, clasificando al mismo en tres grupos: “a) Medio físico: agua, aire, suelo, paisaje, etc. b) Medio biótico: fauna, flora, biota acuática, etc. c) Medio antrópico: población, salud, actividades, usos del suelo, sitios de interés histórico y cultural, etc” (D.R. 349/2005, D.O., Uruguay, 2005).

Respecto al medio antrópico, uno de los

puntos claves del mismo es la importancia de la cultura. Las creencias, tradiciones y prácticas culturales moldean cómo las personas se relacionan con la naturaleza y determinan su disposición a protegerla. Quizá uno de los ejemplos más impactantes sobre el punto es el hecho de que la industrialización de ciertas zonas rurales o pesqueras en el mundo puede no solo crear una contaminación ambiental en el suelo (medio físico), sino también en la sociedad de estas localidades, aumentando el riesgo de explotación sexual (Wen, 2020, pp. 56-57), ejemplo sobre el cual habrá un apartado específico más adelante. Claro está, también ocurre que el medio antrópico agrede al medio físico. Por poner un ejemplo, la costumbre social de cubrir la fruta con plástico, aun cuando la misma ya tiene un recipiente orgánico, es una conducta que deteriora al ambiente.

EL DERECHO A LA PARTICIPACIÓN CIENTÍFICA

En primer término, se dirá que la participación ciudadana en la gestión ambiental es fundamental para garantizar decisiones más inclusivas y sostenibles en políticas, regulaciones y proyectos que afecten el medio ambiente. Esto implica involucrar a la población en la toma de decisiones, brindar acceso a la información, la participación en los procesos de consulta y el derecho a ser escuchado en asuntos ambientales. Gelsi-Bidart (1994), cuando analizó los proyectos de ley sobre la evaluación del impacto ambiental, propuso la necesidad de una mayor participación de las organizaciones sociales (p. 63).

Esta participación social, en muchas ocasiones, se vincula estrechamente con el derecho a investigar sobre el medio ambiente y las problemáticas que lo afectan. Además, los resultados de estas investigaciones deberían incorporarse a los debates institucionales sobre temas ambientales, incluyendo lo que refiere a las normas legislativas, por cuanto si los legisladores son representantes de la ciudadanía, los primeros deberían tener en cuenta las investigaciones de los ciudadanos. En este sentido, “las normas jurídicas o su interpretación deberán variar a medida que se amplía el conocimiento científico” (Mantero y Cabral, 1995, p. 20). Sin embargo, la

normativa ambiental no siempre se aplica de manera adecuada, y, además, existe una falta de vigilancia efectiva por parte del Estado (Gelsi-Bidart, 1994, p. 53).

Es así que el Art. 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, ratificado en Uruguay mediante la Ley 13751 del año 1969 (Ley 13751, D.O., Uruguay, 1969), consagra en varias de sus disposiciones los derechos de las personas a “gozar de los beneficios del progreso científico” (Art. 15 num. 1º lit. B) así como de tener “libertad para la investigación científica” (Art. 15 num. 3º).

Por otro lado, el Art. 27 num. 1º de la Declaración Universal de Derechos Humanos, en similar redacción, establece el derecho de las personas en “participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten” (Art. 27 num. 1º).

En la misma línea, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo del año 1992 (Naciones Unidas, 1992) consagra varios principios con el fin de proteger el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Allí, en el Principio 9º, se recomienda a los Estados aumentar “el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos...” (Naciones Unidas, 1992).

Asimismo, el Art. 12 literal C del Convenio sobre Diversidad Biológica, ratificado en Uruguay mediante la Ley 16408 del año 1993 (Ley 16408, D.O., Uruguay, 1993), consigna que los Estados “promoverán la utilización de los adelantos científicos en materia de investigaciones sobre diversidad biológica para la elaboración de métodos de conservación y utilización sostenible de los recursos biológicos, y cooperarán en esa esfera” (D.O., Uruguay, 1993).

Por último, en lo que refiere a la normativa vinculada al tema, el Art. 70 de la Constitución dispone que “El Estado propenderá al desarrollo de la investigación científica” (Const. 1967).

De la interpretación armónica de toda esta normativa reseñada, podemos concluir que el Estado debe investigar y promover que se investigue todos los elementos del medio ambiente, incluyendo los elementos sociales o antrópicos. Es por ello que debemos partir de la base de que todas las personas, asociaciones e instituciones tienen el derecho a investigar al medio ambiente (Nicastro-Seoane, 2016, p. 68).

Sobre el punto, desde la doctrina, Ferrajoli propone una Constitución de la Tierra, de carácter universal y cosmopolita. En su propuesta, en el Artículo 17 habla del derecho de todas y todos en acceder a la ciencia (Ferrajoli, 2024, p. 92), estando ello en sintonía con la normativa previamente reñada.

LAS CIENCIAS SOCIALES Y EL MEDIO AMBIENTE COMO OBJETO DE ESTUDIO

Desde fines del siglo XX, Gelsi-Bidart (1994) explicaba que “las ciencias sociales pueden establecer las consecuencias de la contaminación a nivel de la convivencia social (...) los costos económicos de la contaminación y los que requiere la recuperación natural” (p. 19).

Siguiendo esta línea, en el año 2010, el por entonces decano de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República, el Ingeniero Agrónomo y Doctor en Sociología Diego Piñeiro, expresaba que las ciencias sociales estaban llamadas “a cumplir en el estudio de la problemática ambiental y en la búsqueda de soluciones a los múltiples problemas que hoy aquejan a nuestras sociedades” (Piñeiro, 2010, p. 6). Es así que es necesario “integrar, evidenciar y promover las relaciones sociales y críticas desde otras Ciencias Interdisciplinarias, sobre todo, desde aquellas en las que converge el análisis del orden humano con el natural” (Chaves, 2019, p. 118), siendo esta visión interdisciplinaria compartida por la doctrina uruguaya (Gelsi-Bidart, 1994, p. 19; Nicastro-Seoane, 2016; Barloci, 2024, pp. 476-477).

A todo esto, debemos definir, únicamente a los efectos de este trabajo, qué son las ciencias sociales, reconociendo que son débiles los criterios para diferenciarlas de las ciencias naturales. En tal sentido, las ciencias sociales son aquellas que estudian las relaciones sociales y la conducta humana, comprendiendo las mismas la sociología, la antropología, la economía, la política, entre otras (Barloci, 2024, pp. 476-477).

Veamos pues algunos de los tópicos investigados desde las ciencias sociales, tanto en Uruguay como a nivel internacional, a efectos de concebir qué es lo que debería estudiar el medio ambiente a la hora de cumplir con sus cometidos institucionales.

El suicidio

Se ha revelado que la exposición a desastres naturales comúnmente conlleva que las personas sufran de depresión, ansiedad y/o ideación suicida (Clayton, 2019, p. 169). Asimismo, el cambio de la temperatura incide en condiciones psiquiátricas previas al poder generar irritabilidad (Malagón-Rojas et al., 2017, p. 232). En otras palabras, el cambio climático genera que se acrecienten los cuadros clínicos de personas que poseen trastornos de depresión, a modo de ejemplo.

Por otro lado, y a los efectos de evidenciar este vínculo entre los distintos elementos del medio ambiente, en un estudio a nivel regional en Estados Unidos y México se expuso una nítida relación entre el calor y las tasas de suicidio (Clayton, 2019, p. 169). Lo interesante aquí es que en este tipo de estudio no sólo se enfoca en los cambios hormonales que produce el aumento de la temperatura, sino que también aborda las cuestiones económicas. Las clases sociales bajas y medias no pueden combatir una ola de frío o de calor de la misma manera que lo hace la clase social alta. La dificultad de las primeras para acceder a elementos de calefacción para adaptarse al medio ambiente puede generar situaciones de estrés diario.

En Uruguay también se ha estudiado el vínculo entre el suicidio y el daño ambiental, pero no relacionado a los elementos físicos (aumentos o descensos de la temperatura a partir del cambio climático), sino que en lo que respecta a los elementos químicos. Es así que en una investigación de corte cuantitativo se propuso investigar si existe una relación entre las tasas de suicidio y la concentración de litio en agua potable en los departamentos de Montevideo y Rocha, durante los años 2019 al 2020, sin poder encontrar una correlación en dichos departamentos, pero destacando que en otros estudios llevados a cabo en Estados Unidos, Grecia y Japón se demostró que a menor consumo de litio en el agua bajaban las tasas de suicidio (Frontini et al., 2024, p.4).

La violencia sexual

Por otro lado, existe una preocupación a nivel mundial en cuanto a la interacción

entre ambiente y el género de las personas (Kyes, 2020), siendo que “las mujeres y el medio ambiente comparten la vulnerabilidad frente al poder político y económico” (Cappelli, 2015, p. 194). En tal sentido, diversas investigaciones a desarrolladas en Asia han puesto el foco en cómo la industrialización en zonas rurales o suburbanas incrementa los riesgos de que los niños, niñas y adolescentes de zonas aledañas se vean expuestos a situaciones de explotación sexual (Wen, 2020, pp. 56-57).

Poniendo el foco en Uruguay, se cuenta con la Ley 16466 de Evaluación del Impacto Ambiental (Ley 16466, D.O., Uruguay, 1994). En su Art. 2, num. 2º, establece que antes de la construcción de complejos industriales (entre otras obras de infraestructura) se deberá realizar un estudio de impacto ambiental que considere las consecuencias culturales de los proyectos en cuestión.

Es por esto que este foco que pone a la comunidad internacional en cuanto al vínculo entre medio ambiente, cambio climático y explotación sexual, en Uruguay ha motivado que, ante determinados procesos industriales en ciudades rurales, se lleven a cabo políticas de sensibilización en cuestiones de género, infancias y sexualidad promovidas por el Instituto Nacional del Niño y el Adolescente (Barlocci, 2023, pp. 56-57).

Los bienes indígenas

También se ha de decir que es objeto de estudio para la antropología la deforestación en los territorios indígenas de América del Sur, ya sea para el cultivo de soja transgénica con uso de glifosato (Skil, 2011) o para la extracción de determinados minerales tales como el litio en Salta, Argentina (Pragier et al., 2022), entre otras causas, lo que conlleva el desplazamiento forzado de las comunidades indígenas, generando una afrenta a su identidad social y a su derecho de goce sobre sus tierras ancestrales. Ello lo podemos relacionar con lo relatado por Gelsi-Bidart (1994) cuando él relacionaba cómo la colonización y la discriminación racial impactaron, mediante la violencia, en la contaminación en América Latina desde el siglo XIV (p. 12).

En Uruguay tenemos bienes indígenas que forman parte del patrimonio y que

son afectados por la industria en general y, principalmente, por la industria arrocerá en la cuenca de la Laguna Merín, según indican los estudios antropológicos realizados recientemente. Las plantaciones arroceras en dicho lugar “generaron daños arqueológicos críticos e irreversibles sobre dos cerritos de indios, incluyendo afectación de restos óseos de cuerpos inhumados en estos cementerios indígenas” (Kruk et al., 2022, p. 15), es decir, los agroquímicos dañan la cultura en Uruguay (Barlocci, 2024, p. 484).

Las relaciones laborales

Las ciencias sociales han abordado también el impacto de la contaminación en el medio ambiente y su relación con las condiciones laborales desde diversas perspectivas. Los enfoques interdisciplinarios que combinan la ecología, la biología, la sociología y la economía permiten comprender cómo la contaminación afecta no solo al medio ambiente, sino también a la salud y el bienestar de los trabajadores.

Uno de los principales enfoques ha sido estudiar cómo la exposición a contaminantes ambientales, como productos químicos, metales pesados y partículas en suspensión, puede afectar a la salud de los trabajadores y a sus actividades laborales. Investigaciones han mostrado que la contaminación del aire y del agua puede llevar a enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares y otros problemas de salud que impactan directamente en la productividad laboral y en la calidad de vida de los empleados (Abbate et al., 2017).

Además, las ciencias sociales han examinado cómo las condiciones laborales pueden influir en la capacidad de las comunidades para enfrentar la contaminación. Por ejemplo, en áreas industrializadas, los trabajadores a menudo se encuentran en situaciones de mayor riesgo debido a la falta de regulaciones adecuadas y protección laboral, lo que puede agravar los efectos negativos de la contaminación en su salud.

Otro aspecto importante es el análisis de cómo la contaminación ambiental afecta el entorno de trabajo en sí mismo. Un ambiente laboral contaminado no solo puede ser perjudicial para la salud de los trabajadores, sino que también puede afectar la moral, el bienestar psicológico y la

cohesión del equipo, lo que repercute en la eficiencia y el rendimiento de la organización.

Las ciencias sociales también han investigado la intersección entre la sostenibilidad y las relaciones laborales, abogando por prácticas laborales que promuevan la salud ambiental. Esto incluye fomentar el uso de tecnologías limpias, la implementación de políticas de prevención y la promoción de un ambiente de trabajo seguro y saludable (Abbate et al., 2017; Kruk et al., 2022).

En Uruguay, estos postulados epistémicos se han materializado en diversas investigaciones. Así, en la localidad de Young del departamento de Río Negro, se ha visto cómo la explotación agrícola permeó en las condiciones laborales de los habitantes, afectando su salud laboral, sus proyectos de vida y su sustentación económica (Abbate et al., 2017; Kruk et al., 2022). En tanto, en la Laguna Merín, otras investigaciones han dado cuenta de que en pos de la acumulación de capital mediante el cultivo de arroz se ha sacrificado a “poblaciones, territorios, ecosistemas e historia” (Kruk et al., 2022).

CONCLUSIONES

El Ministerio de Ambiente, en la Res. 989/2023 bis, no contempla que las ciencias humanas y sociales puedan participar del abordaje científico de los estudios del medio ambiente y, por lo tanto, no valida sus estatutos de saberes científicos. Ello es contrario a la validación institucional que se da desde el Ministerio de Ambiente a los saberes provenientes de la química, la física, la biología y la medicina, entre otras disciplinas denominadas como ciencias duras y/o naturales.

Si bien la norma no cuenta con una exposición de motivos, la motivación de dicha decisión institucional puede responder al concepto clásico en donde un laboratorio es un espacio con herramientas físicas, concepción en donde quedan invisibilizados los científicos sociales y sus metodologías e instrumentos físicos y/o epistémicos, así como a un paradigma restringido del medio ambiente el cual no contempla a sus elementos sociales y culturales.

Como se desarrolló, los sociólogos, economistas, psicólogos, trabajadores socia-

les, politólogos, entre otros científicos en Uruguay, cuentan con herramientas técnicas e informáticas que encuadran dentro de la concepción de laboratorio. Y, de hecho, desde estos espacios se han creado insumos que permiten identificar los daños ambientales a los componentes sociales del concepto de medio ambiente. A saber, a partir de investigaciones sociales de impacto ambiental se crearon medidas de prevención en lo que refiere a la explotación sexual de las infancias y/o adolescencias en zonas rurales con procesos de industrialización, o se han propuesto medidas de investigación y contención sanitarias en regiones de cultivos de arroz.

A esto debemos sumar que las concepciones actuales de un laboratorio, ya sea ambiental o no, definen al mismo como el espacio de encuentro de saberes científicos y/o populares, abundando estos lugares en Uruguay, pero quedando los mismos excluidos del enunciado normativo del Ministerio de Ambiente.

Sería recomendable y ajustado a la normativa internacional que desde el Estado se sigan fomentando estos espacios de investigación social y que los mismos sean contemplados específicamente por la normativa legal y administrativa del Ministerio de Ambiente. Ello atento de poder visibilizar aún más la concepción amplia del medio ambiente.

Los enunciados normativos analizados en cuestión deben por ende ser derogados y el Ministerio de Ambiente debe modificar sus paradigmas en cuanto a los tres conceptos de ciencias, laboratorios y medio ambiente, adoptando una visión interdisciplinaria, moderna y participativa que convalide los saberes científicos de las ciencias humanas y sociales en lo que es el estudio del impacto de la degradación ambiental.

Referencias

1. Abbate, S., Colazzo, M., Fonsalía, A., Heinzen, H., Heinzen, J., Niell, S., Pareja, L., Rodríguez, N. y Villar, A. (2017). Agroquímicos, salud laboral y ambiental. Diálogo de saberes y búsqueda de alternativas en una comunidad urbana del litoral del país. Universidad de la República.
2. Barlocchi, I. (2023). Educación ambiental de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República. *Revista It*, 10(10), 56-65.
3. Barlocchi, I. (2024). Daño ambiental por productos agrícolas. La prueba pericial del impacto ambiental en los bienes sociales y culturales. *Revista Crítica de Derecho Privado*, (21), 475-486.
4. Cappelli, S. (2015). Igualdad, mujer y ambiente: ¿una relación posible? En N. Cafferatta, (Dir.), *Derecho ambiental dimensión social* (pp. 175-205). Rubinzal-Culzoni.
5. Chaves, D. (2019). Aportes para desaprender lo ambiental y lo social. *Novum*, 2(9), 101-121.
6. Clayton, S. (2019). Psicología y cambio climático. *Papeles del Psicólogo*, 40(3), 167-173.
7. Correa-Freitas, R. y Vázquez, C. (1997). La Reforma Constitucional de 1997: análisis constitucional y administrativo. Fundación de la Cultura Universitaria.
8. Cousillas, M. (1998). La protección constitucional del ambiente. En C. Mata (Coord.), *Reflexiones sobre la Reforma Constitucional de 1996* (pp. 139-148). Fundación de la Cultura Universitaria.
9. Cosentino, R. (2010). Temas medioambientales: delitos, contaminación por ruido. AMALIO M. FERNÁNDEZ.
10. Díaz-Fernández, H. (2016). Daño extrapatrimonial ambiental. En A. Mariño-López (Dir.), *El daño moral o extrapatrimonial y su cuantificación. Doctrina, jurisprudencia seleccionada y tablas de cuantificación jurisprudencial*, (Tomo I, pp. 623-658). La Ley Uruguay.
11. Espinoza, A., Mesa, M., Ortega, A. y Hernández-Chávez, M. (2017). Laboratorios para la sustentabilidad: nuevos espacios para el quehacer científico y la formación de recursos humanos. *Revista de El Colegio de San Luis*, 7(13), 184-201.
12. Ferrajoli, L. (2024). Una Constitución de la Tierra. Para salvar la humanidad. Fundación de Cultura Universitaria.
13. Frontini, M. A., Olmos, I., Giraldez, G. y Lara, F. (2024). Tasas de suicidio y concentración de litio en agua corriente en Rocha y Montevideo. Primer estudio en Uruguay, período 2019-2020. *Revista Médica del Uruguay*, 40(1), e204.
14. Gamboa-Bernal, G. (2021). Cambio climático: ciencia, política y más. *Persona y Bioética*, 25(1), e2516.
15. Gelsi-Bidart, A. (1994). Estudio del derecho agrario: derecho Agrario y Ambiente, Vol. IV. Fundación de la Cultura Universitaria.
16. Gorosito-Zuluaga, R. (2019). *Estudios de Derecho Ambiental. La Ley Uruguay*.
17. Kruk, C., Gascue, A., Bortolotto, N., Rodríguez-Lezica, L., Delbene, L., González, S., Martínez, G., de la Rosa, A. y Gianotti, C. (2022). Problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de la Laguna Merín: aportes desde la interdisciplina. *Revista Uruguaya de Antropología y Etnografía*, 7(2), e690.
18. Kyes, R. (2020). *A brutal union: the relationship between trafficking-in-persons and climate change*. Geneva International Centre for Justice.
19. Malagón-Rojas, J., Garrote-Wilches, C. y Castilla-Bello, P. (2017). Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana. *Salud Uninorte*, 33(2), 224-241.
20. Mantero, O. y Cabral, D. (1995). *Derecho Ambiental*. Fundación de la Cultura Universitaria.

21. Naciones Unidas. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
22. Nicastro-Seoane, G. (2016). La protección procesal del medio ambiente: un desafío y un deber de todos. *Revista Uruguaya de Derecho Procesal*, 1, 45-71.
23. Piñeiro, D. (2010). Medio Ambiente y Ciencias Sociales: vínculos imprescindibles. *Revista de Ciencias Sociales*, XXIII(26), 6-7.
24. Pragier, D., Novas, M. y Christel, L. (2022). Comunidades indígenas y extracción de litio en Argentina: juridificación y estrategias de acción. *ÍCONOS. Revista de Ciencias Sociales*, XXVI(72), 79-96.
25. Skil, K. (2011). Investigar problemas ambientales en antropología social y científica: una aproximación al campo. *Avá. Revista de Antropología*, (18), 1-19.
26. Wen, J. (Ed.). (2020). Vínculos entre la violencia de género y el medio ambiente. *La violencia de la desigualdad*. UICN.

Resistencias y experiencias comunitarias

***Community resistances
and experiences***

Hidrógeno Verde en Uruguay: acciones transdisciplinarias para dar voz a comunidades excluidas

¹ Facultad de Información y Comunicación, FIC, Udelar, Uruguay.

² Grupo de Trabajo Ambiente y Derechos Humanos de la Cátedra UNESCO de DDHH de la Universidad de la República, Uruguay.

³ Facultad de Ingeniería, Udelar, Uruguay.

⁴ CURE Maldonado, Universidad de la República, Uruguay.

⁵ Facultad de Ciencias Sociales, FCS, Udelar, Uruguay.

⁶ Polo de Desarrollo Universitario Núcleo de Estudios Rurales, NER, CENUR Noreste Sede Tacuarembó, Udelar, Uruguay.

⁷ Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social, IDIIS, CENUR Noreste Sede Tacuarembó, Udelar, Uruguay.

⁸ CENUR Noreste Sede Tacuarembó, Udelar, Uruguay.

⁹ Polo de Desarrollo Universitario Núcleo de Estudios Rurales, NER, CENUR Noreste Sede Tacuarembó, Udelar, Uruguay. Museo Nacional, UFRJ, Brasil.

¹⁰ Departamento de Métodos Cuantitativos, DMC, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, FCEA, Udelar, Uruguay.

¹¹ Instituto de Estadística, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, FCEA, Udelar.

¹² Facultad de Agronomía, Udelar, Uruguay.

¹³ Facultad de Derecho, Udelar, Uruguay.

¹⁴ Facultad de Ciencias, Colectivo TÁ, Udelar, Uruguay.

* Correo de contacto: clau@fcien.edu.uy

Green Hydrogen in Uruguay: transdisciplinary actions to give voice to excluded communities.

Achugar, Mariana^{1,2}; Balado, Irene^{2,3}; Santos, Carlos^{2,4}; Pena, Daniel^{2,5}; Franco, Rodolfo⁶; Barbosa, Ana María⁷; Machado, Carlos⁸; Repetto, Francesca⁹; Giordano, Gabriel^{2,4}; Asconeguy Raco, Matías^{2,5}; Riaño, Eugenia¹⁰; Rey, Antonio¹¹; Bertoni, Reto⁷; Díaz, Pablo⁶; Chiappe, Marta^{2,12}; Ciganda, Ana Lía²; Guerra, Daniela^{2,13} y Martínez Debat, Claudio^{2,14*},¹⁵

RESUMEN: Una vez que el “Proyecto Tambor”, de producción de “hidrógeno verde” (H₂V) y derivados, fue anunciado públicamente en 2022, los vecinos de la zona afectada (Departamento de Tacuarembó, zona noreste de Uruguay) comenzaron a movilizarse, organizándose en grupos autoconvocados y buscaron el apoyo de actores académicos. La respuesta inmediata provino de la Cátedra Unesco de Derechos Humanos y de grupos docentes de la Sede Tacuarembó del Centro Universitario Regional Noreste, pertenecientes todos a la Universidad de la República (la mayor universidad pública del país). Luego de algunas reuniones presenciales (y algunas virtuales de coordinación), se trabajó conjuntamente en la realización de una encuesta que buscó relevar datos actualizados de la población local (tales como lugar de residencia, género, actividad y/u ocupación, nivel educativo, identidad étnico-racial) y reveló, ante todo, la falta de información acerca del proyecto y la inexistencia de instancias de participación social efectivas y reales. Este artículo documenta la experiencia anterior y reflexiona sobre lo transcurrido y los resultados obtenidos. Aunque preliminar —dado que representa una primera aproximación al tema—, el trabajo es integral —en cuanto articula las tres funciones universitarias de docencia, investigación y extensión, además de transdisciplinario— e implica: 1) un posicionamiento ético que busca visibilizar y dar respuestas a las demandas de la sociedad civil —en particular de los grupos socialmente menos favorecidos—, y 2) asumir el compromiso de contribuir al estudio de problemas de interés general y a su comprensión pública, defendiendo la forma democrática de gobierno, los principios de justicia y bienestar social, y los derechos humanos.

PALABRAS CLAVE: Hidrógeno. Derechos. Participación. Integralidad. Transdisciplina.

ABSTRACT: In 2022, after the public announcement of the “Tambor Project” —an industrial plant to produce “green hydrogen” (GH₂) and derivatives— residents of the affected area located in the Department of Tacuarembó (northeastern part of Uruguay) began to mobilize. They organized themselves into autonomous groups and sought the support of academic actors. The immediate response came from the UNESCO Chair of Human Rights and research groups of the Northeastern Regional University Center in Tacuarembó, all part of the University of the Republic (the largest public university in the country). After some face-to-face meetings (and some virtual coordination sessions), the group collabo-

rated in the design of a survey that sought to gather data on the local population (such as place of residence, gender, activity and/or occupation, educational level, ethnic-racial identity) and their views on the projected GH₂ project in their region. This survey revealed, above all, the lack of information about the project and the non-existence of effective and real instances of social participation. This article documents this experience and provides a reflection on what has taken place and the results obtained in the context of a new green energy transition policy. Although preliminary –since it represents a first approach to the subject–, this experience is an example of holistic education –in that it articulates teaching, research and community based education, as well as transdisciplinary research approaches– which entails: 1) an ethical positioning that seeks to make visible and provide answers to the demands of civil society –particularly those of less privileged groups–, and 2) to assume the commitment to contribute to the study of socioenvironmental problems of general interest and to their public understanding, defending the democratic form of government, the principles of justice and social welfare, and human rights.

KEYWORDS: Green Hydrogen. Human Rights. Participation. Holistic approach. Transdisciplinarity.

¹⁵ Correos de autores:
 mariana.achugar@fic.edu.uy
 irenebalado@gmail.com
 carlos.santos@cure.edu.uy
 danielpenav@gmail.com
 rfranco.udelar@gmail.com
 jilguero.anamaria@gmail.com
 carlosmachadoalejandro@gmail.com
 afripas@gmail.com
 gabrielgiordano5@gmail.com
 matias.asconeguy@gmail.com
 rianomiranda@gmail.com
 arey_1986@yahoo.com
 reto.bertoni@gmail.com
 diazpablouruguay@gmail.com
 marbechiappe@gmail.com
 analiaciganda@gmail.com
 daniela.guerra@fder.edu.uy.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha venido impulsando a nivel global un cambio en la matriz energética como forma de responder a la crisis del petróleo, al cambio climático y a la creciente demanda energética. Las grandes corporaciones transnacionales, los organismos multilaterales de financiamiento (p. ej. Banco Mundial, BID, CAF, etc.) y los gobiernos de los países del Norte Global están promoviendo una “transición energética verde” en la que la producción de hidrógeno es una de las propuestas. El *consenso hegemónico de la transición energética* (Rátiva Gaona et al., 2023) promueve inversiones masivas en alternativas energético-tecnológicas ‘renovables’ de compañías del Norte Global en el Sur Global, donde se apropian de los materiales necesarios para producir esas tecnologías, como son los minerales (p. ej. litio), agua y tierras. ¿Quiénes promueven y a qué intereses responden estos proyectos e iniciativas? ¿Qué efectos producen y cómo impactan estos proyectos de transición energética en los territorios del Sur Global? ¿Qué respuesta dan las comunidades y territorios donde se pretenden instalar estos emprendimientos?

En el caso del hidrógeno (H₂), a nivel global actualmente existen unos 2462 proyectos, de los cuales sólo 100 están funcionando (Serrani, 2024). En el Mercosur, existen unos 68 proyectos de H₂, la mayoría en estudio (Serrani, 2024). Los proyectos de

H₂ en la región se han incrementado en los últimos años, siendo impulsados por inversores extranjeros, y están pensados para la exportación. En Uruguay, existen cinco proyectos en estudio y uno pequeño que ya está funcionando (Khairis en Fray Bentos).

El establecimiento de estos proyectos en el territorio tiene efectos económicos, sociales y ambientales. La transición energética sostenida en un modo de producción basado en el crecimiento con energías renovables genera demanda de recursos y amplía las fronteras extractivas y la distribución desigual de externalidades (Ávila, 2023, p. 23). El uso de grandes extensiones de tierra para la producción de energía renovable con aerogeneradores o paneles solares, junto con el uso de grandes cantidades de agua para la producción de hidrógeno, compiten con otros usos de los mismos bienes comunes en el territorio. Estos proyectos vienen además acompañados de transformaciones sociales y culturales, ya que la construcción de estas megaplantas conlleva la movilización de grandes números de personas. Al considerar toda la cadena de producción del H₂, también se pueden identificar los impactos de la minería y del transporte de estos productos, que son dependientes de hidrocarburos y están así asociados a un incremento de emisiones de CO₂, lo cual pone en cuestión lo ‘verde’ de esta tecnología. Por otro lado, la forma en que se implantan estos proyectos en los territorios vulnera derechos de las poblaciones locales, como su posibili-

dad de participar en las decisiones sobre los usos de los territorios que habitan. Es por esto que, tanto a nivel local como global, la producción de H₂ tiene una serie de efectos relacionados que hacen cuestionable su potencial como tecnología verde, sostenible y justa.

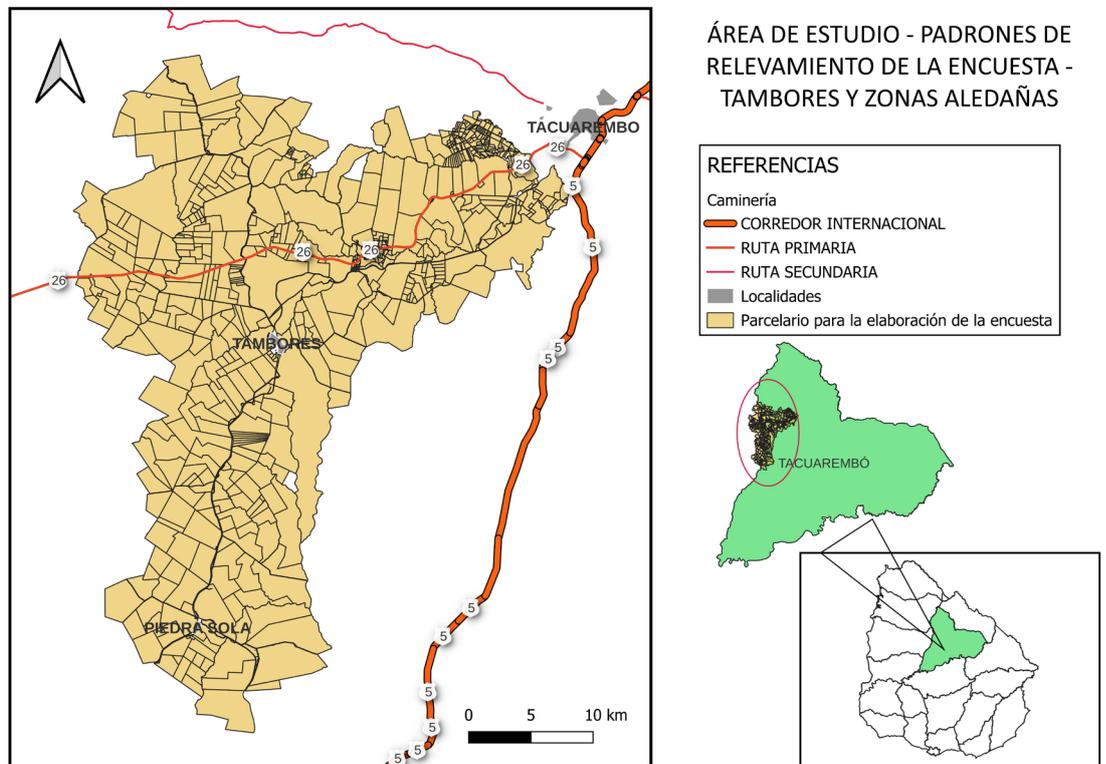
Este trabajo presenta parte de un proceso de extensión universitaria que surgió en respuesta a una demanda de la comunidad y que tuvo el fin de documentar la información y oportunidades de participación que ha tenido la población local de Tambores (pequeña localidad del Departamento de Tacuarembó, en la zona noreste de Uruguay, Figura 1) desde que el Proyecto Tambor, de producción de “hidrógeno verde” (H₂V) y derivados, fue anunciado públicamente en 2022. Asimismo, reflexiona sobre lo transcurrido y los resultados obtenidos.

DESARROLLO Y CRONOLOGÍA DEL PROCESO

En junio de 2022, los vecinos recibieron la noticia de la instalación de un megaem-

prendimiento privado (desarrollado por la empresa alemana Enertrag, en asociación con la chileno-uruguayo SEG Ingeniería) para la producción de H₂V en las inmediaciones del lugar (ENERTRAG, s.f.; SEG Ingeniería, 2022), el que está enmarcado en la llamada “Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde y derivados en Uruguay” (Ministerio de Industria, Energía y Minería, 2023). La noticia se publicó en un medio de prensa local (sin llegada masiva), debido a la convocatoria por parte de la Intendencia Departamental de Tacuarembó a una audiencia pública, necesaria por Ley para la aprobación de la recategorización del suelo de un padrón rural, y como paso previo a la concreción de dicho megaemprendimiento. Este proyecto implica la instalación de un parque eólico y un parque solar, además de la propia planta de producción, la que sería capaz de producir 13 000 toneladas por año de H₂V para producir metanol. En un contexto de grandes incertidumbres y falta de información acerca de los posibles impactos a nivel ecológico, ambiental y social, los vecinos de Tambores y localidades aledañas conforma-

Figura 1. Mapa de la zona de estudio. Refiere a los padrones comprendidos en un área de influencia de 4500 m desde la ruta 26 y la caminería principal de Tacuarembó a Piedra Sola, con un área total de 101 154 ha.



Fuente: elaboración propia.

ron los colectivos “Eco Tambores” y “Agua es Vida”. La Junta Departamental de Tacuarembó aprobó la recategorización del suelo de dicho padrón (Nº 10 317) de “rural” a “suburbano industrial” en noviembre de 2022 (Decreto 46/2022, Tacuarembó, Uruguay, 2022), lo que provocó que un grupo de vecinos interpusiera, en febrero de 2023, un recurso de inconstitucionalidad ante la Suprema Corte de Justicia, argumentando que el decreto violaba su derecho a la protección del medio ambiente, la participación y al acceso al agua como lo garantiza el artículo 47 de la Constitución de la República Oriental del Uruguay (1997)¹⁶.

En este marco, dichos colectivos contactaron a la Cátedra Unesco de Derechos Humanos¹⁷ y a grupos docentes pertenecientes a la Sede Tacuarembó del Centro Universitario Regional (CENUR) Noreste¹⁸. Así se creó un grupo transdisciplinario, conformado por vecinos y grupos de trabajo de la Universidad de la República (Udelar), para acompañar las demandas locales respecto al acceso a la información y a la participación.

Este grupo organizó y promovió dos actividades en el territorio: el encuentro “Tambores: agua, hidrógeno verde y derechos” (agosto de 2023) y el taller de intercambio “Pensando a Tambores frente a los desafíos del Hidrógeno Verde” (octubre de 2023). En estos encuentros se evidenció la necesidad de los vecinos de poder acceder a información accesible y calificada que les permita esclarecer y fortalecer sus posturas. Quedó también en evidencia que los espacios de tomas de decisión —a nivel político y/o empresarial—, no están considerando en los hechos a las colectividades que podrían ser afectadas, dado que las instancias oficiales generadas hasta ahora (tales como las audiencias antes mencionadas) no tienen carácter vinculante.

La primera actividad (“Tambores: agua, hidrógeno verde y derechos”) se realizó en agosto de 2023 en la localidad de Tambores y contó con un público bastante numeroso: 170 personas, de las cuales 64 eran residentes de la localidad, que cuenta con cerca de 1600 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2011). Cabe destacar que participaron de este encuentro las máximas autoridades de la sede universitaria CENUR Noreste, lo que resulta relevante como instancia donde la Universidad se presenta en su papel activo de compromiso frente a las problemáticas que involucran a su región y comunidad. La actividad comenzó con una presentación realizada por estudiantes del liceo local “Dr. Juan Dalto” sobre una encuesta exploratoria inicial acerca de las percepciones de los habitantes de la zona, realizada en el marco de sus tareas extra-curriculares. Le siguieron presentaciones de los docentes universitarios que abordaron: a) el encuadre global sobre el cambio climático y el tema del H₂V, y los desafíos de índole territorial de los emprendimientos; b) la temática del agua y los desafíos en cuanto a su utilización, a partir de la última crisis que afectó al consumo humano y la producción de alimentos (último período de sequías consecutivas 2021 al 2023); c) el proceso químico y características de esta industria, proporcionando información al respecto, y, por último, d) la temática acerca del enfoque de los derechos de los ciudadanos/as en relación con este tipo de megaemprendimientos, como son el derecho a la información, a la participación y al acceso a la justicia, entre otros (cf. p. ej. DESCAJus, 2021)¹⁹. La instancia prosiguió con la participación libre y consultas de los asistentes a la actividad vía micrófono y en plenario abierto.

La segunda actividad, el taller de inter-

¹⁶El 23 de febrero de 2024, la Suprema Corte de Justicia (SCJ) emitió su sentencia con respecto al recurso presentado por los vecinos por el Proyecto Tambor. En su respuesta se desestima el recurso, porque se considera que el decreto departamental impugnado no tiene fuerza de ley en su jurisdicción, pero se reconoce la legitimidad de los vecinos de reclamar su derecho a vivir en un ambiente sano y a proteger sus derechos fundamentales que representan intereses difusos.

¹⁷<https://asa.edu.uy/ambiente-y-ddhh/>

¹⁸Docentes del Centro Universitario Regional Noreste (https://www.cci.edu.uy/cenur_noreste) de la Universidad de la República (Udelar), específicamente del Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social (IIDIS), (<https://www.tacuarembou.uy/idiis-inicio/>) y del Núcleo de Estudios Rurales (<https://nucleodeestudiosrurales.wordpress.com/>).

¹⁹En julio de 2023 salió a luz una noticia en la prensa nacional donde se reportaba que el Ministerio de Ambiente ubicó en la categoría “C” el Proyecto Tambor para una planta de producción de H₂V en Tacuarembó. La categorización de la viabilidad ambiental de localización del emprendimiento Tambor había sido hecha el 30 de noviembre de 2022. La categoría “C” incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda producir impactos ambientales significativos, se encuentren o no previstas medidas de prevención o mitigación (Ministerio de Ambiente - Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental, 24 de diciembre de 2024, Viabilidad ambiental de localización - Comunicación de proyecto. Sitio oficial de la República Oriental del Uruguay, <https://www.gub.uy/tramites/viabilidad-ambiental-localizacion-comunicacion-Proyecto>).

cambio, fue realizada en la localidad el día 21 de octubre de 2023 y contó con la participación de alrededor de 30 asistentes, conformados por vecinos de Tambores y zonas aledañas, integrantes de organizaciones vinculadas a la temática del ambiente, referentes locales, y estudiantes y docentes universitarios. Los objetivos de la actividad fueron: a) continuar y complementar el proceso iniciado con la comunidad de Tambores; b) propiciar un espacio de reflexión sobre los desafíos que representa la instalación de una planta de H_2V en la zona; c) contribuir al fortalecimiento comunitario y el desarrollo de capacidades y, por último, d) afianzar el vínculo de la Udelar en términos de su rol con la comunidad en este contexto.

Asimismo, y como parte de las estrategias seguidas por el grupo de trabajo, el equipo se sumó a una actividad propuesta por la comunidad local denominada “Fiesta de la Integración de Tambores y sus zonas”, realizada entre los días 2 al 4 de diciembre de 2023²⁰. En ella, se distribuyó material informativo y de divulgación elaborado por el grupo, en relación con la temática (Grupo de Trabajo de Ambiente, s.f.). Esta actividad social, diferente a las instancias de tipo académico, propició el diálogo, consultas y, en definitiva, el acercamiento con vecinos de la comunidad.

Así, a partir de estas instancias de coparticipación se ha ido construyendo un vínculo de confianza entre el equipo de Udelar y la/s comunidad/es de referencia, sostenido sobre la base del respeto y la valoración mutua, lo cual ha afianzado el compromiso de cara a las futuras tareas y/o desafíos. Un aspecto en particular que fue resaltado desde el inicio como de particular importancia por los propios pobladores de la zona en las actividades realizadas es el poder saber cuánta agua, de dónde y cómo se extraerá para la producción de H_2 . ¿Qué impactos podría sumar este tipo de megaemprendimiento en

un territorio que ya experimenta déficit hídrico en algunas épocas del año?

Ante la propuesta de uno de los colectivos ambientalistas, “Agua es vida”, se planteó la realización de una encuesta en 2024 con el fin de expandir el sondeo, buscando incluir a aquellos que no fueron partícipes de las actividades realizadas previamente y recoger así otras posibles posiciones y temáticas de interés para la población afectada de la zona. La misma, comenzó a diseñarse en 2023 inmediatamente después de las actividades mencionadas anteriormente. Esta acción coincide con el momento en que: a) ya había sido autorizada la recategorización del suelo, b) el proyecto había sido calificado de grado “C” (impacto ambiental significativo) por el Ministerio de Ambiente (IMPO, 2005) y c) la empresa estaba en proceso de desarrollar su obligado estudio de impacto ambiental (c.f. Procedimiento de Estudio de Impacto Ambiental, s.f.)²¹, lo que provocó cierta urgencia para su concreción. Se empezó elaborando un borrador de encuesta²², el que fue discutido, revisado y pulido en varias reuniones del grupo transdisciplinario, hasta llegar a un acuerdo sobre los contenidos y forma, habiendo sido además comentado y revisado por colegas sociólogos y especialistas. La encuesta fue testeada en pruebas piloto en el territorio, con personas de diferentes perfiles considerando su nivel educativo, ocupación y lugar de residencia. Se definió así el modo de distribución de la encuesta, optando por hacerlo presencial y en modalidad de entrevista, y no de forma autónoma a través de un celular. Además, se ajustó el vocabulario, la complejidad de la redacción de las preguntas y el tipo de pregunta utilizada en cada caso²³. La ejecución de la encuesta contó con un equipo de 10 docentes y 26 estudiantes de Udelar²⁴ (Figura 1).

Los días 20 y 21 de abril de 2024 se encuestaron más de doscientos hogares. A par-

²⁰<https://asa.edu.uy/hidrogeno-verde-en-tambores/>

²¹ Documento elaborado *ad-hoc* por la Cátedra Unesco de Derechos Humanos, Universidad de la República, Uruguay. <https://drive.google.com/file/d/1Te8p7CpNrtlgGtqkQtj1fkMZ4PGg7ME0/view>

²² Elaborado por el Grupo de Trabajo de Ambiente y Derechos Humanos de la Cátedra UNESCO de DDHH de Udelar y docentes del CENUR Noreste del Instituto de Desarrollo, Innovación e Inclusión Social (IDIIS) y el Núcleo de Estudios Rurales (NER). También colaboraron otros investigadores de la Udelar a solicitud del grupo.

²³ Con el fin de garantizar la protección de los derechos de quienes participaron sobre privacidad y confidencialidad, se solicitó y obtuvo la aprobación del Comité de ética en investigación de FCEA, Udelar.

Descripción del proceso de construcción de la encuesta:

<https://drive.google.com/file/d/1EtiRn82eMxAVzIHx7zqljoabxMe5zCU-/view>

Metodología y diseño de muestra:

https://drive.google.com/file/d/1oQ69foVwzaCzgoBDR_rX5CKWW3fUkMmn/view

tir de este primer relevamiento y al constatar algunas zonas con un bajo porcentaje de respuesta, 10 días después se realizaron más encuestas en esas zonas durante otra jornada. El número total de hogares encuestados asciende a más de 200. Se obtuvieron datos acerca de la población en las zonas relevadas en la muestra: lugar de residencia; composición de género; actividades y/u ocupaciones; nivel educativo; e identidad étnico-racial. Esta última variable no es menor, dado que muestra características diferentes a las de la composición nacional, con un alto porcentaje autoidentificado como indígenas (29,5%) y afrodescendientes (20,4%). Estos altos niveles se explican por razones históricas y por cuestiones relacionadas con la organización de colectivos de estos grupos históricamente excluidos (Cristiano, 2011; Sans, 2022) y con baja participación en las actividades de diseño, planificación y toma de decisiones en sus territorios. De acuerdo a experiencias anteriores se sabe que estos grupos experimentan un impacto diferenciado y significativo cuando se implantan proyectos de extracción y desarrollo (García Muñoz, 2019). La cantidad de voces de comunidades rurales, de mujeres y de indígenas y afrodescendientes que recoge la encuesta parece alertar sobre la importancia de garantizar que los derechos de estos grupos (que experimentan situaciones de vulneración de derechos tales como pobre-

za, discriminación y otras prácticas de exclusión) no sean invisibilizados²⁵.

Los dos resultados principales de esta encuesta fueron: 1) que la población de la zona de influencia del proyecto reporta no tener información sobre el mismo y 2) que no ha tenido instancias de participación ‘efectiva y real’, tal cual lo establecen las normas legales vigentes²⁶, en las que se incluya a la ciudadanía en la planificación y decisión de los usos del territorio²⁷. Asimismo, se identificaron como temáticas de interés los potenciales impactos del emprendimiento en la disponibilidad y calidad del agua en la zona. En particular, se manifestó que el empleo era un potencial beneficio asociado a la implantación del proyecto de producción de H₂V y derivados en la zona, pero la población no tiene una postura definida sobre el tema. Estos resultados plantean una serie de cuestiones a tener en cuenta al pensar la importancia de la protección de derechos de las poblaciones en territorios cuando se cambia el uso de suelo en relación a actividades empresariales.

Los principales intereses identificados tienen que ver con el impacto que tendría la implantación de una planta de producción de hidrógeno en la disponibilidad de agua. Este interés por el agua se relaciona con la forma en que se produce el H₂V a través de un proceso de electrólisis que requiere de grandes cantidades de este recurso²⁸. En el

²⁴ Esto implicó diseñar un dispositivo pedagógico para acompañar la experiencia de estudiantes en este trabajo y para que la experiencia fuera no sólo una investigación con la comunidad, sino también una instancia de formación transdisciplinar. Estudiantes participantes: Betina Acosta, Sofía Maly, Nicolás Roballo, Constanza Martínez, Victoria Dominguez, Katerine Vieta, Tamara Mateu, Florencia Sciaraffia, Bruno Carbone, Guido Guinea, Julia Liendo, Carla Freitas, Katherine Ramírez, Kimberley Tapie, Mara Fernández, Marco Fabila, María Fernanda Gómez, Nair Correa, Paola González, Sofía Mendieta, Vetiana Motta, Valentina González, Antonia Aloy, Belén Sosa, Bruno Abreu, Alain Vázquez.

²⁵ El análisis en profundidad de las variables de la encuesta será desarrollado en un futuro trabajo (“Information and participation in the energy transition: A case study on the frontiers of green hydrogen in Uruguay”, enviado para su publicación al Journal of Political Ecology en 2024).

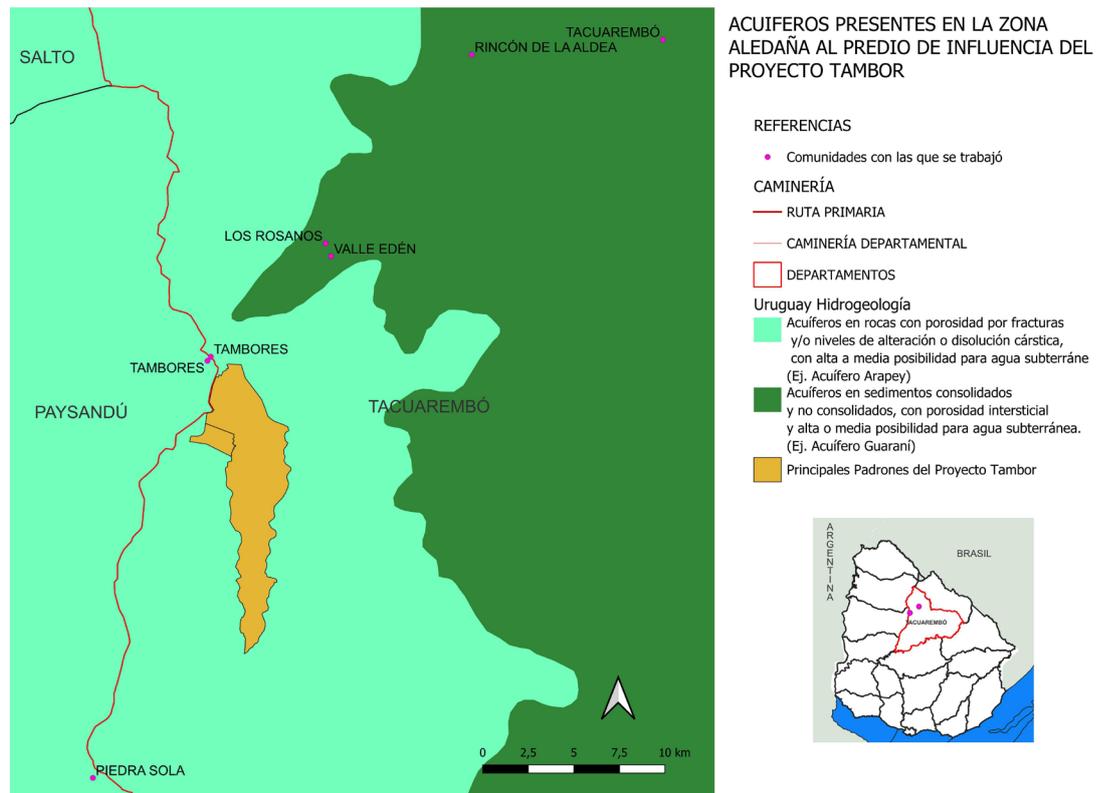
²⁶ El artículo 19 de la Ley de Política Nacional de Aguas 18 610 (Ley 18 610, Registro Nacional de Leyes y Decretos, Uruguay, 2009); la Ley de Ordenamiento Territorial 18 308 (Ley 18 308, Registro Nacional de Leyes y Decretos, Uruguay, 2008); el artículo 47 de la Constitución de la República Oriental del Uruguay (1997), y el Acuerdo de Escazú (Escazú, Costa Rica, 2022).

²⁷ El caso del Proyecto Tambor no es único o un caso desviado en el sentido de no garantizar los derechos al acceso a la información y la participación. En este momento están en discusión otros proyectos de H₂V en otra zona (Paysandú) que exhiben problemas similares a los que recoge la encuesta. El Estado Uruguayo firmó con la empresa chilena HIF Global, el 28 de febrero de 2024, un memorando de entendimiento sobre la planta de H₂V. Referentes del Movimiento por un Uruguay Sustentable (Movus, <https://movusuruguay.blogspot.com/>), solicitaron acceso al mismo el 5 de marzo de 2024, amparándose en la Ley de Derecho de Acceso a la Información Pública 18 381 (Ley 18 381, Registro Nacional de Leyes y Decretos, Uruguay, 2008), que fue denegado por razones de confidencialidad. Posteriormente, la Justicia uruguaya ordenó su entrega, destacando la necesidad de transparencia en cuestiones medioambientales. Esta tuvo lugar el 22 de julio de 2024, pero los resultados no fueron los esperados. El Poder Ejecutivo entregó el “Estudio de Factibilidad - Proyecto eFuels en Paysandú” de HIF-ALUR, un documento de acuerdo desactualizado, efectuado en enero de 2024, con gran parte de la información tachada por líneas de color negro, haciendo imposible su lectura. La Planta estaría estratégicamente ubicada en una zona con bosque ribereño de alto valor ambiental y clasificada como rural natural. Esta área es muy importante para el Ministerio de Ambiente debido a su cercanía con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP, <https://www.ambiente.gub.uy/oan/sistema-nacional-de-areas-prottegidas/>). La falta de acceso a la información completa sobre el proyecto de H₂V y sus posibles consecuencias impide una participación efectiva y una evaluación integral de los impactos y beneficios, y excluye a la comunidad de los procesos de toma de decisiones (Troiano, 2024; El Observador, 2024; Méndez, 2024).

caso particular del Proyecto Tambor, y aunque este aspecto no está aclarado del todo, una de las fuentes más importantes sería el agua subterránea, principalmente proveniente del uso del Sistema Acuífero Guaraní (SAG), además de explorar la posibilidad de abastecerse de fuentes superficiales (Figura 2). Estas últimas se usarían debido a que los pozos prospectivos iniciales realizados por la empresa mostraron que estaban secos o con muy bajos caudales, para la realización del emprendimiento, perforando únicamente el acuífero Arapey²⁹. En la zona donde se asentaría el emprendimiento se desconoce actualmente la profundidad en que se encuentra el SAG. De extraerse el agua del sistema subterráneo, se estaría ante el uso intensivo de un recurso estratégico no renovable, con el peligro subsecuente de su

agotamiento y/o contaminación (Álvarez, 1997) y sin antecedentes (similares) a nivel mundial. Se conoce que existe además una conexión intrínseca en el proceso de recarga del SAG por medio de las fracturas de los basaltos. Los basaltos yuxtapuestos al SAG presentan un entramado de fracturas con profundidades que llegan a las areniscas del SAG, razón por la cual existe una recarga indirecta que aún no está cuantificada en volúmenes (Mira Carrión et al., 2016). El agua del SAG está datada en el trabajo de Sindico (2018) con una edad promedio en Argentina entre 4000 y 100 000 años, razón por la cual puede considerarse agua fósil. En un contexto regional marcado por la reciente sequía y el cambio climático, se puede esperar que existan afectaciones del ciclo hidrológico y eventos climáticos extre-

Figura 2. Mapa de los acuíferos presentes en la zona de estudio y algunas comunidades con las que se trabajó. Se resaltan en amarillo los principales padrones involucrados en el proyecto Tambor. Los colores identifican a las descripciones geológicas de las estructuras de los acuíferos presentes. Inserto: Localización del área de estudio en el mapa de Uruguay. Se señalan con puntos las localidades de Tacuarembó (este) y Tambobres (oeste).



Fuente: elaboración propia en UTM WGS 84 21 S.

²⁸ Se estima que la cantidad de agua utilizada para producir un kilogramo de hidrógeno verde sería de alrededor de 80 litros (ENERTRAG, 2025). El Proyecto Tambor proyecta una producción de 13 000 toneladas de hidrógeno verde al año (ENERTRAG, s.f.).

²⁹ Según el estudio “Hidrogeología del acuífero Arapey” (Techera et al., 2020), si bien no es un acuífero muy productivo (perforaciones con caudales en general bajos), representa la única fuente de agua “económica” (pozos de poca profundidad) en una extensa región del país al norte del Río Negro, por lo que el impacto y la escala del territorio afectado trasciende a las comunidades donde se instalará el proyecto.

mos que podrían impactar el acceso al agua para uso humano en la zona y competir, además, con otras actividades productivas ya instaladas. El uso productivo que se da al agua de la zona es sobre todo por parte de la producción ganadera familiar, una de las actividades locales principales. Ante eventos extremos, como la sequía, hay déficit de forraje y de agua que afectan la producción. Como se observó en recientes crisis hídricas en el país, uno de los grandes desafíos es garantizar el acceso al agua para consumo humano, como lo marca el artículo 47 de la Constitución de la República.

Con respecto a las inquietudes y expectativas relacionadas con el empleo en la zona asociada a la implantación del Proyecto Tambor, este proyecto parece percibirse como una oportunidad para proveer fuentes laborales y desarrollo de infraestructura en la región. De acuerdo con el Observatorio Territorio Uruguay de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OTU/OPP), Tacuarembó presenta una situación social más desfavorable que el promedio nacional, con una tasa de empleo de sólo el 50% (datos de 2023), con un porcentaje de hogares en situación de pobreza del 8% (en 2021 según la Encuesta Continua de Hogares; INE, 2024) y donde el 45,2% de las personas tiene al menos una necesidad básica insatisfecha³⁰. A su vez, Tacuarembó es uno de los departamentos con más proporción de población rural. Esta situación genera condiciones en las que la promesa de creación de empleo y mejora de la situación social representan una solución a problemas estructurales. Sin embargo, los números que maneja la empresa (1900 puestos de trabajo directo incluyendo personal técnico y jornalero) no revelan qué perfiles se requieren, qué duración tienen estos empleos, ni qué condiciones laborales tendrán quienes accedan a ellos.

REFLEXIONES FINALES

Los avances de un modelo productivo que ha favorecido el desarrollo de megaemprendimientos que se basan en la explotación y exportación de recursos naturales ha resultado en el aumento de la organización

de colectivos con agenda ambiental (Bidegain et al., 2021). Como consecuencia, los repertorios de acción del movimiento ambiental y de la sociedad civil —cuando se plantean proyectos de esta escala en sus territorios—, demuestra la capacidad de articular una diversidad de intereses y de actores que conocen sus derechos y hacen demandas concretas para defenderlos. En este sentido, observamos a través de nuestro trabajo de campo —y en particular de la encuesta— que esta población ha respondido rápidamente al proyecto una vez que se hizo público, mediante la movilización, organización y demanda a través de mecanismos judiciales, así como solicitando el apoyo de la academia.

Entendemos que desde la universidad pública tenemos el compromiso de contribuir al estudio de problemas de interés general y contribuir a su comprensión pública, defendiendo los principios de justicia, bienestar social, los derechos humanos y la forma democrática de gobierno³¹. Nuestro trabajo implica un posicionamiento ético que visibilice y de respuesta a las demandas de la sociedad civil, en particular de los grupos socialmente menos favorecidos.

Nos sentimos obligados a tener en cuenta, en particular, a grupos históricamente excluidos y saberes no usualmente reconocidos para integrarlos en la producción de conocimiento y en el diseño de políticas públicas. Asimismo, este tipo de trabajo en colaboración con la sociedad civil permite identificar líneas de investigación que respondan a estos problemas y no sólo representen los intereses de los sectores con más poder. Este enfoque ofrece también la posibilidad de brindar oportunidades a estudiantes de la universidad de educarse dando respuesta y aplicando su formación teórica a problemas concretos³². Esperamos poder continuar nuestro trabajo de campo en los meses siguientes para acompañar a la población en su proceso de defensa del territorio, darle voz, amplificarla, y tratar de dar respuestas concretas a sus inquietudes.

³⁰ Los datos pueden consultarse en la página de la Oficina de Planificación y Planeamiento (OPP) de Uruguay: <https://www.opp.gub.uy/>

³¹ Artículo 2, Ley orgánica de la Universidad de la República (Ley 12 549, D.O., Uruguay, 1958).

³² Por ejemplo, incorporando actividades de formación integral, como: “Hidrógeno Verde y Proyecto Tambor, percepción e información de los habitantes de la zona de influencia”, Cátedra UNESCO de DDHH-IDIIS-NER (2024): https://drive.google.com/file/d/1ctU-sEij1NBqDEkznF_5-pXCNWRq-vSb/view

Referencias

1. Álvarez, A. (1997). Gestión del agua subterránea en la Sabana de Bogotá. *Geología Colombiana*, 22, 81-101.
2. Ávila, S. (2023). Seis ejes ecológico-políticos en torno a la transición energética. *Ecología Política*, 65, 21-29.
3. Bidegain, G., Freigedo, M. y Puntigliano, D. (2021). Nuevas conflictividades y vínculos entre movimientos sociales, partidos políticos y gobierno en el Uruguay progresista (2005-2020). *Sociologías*, 23(58), 388-417.
4. Cristiano, J. (2011). Identidades étnicas y regionalización cultural. En F. Arocena (Coord.), *Regionalización cultural del Uruguay* (pp. 263-294). Universidad de la República.
5. DESCAJus. (2021). Derechos económicos, sociales, culturales y ambientales. <https://descajus.jusbaires.gob.ar/derechos-desca/>
6. El Observador. (26 de junio de 2024). Estado uruguayo obligado a entregar información sobre impactos ambientales de la planta de hidrógeno verde. *El Observador*. <https://www.elobservador.com.uy/nacional/estado-uruguayo-obligado-entregar-informacion-impactos-ambientales-la-planta-hidrogeno-verde-n5948125?s=08>
7. ENERTRAG. (s.f.). Tambor: E-methanol from green hydrogen. <https://enertrag.com/projects-show-cases/hydrogen-projects/tambor-e-methanol-from-green-hydrogen>
8. ENERTRAG. (2025). Planta de producción de hidrógeno verde y derivados. Tambores, Uruguay. Estudio de disponibilidad hídrica y propuesta de suministro de agua. Informe técnico para EIA. <https://www.ambiente.gub.uy/oan/wp-content/uploads/2025/03/VII-DP-Anexo-VII-Informe-Ingesur.pdf>
9. García Muñoz, S. (2019). Empresas y derechos humanos: estándares interamericanos. REDESCA/CIDH/OEA. <https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/EmpresasDDHH.pdf>
10. Grupo de Trabajo de Ambiente. (s.f.). Agua, hidrógeno verde (H2) y derechos. https://drive.google.com/file/d/1CFZt0jetlbA5lm5n00H0hcP_O_ykG-J4B/view
11. IMPO. (2005). Reglamento de evaluación del impacto ambiental. IMPO. Normativa y avisos legales del Uruguay. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/435-1994>
12. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2011). Departamento: Paysandú. Censos 2011. Contame que te cuento. INE. <https://web.archive.org/web/20130409005222/http://www.ine.gub.uy/censos2011/resultadosfinales/paysandu.html>
13. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2024). Anuario Estadístico Nacional 2024. Volumen N° 101. 3.4.4 - Tasa de actividad, empleo y desempleo, por sexo, según departamento - 2023. INE. <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-nacional-2024-volumen-n-101/34-empleo-ingresos/344>
14. Méndez, C. (30 de mayo de 2024). Gobierno declaró “confidencial” acuerdo firmado con empresa que busca construir planta de hidrógeno verde en Paysandú. *La diaria ambiente*. <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2024/5/gobierno-declaro-confidencial-acuerdo-firmado-con-empresa-que-busca-construir-planta-de-hidrogeno-verde-en-paysandu/>
15. Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). (2023). Hoja de ruta del hidrógeno verde y derivados en Uruguay. MIEM. https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/H2_final.pdf
16. Mira Carrión, A., Veroslavsky, G., Vives, L. y Rodríguez, L. (2016). Influencia de los lineamientos estructurales sobre el flujo del Sistema Acuífero Guaraní en la provincia de Corrientes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 73(4), 478-492.
17. Rátiva Gaona, S., Del Bene, D., Argento, M., Ávila, S., Veintimilla, A. M., Jeziorny, D. y Milanez, F.

- (2023). Transición energética. Consenso hegemónico y disputas desde el Sur. *Ecología Política*, 65, 4-7.
18. Sans, M. (2022). Invisibilidad indígena en el Uruguay: Genética, historia y género. *Runa*, 43(2), 191-215.
 19. SEG Ingeniería. (31 de octubre de 2022). Tambor Green Hydrogen Hub – SEG Ingeniería participará como colaborador en el desarrollo de un proyecto de producción de hidrógeno verde en Tacuarembó – Uruguay. <https://www.segingeneria.com/2022/10/31/tambor-green-hydrogen-hub-seg-ingenieria-participara-como-colaborador-en-el-desarrollo-de-un-proyecto-de-produccion-de-deshidrogeno-verde-en-tacuarembó-uruguay/>
 20. Serrani, E. (11 y 12 de noviembre de 2024). Hidrógeno Verde como Desafío y Oportunidad [charla]. I Jornada Académica en Hidrógeno Verde en Uruguay, Paysandú, Uruguay. <https://www.youtube.com/watch?v=3xw3tokYLRA>
 21. Sindico, F., Hirata, R., & Manganelli, A. (2018). The Guarani Aquifer System: from a beacon of hope to a question mark in the governance of transboundary aquifers. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 20, 49-59.
 22. Techera, J., Izquierdo, D. y Heinzen, W. (2020). ACUÍFERO ARAPEY. Aspectos hidrogeológicos – modelo de flujo del acuífero volcánico Arapey. dirección nacional de minería y geología, Ministerio de Industria, Energía y Minería. <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/publicaciones/Reporte%20Acu%C3%ADfero%20Arapey.pdf>
 23. Troiano, S. (24 de julio de 2024). Hidrógeno verde: las preocupaciones ambientales se mantienen en la mayor inversión en la historia de Uruguay. *Ámbito*. <https://www.ambito.com/uruguay/hidrogeno-verde-las-preocupaciones-ambientales-se-mantienen-la-mayor-inversion-la-historia-n6037551>

Reseñas de jornadas científicas

Scientific meetings reviews

Jornadas de Fundamentos y Aplicaciones de la Interdisciplina: el rol de la ciencia en la actual crisis multidimensional

Meetings on Fundamentals and Applications of Interdiscipline: the role of science in the current multidimensional crisis

Glustein, Jazmín Ilana^{1,2*}; Barbarich, María Florencia^{1,3}; Poveda Ducón, Kevin^{1,4}; Coletta, Micaela^{1,5} y Holik, Federico^{1,6}.

RESUMEN: Las Jornadas de Fundamentos y Aplicaciones de la Interdisciplina (JFAI) convocan a personas que desarrollan actividades en distintos sectores, ámbitos y escalafones vinculados a la construcción de conocimiento, con el propósito de discutir los problemas fundamentales que subyacen a las estrategias interdisciplinarias y la integración de saberes de diversos actores de la sociedad. El objetivo del presente trabajo es realizar una breve reseña de la V edición de las JFAI, desarrolladas del 22 al 26 de abril de 2024. Las mismas se organizaron en siete ejes temáticos vinculados a la producción de conocimiento científico en América Latina, poniendo énfasis en los objetivos y destinatarios de las investigaciones actuales, el vínculo con los feminismos, los conflictos socioambientales, los pueblos originarios, la cognición, el comportamiento, las emociones y la salud pública. Se presentaron 67 ponencias organizadas en 10 mesas de trabajo, se realizaron ocho paneles centrales y un taller en el eje de salud. La elección del formato de las JFAI representó desafíos organizativos, pero, al mismo tiempo, abrió la puerta a nuevas posibilidades de interacción y colaboración entre sus participantes. Se destacó la necesidad de defender los derechos de quienes trabajan en el área de Ciencia y Técnica y legitimar las diferentes ramas de esta actividad. En un contexto de desfinanciamiento y estigmatización de la investigación científica en Argentina, este tipo de eventos pueden servir para potenciar el desarrollo de una ciencia crítica y cercana a las necesidades más urgentes de la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Sistema científico. Producción de conocimiento. Problemáticas socioambientales. Ciencia Digna. Interdisciplina.

ABSTRACT: The Fundamentals and Applications of Interdisciplinarity Conferences (JFAI) bring together individuals engaged in various sectors, fields, and ranks related to knowledge production, in order to discuss the fundamental problems underlying interdisciplinary strategies and the integration of knowledge from different social actors. This article aims to provide a brief review of the 5th edition of the JFAI, which took place from April 22 to 26, 2024. The event was organized around seven thematic axes related to scientific knowledge production in Latin America, with a focus on the

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

² Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Abra Pampa, Jujuy, Argentina.

⁴ Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (IIIA-CO-NICET/UNSAM), San Martín, Buenos Aires, Argentina.

⁵ Centro Regional de Estudios Genómicos, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

⁶ Instituto de Física de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

* Correo de contacto: jornadasinterdisciplina@gmail.com

objectives and target audiences of current research, and its connection with feminisms, socio-environmental conflicts, indigenous peoples, cognition, behavior, emotions, and public health. A total of 67 presentations were organized into 10 working sessions, along with eight central panels and a workshop on health. The chosen format of the JFAI posed organizational challenges but also opened new possibilities for interaction and collaboration among participants. The event underscored the need to defend the rights of those working in the field of Science and Technology and to legitimize the different branches of this activity. In a context of defunding and stigmatization of scientific research in Argentina, events like this can strengthen the development of a critical science that remains closely connected to society's most pressing needs.

KEYWORDS: Scientific system. Production of knowledge. Socio-environmental problems. Dignified Science. Interdiscipline.

INTRODUCCIÓN

El sistema científico argentino (al igual que los de otros países, tanto de los llamados centrales como periféricos) presenta una serie de características que dificultan el abordaje de determinadas problemáticas complejas, las cuales requieren la incorporación de visiones diversas que articulen conocimientos de distintas disciplinas y sectores. Entre ellas se encuentra la compartimentalización de la investigación en disciplinas y, relacionado a ello, la hiperespecialización de quienes lo integran. Por otro lado, incluso en casos en los que se produce interacción entre disciplinas, se evidencian resistencias a establecer diálogos con sectores sociales por fuera del ámbito académico. Finalmente, suele existir una separación entre los objetivos de quienes se dedican a la ciencia y las problemáticas que se manifiestan en los territorios. En este contexto, la interdisciplina constituye una herramienta de abordaje fundamental para encarar problemáticas locales situadas.

Las Jornadas de Fundamentos y Aplicaciones de la Interdisciplina (JFAI) convocan a personas cursando estudios académicos, docentes y personal de distintos sectores con el propósito de discutir los problemas fundamentales que subyacen al trabajo interdisciplinario, desde sus planteamientos teóricos hasta sus aplicaciones. El foco está puesto en las problemáticas sociales, ambientales y de géneros de nuestra región, y en los procesos

de evaluación de la actividad de Ciencia y Técnica (CyT).

La primera edición de las JFAI tuvo lugar en el año 2019 en tres facultades de la Universidad de Buenos Aires. Desde entonces, todos los años se organiza este evento a finales de abril. La pandemia de COVID-19 impidió su desarrollo en el año 2020 e impuso la necesidad de realizar ediciones de forma virtual en lo subsiguiente, incluyendo actividades presenciales cuando lo permitieran las condiciones sanitarias. Para la V edición (año 2024) se adoptó una modalidad mixta, de modo de superar distancias nacionales e internacionales para la participación en las diferentes instancias y, a la vez, garantizar una mayor fluidez en el intercambio entre quienes pudieran asistir en persona.

El objetivo del presente trabajo es realizar una breve reseña de la V edición de las JFAI, llevada a cabo entre los días 22 y 26 de abril del 2024. En dicha ocasión, la temática central fue “El rol de la ciencia en la actual crisis social, ambiental, económica y política”.

ESTRUCTURA DEL EVENTO

Las Jornadas se organizaron en 7 ejes temáticos que consistieron en la exposición de trabajos y espacios de discusión, talleres y paneles centrales. Las temáticas que los estructuraron fueron: (1) Producción de conocimiento científico y transdisciplina; (2) Cognición, comportamiento y emociones desde una perspectiva inte-

gral; (3) ¿Ciencia para qué y para quién? Producción de conocimiento científico en América Latina; (4) Feminismos y conocimiento científico; (5) Naturaleza, conflictos socioterritoriales y problemáticas socioambientales; (6) Salud pública desde la perspectiva multi, inter y transdisciplinaria; (7) Academia y pueblos originarios: desafíos políticos, sociales y onto-epistemológicos.

La V edición de las JFAI contó con 67 ponencias con expositores de distintos puntos del país y de Brasil, México, Canadá y España, organizadas en 10 mesas de trabajo. Se realizaron ocho paneles: el de apertura, cinco pertenecientes a los ejes temáticos 2 a 6, uno sobre actividad gremial en el ámbito de CyT y, finalmente, el de cierre. Además, se incluyó un taller llamado “Aportes de la interdisciplina para una cartografía de la crisis”, a cargo de la Residencia Interdisciplinaria en Educación y Promoción de la Salud del Hospital Argerich, y se realizó la proyección del documental “Maelström 2001” como actividad complementaria. Se puede obtener más información sobre las V JFAI en: <https://sites.google.com/view/jfai2024/>.

REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

A lo largo de sus cinco ediciones, las JFAI se han ido consolidando como una herramienta que permite a personas de distintas áreas del conocimiento entablar lazos de cooperación y puentes de diálogo, contribuyendo a elevar su capacidad de respuesta para enfrentar los problemas complejos del presente y el futuro. Quienes forman parte de la organización tienen la convicción de que la ciencia cumple un rol fundamental para comprender la realidad con horizontes de transformación.

Las distintas ediciones han dado lugar a desafíos organizativos, pero también han abierto nuevas posibilidades de exploración de ideas. En un contexto de desfinanciamiento y estigmatización a la investigación científica en Argentina, estos espacios de articulación constituyen una oportunidad para potenciar la construcción de una ciencia crítica y cercana a las necesidades urgentes de nuestro pueblo. En particular, en esta V edición tomaron mayor relevancia dos cuestiones: la necesi-

dad de reconocer a quienes se desempeñan en ámbitos científicos como personas trabajadoras, cuyos derechos deben defenderse colectivamente, y la importancia de legitimar las diferentes ramas de la actividad (tanto de la ciencia básica como de la aplicada y tanto de las disciplinas sociales/humanidades como de las exactas/naturales), que muchas veces son cuestionadas aun dentro del propio sector. De la evaluación de lo transcurrido en estas V Jornadas también se desprende que en próximas ediciones será necesario debatir sobre la incorporación de nuevas temáticas, tales como el crecimiento del negacionismo climático y las posiciones antivacunas, relevantes para alcanzar una comprensión más profunda de los problemas actuales de nuestra región. En la misma línea, se hace evidente la necesidad de ampliar la discusión a otros sectores fuera del ámbito académico, así como posibilitar una mayor interacción entre las distintas provincias de Argentina y países latinoamericanos.

AGRADECIMIENTOS

Las V JFAI se realizaron con el apoyo de la ANCyPT de Argentina, el CONICET, la Universidad de Buenos y la Universidad de Luján.

Semblanzas homenaje

Homages

Carlos Vicente, acompañante incansable de las luchas campesinas y la Ciencia Digna en América Latina

Elizabeth Bravo



Para Carlos Vicente la acción colectiva fue parte de su vida y de su militancia, tanto como activista social como científico. Por eso quiero presentar a Carlos Vicente no como un individuo aislado, sino inserto en las luchas que dio junto con su gente, con las organizaciones en las que militó y que ayudó a crear.

DE FARMACÉUTICO A LAS PLANTAS MEDICINALES

Carlos se recibió de farmacéutico en 1980. En sus primeros pasos (yo aún no lo conocía), trató, junto con su compañera Ingrid Kossmann, el problema de las plantas medicinales con una visión profundamente política, pues el conocimiento sobre el uso y manejo de estas plantas rompe la dependencia con la industria farmacéutica.

Yuyos de todas layas
Con una esencia medicinal
Para curar el alma
Y el cuerpo mismo de todo mal

En una de sus primeras producciones, “Salud y plantas medicinales”, Ingrid y Carlos, a más de explicar las bondades de las plantas medicinales, explican la necesidad de tener una visión holística de la salud:

Lo que nos proponemos es trabajar con la salud, recuperar nuestra capacidad de estar sanos acudiendo a los médicos sólo cuando el caso lo requiera. Las plantas medicinales son un excelente recurso con que contamos, están a nuestro alcance y con un botiquín básico podemos cubrir las necesidades de las afecciones comunes, son parte de nuestra cultura, sabemos mucho más de lo que creemos y son también una forma de mantener el contacto con la naturaleza.

En los años posteriores fundó la organización “Biodiversidad en América Latina”, que sirvió de eje articulador de otras organizaciones de la región con las cuales trabajábamos en torno a la biodiversidad (vista por los pueblos), las semillas, la agricultura y la vida campesina... Uno de los principales proyectos y logros de la organización fue la Revista “Biodiversidad, Sustentos y Culturas”. Lo hermoso de este proyecto es que no fue un proyecto individual suyo, sino que fue parte de una construcción colectiva en la que Carlos jugó un papel fundamental en crear conexiones, sinergias y liderazgo. La revista abrió un espacio en el que muchos pudieron expresarse, compartir sus experiencias, sus reflexiones, sus logros y frustraciones. “Herramientas y cuidados para recobrar nuestra propia imaginación colectiva”. Sirvió también como espacio de denuncias, instrumento fundamental en las luchas de las organizaciones sociales.

Carlos acompañó e interpretó los momentos que ha vivido el mundo y América Latina en particular, con el fin de apoyar a los movimientos sociales, especialmente a la Vía Campesina, en su caminar. En 2008 decía:

Para todos de los que dependemos de comprar nuestros alimentos en los mercados convencionales de provisión resulta claro que durante los últimos meses del 2007 y todo 2008 se desató una escalada en el precio de los alimentos que nos obligó a restringir la adquisición de algunos de ellos o a desembolsar más dinero para llevar los mismos alimentos para nuestras familias.

Como este fenómeno se repitió en todas partes del mundo rápidamente se lo bautizó como crisis alimentaria mundial y muy pronto los medios y los gobiernos comenzaron a ocuparse del tema.

La Organización Internacional para la Agricultura y la Alimentación (FAO) acaba de informar que a partir de la actual crisis alimentaria mundial el mundo tiene 75 millones de nuevos hambrientos, llevando el número de personas en situación de hambre nada menos que a 923 millones.

Pero esta crisis alimentaria mundial no es un fenómeno natural, no responde a una sequía ni al aumento de la población. Tiene su origen en decisiones humanas, algunas se hacen evidentes y otras se mantienen ocultas.

Y ahí viene la explicación: “La principal causa de que existan crisis alimentarias se

debe a que hay gente cuya prioridad principal es producir ganancias económicas (aumentar el capital) en lugar de atender las necesidades humanas (que todos tengan acceso a los alimentos).”

LOS TRANSGÉNICOS NOS ROBAN EL FUTURO

Entre el 12 y 14 de noviembre 2013 participamos con Carlos en el Tribunal Permanente de los Pueblos en la ciudad de México, Audiencia temática sobre “Maíz y vida rural”, preaudiencia científica. Ahí coincidimos con Andrés Carrasco y comenzamos a pensar en lo que sería una Unión de Científicos críticos que hagan frente a la ciencia mercenaria que:

- Promueve en la agricultura el uso de plaguicidas y semillas transgénicas.
- Promueve en la salud el uso indiscriminado de antibióticos y otros fármacos que llenan los bolsillos de las corporaciones farmacéuticas y del agronegocio.
- Es negacionista de los graves impactos del extractivismo, de los compuestos tóxicos que generan y sus consecuencias en la salud, y de la ocupación de los territorios indígenas y campesinos.

Fue en esos días que nació lo que más tarde sería la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y la Naturaleza de América Latina (UCCSNAL).

Las ideas que debatíamos en esos días quedaron reflejadas en el dictamen de esa preaudiencia en relación al rol de la ciencia, en las que fueron fundamentales las contribuciones teóricas de Carlos Vicente:

En la coyuntura actual y el debate acerca de la comercialización de los alimentos transgénicos, en especial del maíz, el gobierno mexicano ha favorecido, con sus políticas, reglamentaciones y disposiciones, el desarrollo de una ciencia cada vez más dependiente de poderes hegemónicos, viola el derecho que la nación tiene a desarrollar una ciencia autónoma separada de esos poderes y sus intereses. Ninguna nación democrática y soberana puede empeñar su desarrollo intelectual, tecnológico y científico y someterlo a intereses de un sector particular y minoritario. El pueblo mexicano tiene un derecho irrenunciable a una ciencia transparente, autónoma y libre de los intereses ajenos a él.

*El problema del sometimiento arriba señalado se agrava más si se considera que el tipo de ciencia que impulsan las empresas fabricantes y comercializadoras de organismos genéticamente modificados, **es una ciencia anacrónica** y con un valor de verdad cada vez más cuestionable y cuestionado entre y desde amplios sectores de la propia comunidad científica. Nos referimos a la ciencia basada en el reduccionismo y el geocentrismo.*

Otro espacio en el que se dieron los primeros pasos para la conformación de UCCSNAL fueron los Congresos de Salud Socioambiental, que cada dos años se realizan en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina), y que son organizados y promovidos por el Instituto de Salud Socioambiental.

LEYES QUE ACABAN CON UNA AGRICULTURA INDEPENDIENTE

Desde GRAIN, la organización en la que trabajó Carlos por muchos años y que es referente internacional de la defensa de la vida campesina, se criticó el desarrollo de nuevas leyes diseñadas para desplazar la agricultura campesina y a favor del agronegocio. En la Revista Biodiversidad se escribió:

Es parte de una ofensiva que implica nuevas leyes, por un lado, o cambios y reformas a leyes que ya existían, por otro. No son cambios menores, son cambios que afectan la vida de todos los pueblos del mundo, en muchos aspectos.

Entre los sectores más afectados están las comunidades rurales, las comunidades campesinas, las comunidades indígenas. Es en los pueblos rurales del mun-

do entero que se centra una parte muy fuerte de esta ofensiva. Es una ofensiva coordinada de manera bastante eficiente, principalmente por grandes empresas transnacionales y grandes corporaciones, con la complicidad de los gobiernos del mundo.

En este contexto, Carlos Vicente, junto con otras organizaciones argentinas e internacionales, desplegó una importante campaña en contra de la Ley de Semillas, que por varios años no fue aprobada y que sigue pendiente su aprobación, ahora impulsada por quienes promueven el trigo transgénico recientemente aprobado en Argentina.

Trabajó también en contra de las normas sanitarias que frena la comercialización de leche y otros productos agrícolas y ganaderos producidos por la economía campesina.

Y, tal vez, uno de sus frentes de lucha más importante fue en contra de la propiedad intelectual, que en el caso de las semillas se centra en UPOV, la organización internacional que norma los derechos de obtentor. Esta es una campaña que sigue adelante. *Stop UPOV* es una campaña global que cuestiona la apropiación intelectual sobre las plantas y los conocimientos tradicionales asociados.

LA LUCHA POR LA TIERRA

Hacia finales de la década de 2010, GRAIN empezó a trabajar en una serie de artículos sobre el “acaparamiento de tierras” o *land grabbing*. En 2010 escribían:

Inversionistas oficiales y privados —de Cita del Capital a Goldman Sachs— están rentando o comprando decenas de millones de hectáreas de buenas tierras de cultivo en Asia, África y América Latina para producir alimentos (para la exportación) y agrocombustibles. Este acaparamiento de tierras es una grave amenaza a la soberanía alimentaria de nuestros pueblos y al derecho a la alimentación de nuestras comunidades rurales.

Denunciaban lo que se llamó dislocación de la producción agrícola, donde países como Arabia Saudita o China usaban las tierras de otros países para producir sus alimentos.

En la Revista Biodiversidad, Carlos compartió la siguiente información sobre la relación entre el cambio del uso del suelo con el cambio climático en Argentina:

Un 9,8 % (de las emisiones de CO₂) proviene de cambio de uso de suelos y silvicultura que claramente son resultado de la expansión de los monocultivos agrícolas o forestales. Sirva como ejemplo la deforestación en la región del Chaco argentino que es una de las zonas más afectadas y donde se devastaron unas 300 mil hectáreas anuales entre 2010 y 2015. Más del 80% del Chaco argentino se convirtió en tierra para pastos y producción agrícola, y entre 1999 y 2014 hubo un aumento de la superficie destinada a la producción de soja del 85%.

Se desarrolla pues la conexión entre el acaparamiento de tierras, la expansión del monocultivo ganadero, sojero y de plantaciones forestales (para hacer papel), y el cambio climático... pero se va más allá, como se refleja en este párrafo publicado por la Revista Biodiversidad:

¿Qué quiere decir despojaron de la tierra a una comunidad? Despojar de la tierra a una comunidad implica una cantidad impresionante de relaciones que se destruyen de un momento a otro y esa ruptura fundamental, esa enajenación brutal, ese desligar o arrancar de golpe a la gente de sus procesos de convivencia, o que hubieran podido ser conviviales, es justo la violencia que ejerce el sistema capitalista. Cualquier enajenación, cualquier erosión, cualquier menosprecio, cualquier ruptura de los saberes, en aras de una versión deslavada y mezquina del mundo tiene que ver con esa precariedad indispensable, esa deshabilitación fundante de

la sumisión que convierte la labor creativa en trabajo obtuso para producir excedentes para otros.

En 2019 formó parte, junto con otros compañeros científicos, luchadores sociales y militantes antifumigaciones, del Tribunal contra el Agronegocio, que se celebró en Rosario, como parte de las actividades del V Congreso de Salud Socioambiental, del que salió una histórica declaración. Entre los varios aspectos tratados, recordemos:

Entre las afectaciones a la Naturaleza se presentaron testimonios sobre los graves daños que producen agrotóxicos y antibióticos en el tejido de la vida, en los ecosistemas, en las fuentes de agua, en el suelo, en el aire y en el empobrecimiento de la biodiversidad.... Debido a un modelo que vulnera el derecho de la naturaleza a su existencia, al mantenimiento de sus ciclos biológicos y evolutivos.

Y concluye:

En cada uno de los testimonios compartidos estuvo presente la búsqueda y la construcción efectiva de otra sociedad basada en otros paradigmas que rescatamos de manera concreta como base para enfrentar los desafíos de los tiempos que vivimos.

Quiero finalizar respondiendo la pregunta ¿cuál es el aporte de Carlos Vicente a la construcción de la Ciencia Digna?

- Contribuir a la creación de espacios de articulación entre científicos que defendemos una ciencia digna, soberana, crítica y a favor de los territorios indígenas y campesinos y de la naturaleza
- Su militancia a favor de la vida indígena y campesina
- El desarrollo de pensamiento crítico en colaboración con organizaciones aliadas
- La construcción de redes de confianza entre organizaciones e individuos que compartimos sueños similares

Carlos Vicente se nos adelantó el 14 de marzo 2022, pero su legado vivirá entre los que tuvimos la suerte de conocerlo.

Elizabeth Bravo

Damián Marino: la ciencia como herramienta de cambio, de justicia y resistencia

Marianella Irigoyen



Conocí a Damián Marino mucho antes de estrecharle la mano. Lo conocí a través de sus palabras —contundentes, claras, profundamente humanas— en sus investigaciones sobre los impactos del glifosato. Entre artículos académicos, informes técnicos y colaboraciones interdisciplinarias, Damián iba dibujando un mapa preciso y doloroso de una realidad negada: los efectos devastadores del modelo agroindustrial sobre la salud humana y el ambiente.

Argentino, de profesión químico, Damián supo conjugar la rigurosidad científica con

un compromiso social ineludable. No se encerró nunca en el laboratorio; al contrario, llevó la ciencia al territorio, a las comunidades afectadas, a los pueblos fumigados que durante años lucharon por hacerse oír. Su investigación no era solo una acumulación de datos: era una herramienta de justicia. Un puente entre el conocimiento académico y el saber popular.

Recuerdo el momento en que lo escuché por primera vez en persona. Fue en una conferencia de pueblos fumigados, un espacio cargado de emoción, de resistencia colectiva y de esperanza. Damián se paró frente al micrófono y no solo expuso resultados, hipótesis y metodologías. Habló con el corazón. Enseñó con generosidad y humildad, y nos motivó profundamente. Aquella intervención fue más que una ponencia: fue un acto de siembra. Y quienes estuvimos allí fuimos transformados por sus palabras.

A partir de ese encuentro nació una amistad entrañable. Damián era mucho más que un científico brillante. Era también un compañero afectuoso, de conversación cálida, con un sentido del humor sutil y una capacidad infinita para escuchar. Hablábamos de ciencia, sí, pero también de política, de libros, de música. Y siempre, de cómo construir un mundo más justo, más sano, más habitable. Nos quedábamos hasta de madrugada chateando, yo desde Buenos Aires, el tiempo que viví allá por estudios, y Damián desde su ciudad, La Plata; me contaba lo mucho que amaba a sus hermanas, que tenía un montón de plantas (hasta me mandaba fotos) y que le gustaba la cerveza. Era apasionado como yo, así que también discutíamos, incluso por fútbol, él de esos maradoneanos y yo de esas feministas, ambos con nuestras posturas fuertes, y así mismo lo llevamos al campo de lucha, Damián con su investigación y yo en la parte legal.

Lo que más admiraba en él —y lo sigo admirando— era su coherencia. Nunca se vendió, nunca se dejó intimidar por los poderes a los que incomodaba con sus hallazgos. Podía mirar a los ojos a cualquier persona porque no tenía dobleces. La pasión por su trabajo era genuina, nacida del amor por la vida en todas sus formas. Damián entendía que investigar el glifosato no era solo estudiar una molécula: era defender la salud de los niños, la fertilidad de la tierra, el derecho a vivir sin venenos.

Su partida física nos dejó un vacío profundo; sorprendió y dolió tanto la noticia. Pero también nos dejó un legado inmenso. Sus investigaciones siguen circulando. Sus enseñanzas resuenan en cada rincón donde alguien alza la voz contra el agronegocio. Su ejemplo vive en las nuevas generaciones de científicos comprometidos, en las madres de barrios fumigados que encuentran en sus palabras una herramienta para defender a sus hijos.

Damián Marino no fue solo un químico. Fue un militante de la vida, un tejedor de redes, un sembrador de conciencia. Se lo extraña, y al mismo tiempo, lo siento presente. Porque hay personas que no se van del todo. Porque el amor y la lucha son más fuertes que la muerte.

Mi admiración y cariño por él son eternos. Aunque ya no esté con nosotros físicamente, su espíritu sigue caminando junto a quienes soñamos un mundo libre de agrotóxicos y transgénicos, un mundo donde la ciencia se ponga al servicio de la dignidad.

Gracias por tanto querido Damián.

Marianella Irigoyen
Ecuador, 2025

Gracias al grupo de trabajo de Damián por compartir la fotografía que acompaña esta semblanza. La misma fue tomada por Sofía Barbieri durante la conferencia científica “Taking Stock – 20 Years of GM Crops – 40 Years of ‘Genetic Engineering’”, llevada a cabo en la Universidad Nacional de México en el año 2016.

Semblanza de Claudio René Lowy (La Falda, 1949 - Tandil, 2024)

Graciela Ana Canziani



Podemos imaginar a Claudio niño escapándose de su casa y recorriendo los alrededores de La Falda, su ciudad natal, con la bicicleta y en compañía de su perro. Podemos imaginarlo observando las plantas nativas, los pájaros y los insectos de esas sierras cordobesas, interesándose en el ganado afectado por las garrapatas y otras plagas, admirando con curiosidad infantil la diversidad de formas de vida durante sus largos paseos. También en la ciudad, prestando atención al comportamiento entre las personas regido por diferencias sociales que, desde su mirada de niño, encontraba absurdas. Así nació su profunda preocupación por los problemas socioambientales, por las condiciones que permiten la reproducción y la sostenibilidad de la vida.

Claudio decía que había elegido la Ingeniería Forestal, ofrecida en la Escuela Superior de Bosques de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, como la carrera que le permitiría abordar los problemas que le preocupaban. Allí, en el ámbito universitario, Claudio inició una larga trayectoria como ambientalista militante. Una vez graduado, se desempeñó como Jefe de Viveros Forestales en las provincias de Buenos Aires (1978-1979) y de Santa Fe (1979-1980), trabajó en tareas de asesoramiento y consultoría en economía social y desarrollo sostenible tanto en el ámbito público como en el privado, se involucró en la docencia y la investigación universitaria [Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Argentina (FLACSO), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto Argentino para el Desarrollo Económico (IADE), Universidad Nacional de Matanza (UNLM), Fundación UNIDA, Universidad Nacional de Villa María (UNVM)], publicó artículos y capítulos de libros a partir de sus investigaciones, así como ensayos y apuntes para cursos y talleres. Muchos han tenido repercusión no sólo en el ámbito universitario nacional sino también en el internacional, como el que escribió sobre “Los Sistemas Culturales de Satisfacción de Necesidades (SICUSANE) como herramienta de análisis de modelos agrarios” (2008).

De entre los diversos cargos públicos que Claudio desempeñó, corresponde mencionar el de Director General de Política y Evaluación de la Secretaría de Desarrollo Regional y Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (2000). Aun dedicado a todas estas actividades académicas y profesionales, nunca dejó de lado su militancia en temas socioeconómicos y socioambientales a través de las actividades de BIOS Argentina¹, de la que fue miembro fundador, y de la RENACE (Red Nacional de Acción Ecologista)².

Unos años más tarde (2006-2007), Claudio viajó a España para realizar una Maestría en Desarrollo Humano Sostenible, Globalización y Desarrollo Local, en la Cátedra UNESCO de Desarrollo Humano Sostenible de la Universidad de Girona, Cataluña. El título de su Tesis fue “Desarrollo de emprendimientos de economía social en los municipios de la cuenca media y baja del Río Matanza-Riachuelo”.

Finalmente, muy compenetrado con los problemas socioambientales generados por el uso de agroquímicos biocidas en el sistema agroindustrial imperante en Argentina, Claudio inició sus estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires, bajo la dirección del Dr. Enrique Leff Zimmerman y la codirección del Dr. Alejandro Rofman. En 2019 obtuvo el título de Doctor en Ciencias Sociales con la Tesis “La construcción del discurso agroquímico plaguicida de la OMS a los territorios”³, recibiendo la distinción máxima de *Summa cum laude*. En la tesis plantea que:

El discurso que justifica el uso de los agroquímicos biocidas está construido de manera sucesiva por un conjunto de personas físicas y jurídicas, integrado por los empresarios que se benefician monetariamente con el sistema productivo que requiere de esos productos, por las asociaciones que los nuclean, las organizaciones internacionales que elaboran discursos que privilegian esos beneficios privados por encima de la satisfacción de las necesidades de la población y de la preservación de los sistemas ambientales; y por las instituciones públicas y académicas de alguna manera vinculadas a esos sectores empresarios, a la vez que omite mostrar los riesgos y daños ambientales, sociales y económicos que su uso genera, sobredimensiona los beneficios sociales y privados, y oculta también las alternativas productivas agroecológicas que no generan esos riesgos y daños. Que la construcción de la justificación toxicológica (científica, política y jurídica) del uso de los plaguicidas en ese discurso hegemónico se busca a través de la articulación de informes de expertos, investigaciones, normativas y discursos donde se van alterando, contradiciendo, ocultando y falseando los contenidos que pueden interferir en esa legitimación. Los datos de la tesis son esas alteraciones, ocultamientos, conflictos de interés, contradicciones, inconsistencias y falacias

¹ BIOS Argentina. <https://bios.org.ar/>

² Red Nacional de Acción Ecologista (RENACE). <https://renace.ar/>

³ Lowy, C. R. (2019). La construcción del discurso agroquímico plaguicida de la OMS a los territorios. [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires]. <https://bios.org.ar/la-construccion-del-discurso-agroquimico-plaguicida-de-la-oms-a-los-territorios/>

detectados a lo largo de la construcción discursiva.

Sus áreas de interés comprendieron los mercados sociales como instrumento del desarrollo sustentable local, los emprendimientos de economía social en el desarrollo local, la gestión ambiental en municipios, la producción de combustibles renovables con emprendimientos de economía solidaria, la generación y tratamiento adecuado de residuos sólidos urbanos no riesgosos, la elaboración y modificación de normas provinciales y locales para la regulación del uso de los plaguicidas, el cuidado de la salud de las personas y del ambiente, la promoción de los cultivos agroecológicos, las energías renovables, los biodigestores, la contaminación del agua con agroquímicos o debida a vuelcos ilegales de residuos industriales. Y la lista no se agota ahí.

Su interés no era únicamente académico y técnico. Le interesaba la gente y la vida, y cómo sostenerlas. Al análisis crítico y profundo sumaba la acción territorial, el contacto con lo concreto. Ponía el cuerpo en ello. Como cuando, tras una petición al ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, acompañada por más de 10 000 firmas de todo el país, solicitando la efectivización de la Resolución 147/2010 del Defensor del Pueblo de la Nación, referida al cambio de metodología de clasificación toxicológica de los agroquímicos, la falta de respuesta hizo que Claudio se instalara en la Defensoría del Pueblo de la Nación haciendo una huelga de hambre. Luego de tres días de permanecer allí, la Defensoría del Pueblo solicitó formalmente la reclasificación de los agroquímicos al Ministerio de Agricultura. En sus declaraciones a los medios, Claudio dijo: “La noticia no es la huelga de hambre. La noticia son los millones de personas afectadas por las fumigaciones y la falta de respuesta para brindarles protección y seguridad”.

O como cuando en 2012 Monsanto empezaba a construir lo que se anunciaba como la planta de acondicionamiento de semillas de maíz transgénicas más grande de América Latina en la localidad de Malvinas Argentinas, provincia de Córdoba, los vecinos resistieron, primero con bloqueos transitorios del acceso al predio, y finalmente, luego del festival Primavera sin Monsanto, en septiembre de 2013, con un acampe permanente. “El acampe”, considerado heroico, se mantuvo durante tres largos años, y convocó a personalidades de la ciencia, como Andrés Carrasco, y ambientalistas de todo el país y también del extranjero. Claudio viajaba regularmente para solidarizarse, apoyar y celebrar aquella tenaz resistencia que finalmente dio sus frutos en noviembre de 2016, cuando Monsanto vendió el predio y retiró el proyecto.

Conocí a Claudio en 2014, durante el VIII Congreso Latinoamericano de Ciencia y Religión, que se realizó en Buenos Aires bajo el lema de “La sacralidad de la vida en una tierra habitable por todos”. Coincidimos en la misma tarde, en mi caso integrando el panel sobre “Biodiversidad y Agua” y Claudio en el panel sobre “Impactos del modelo agroindustrial” en oposición a Gustavo Grobocopatel. El interés en la argumentación del otro fue mutuo e inició una sucesión de encuentros, algunos virtuales y otros en oportunidad de viajes. A fines de 2015 Claudio se radicó en Tandil para iniciar juntos una nueva etapa de nuestras vidas, desarrollando una diversidad de actividades, tanto académicas como solidarias y territoriales. La invitación a la boda decía: “Encuentro insólito, edades semejantes, inquietudes compartidas, spines opuestos, y ahora... Tenemos la alegría de comunicarles que nos casaremos...”.

Organizamos talleres de Extensión Universitaria en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) para elaborar un anteproyecto de ordenanza para la aplicación de agroquímicos plaguicidas en el partido junto con estudiantes de la carrera de Licenciatura en Tecnología Ambiental, anteproyecto que luego presentamos al Concejo Deliberante. También en el ámbito universitario, organizamos talleres sobre Agroecología con la participación de Javier Souza Casadinho. Colaboramos activamente con los vecinos que levantaron su voz para que una planta termoeléctrica no se instalase en Tandil y cuando el proyecto se desplazó hacia el partido de Benito Juárez continuamos con el apoyo a los vecinos de Villa Cacique y Barker donde, lamentablemente, fue instalada la planta. Participamos enérgica y activamente de la Asamblea por un Tandil sin trigo transgénico ni agrotóxicos, asamblea que sistematizó la lucha de vecinos de Tandil contra diversas formas de contaminación, pero fundamentalmente por la aplicación no contro-

lada de plaguicidas.

Al plantearse la propuesta de instalar una planta de incineración de residuos sólidos en vista de la saturación del relleno sanitario de la ciudad de Tandil, Claudio desde BIOS y juntamente con la Coalición Ciudadana Antiincineración y la Alianza Global por Alternativas a la Incineración (GAIA) lanzaron una campaña oponiéndose. Luego se sumaron otras organizaciones civiles, como la Asamblea por la Preservación de las Sierras de Tandil, la Colectiva Feminista Berta Cáceres y la misma Asamblea contra el trigo transgénico, para redactar bajo la coordinación de Claudio un anteproyecto de ordenanza de prohibición de la incineración en el partido de Tandil, que fue presentado al Concejo Deliberante. Más recientemente, Claudio y yo nos unimos a la Campaña Plurinacional en Defensa del Agua para la Vida dando charlas y colectando firmas de apoyo al Proyecto de Ley a presentarse por iniciativa popular.

Desde su amplia experiencia en el tratamiento de problemas ambientales en los territorios, Claudio llegó a la conclusión de que los delitos ambientales no pueden evitarse con imposición de multas porque los montos son irrisorios respecto de las ganancias que pueden recoger quienes los cometen. Pero el temor a ser condenados en un juicio penal sí resulta suficientemente disuasorio para quienes usualmente los cometen. Unos años atrás, para tener en mano información fidedigna e innegable, Claudio comenzó a solicitar información pública, —que suele ser celosamente retenida y negada por las instituciones nacionales, provinciales y locales—, haciendo uso de las leyes de acceso a la información pública y del Acuerdo de Escazú. Ante la sistemática falta de respuesta, fue necesario judicializar las solicitudes mediante amparos. Posteriormente, con resultados de investigaciones científicas y datos fidedignos, se presentaron denuncias penales dando lugar a juicios que continúan y que tocan, entre otros, aspectos de la calidad del agua de red, la contaminación por agroquímicos plaguicidas del suelo y el agua de pozo de las escuelas rurales, así como de los cursos de agua que desembocan en el Mar Argentino, y, más recientemente, la contaminación por vuelcos ilegales de efluentes cloacales e industriales en el Arroyo Langueyú que nace en la sierras de Tandil.

Entre sus numerosas y variadas actividades, Claudio mantuvo una columna sobre temas ambientales en la emisora FM “La Compañía”, y más tarde su propio programa semanal de 2 horas, “Ambiente con Relaciones”, que se emitía en la repetidora de Radio Mitre en Tandil los sábados después del programa de Magdalena Ruiz Guiñazú. También impartió numerosas charlas y conferencias en la región: en Tandil, Necochea, Mar del Plata, Ayacucho, Rauch, Balcarce, entre otras localidades. Participó en las actividades de la Red Plurinacional de Pueblos Fumigados (Argentina) y en la creación y posteriores actividades de la Red de Pueblos de Nuestramérica afectados por agrotóxicos. Fue miembro fundador de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE). Desde 2023, se desempeñaba como integrante del Consejo Asesor de GAIA LAC (Global Alliance for Incinerator Alternatives).

Dada la crítica situación económica que está afectando a la sociedad argentina, con altos porcentajes de familias e individuos que se encuentran por debajo del nivel de pobreza e incluso en la indigencia, Claudio y yo nos comprometimos a apoyar solidariamente a uno de los comedores populares que funcionan en Tandil, en el Barrio San Juan, consiguiendo productos frescos, adquiriendo lo faltante, organizando las donaciones o ayudando con el transporte.

Claudio fue un hombre recto, comprometido y coherente con sus principios, siempre en búsqueda del conocimiento y de la verdad, cálido y respetuoso en el trato de las personas, de las más humildes a las más encumbradas. Trabajar en solitario no era algo que él quisiera hacer: buscaba el trabajo en equipo, fomentaba la colaboración, habilitaba la discusión y alentaba a que otros se expresaran y manifestaran sus conocimientos y talentos. Siempre fundamentaba sus opiniones y actuaba con convicción y coherencia. Ser un lector constante y crítico le permitió construir una amplia y sólida base de conocimientos. Fue un apasionado de lo que hacía, de lo que veía con claridad analítica. Frecuentemente decía: “está ahí para mirarlo”. Y se desesperaba que otros no lograran darse cuenta de lo importante que podía ser considerar cierto aspecto que para él era clarísimo. Corresponde destacar su extraordinaria inteligencia, que le permitía ver el problema general y, al

mismo tiempo, enfocarse en los detalles y explorar las estrategias para resolverlo.

Claudio despertaba, entre quienes le conocían, la admiración y el cariño. La sola mención de su nombre inspiraba confianza y respeto por su inmensa capacidad intelectual, su compromiso, su honestidad y su permanente y generosa predisposición para colaborar cuantas veces se lo requiriera y en todos los escenarios donde su voz resonara clara y fuerte por las víctimas invisibilizadas del extractivismo depredador. Siempre abogó por los más vulnerables y, sobre todo, por la sostenibilidad de las condiciones que permiten la reproducción de la vida. Por la vida.

Graciela Ana Canziani
Tandil, Argentina, 2025.