



La Cuestión Ambiental en Devenir

GEOGRAFÍA Y EDUCACIÓN

Coordinadores:
Sandra Gomez
Jorge Lapena

La Cuestión Ambiental en Devenir
Geografía y Educación

La Cuestión Ambiental en Devenir Geografía y Educación

Sandra Gómez - Jorge Lapena
(Coordinadores)

**Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires**
Facultad de Ciencias Humanas



Dir. Dr. Guillermo Angel Velázquez
Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (CONICET/UNCPBA) y Centro de
Investigaciones Geográficas (FCH/UNCPBA)
Pinto 399 (7000) Tandil. Buenos Aires. República Argentina
<https://igehcs.conicet.gov.ar>

Desde el año 2012, el Centro de Investigaciones Geográficas, integra el Instituto
de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHC S) unidad ejecutora conjunta de la
UNCPBA y el CONICET

Cuestión ambiental en devenir : geografía y educación / Agustín Arosteguy... [et al.] ; compilación de Sandra Elena Gomez ; Jorge Lapena ; fotografías de María Eugenia García ; prefacio de Melisa Estrella. - 1a ed compendiada. - Tandil : Sandra Elena Gomez, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-00-2340-3

1. Educación Ambiental. I. Arosteguy, Agustín. II. Gomez, Sandra Elena, comp. III. Lapena, Jorge, comp. IV. García, María Eugenia, fot. V. Estrella, Melisa, pref. CDD 910.07

El contenido de esta obra fue sometido a evaluadores externos.

Los comentarios vertidos en los artículos de este libro son pura y exclusiva responsabilidad de sus respectivos autores y no reflejan necesariamente las opiniones de los coordinadores ni del IGHCS.

Diseño de tapa:



Maquetación y diseño interior: Augusto Román Hidalgo

1º Ed. Diciembre de 2023.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución 4.0 internacional

© 2023 IGEHCS

**Universidad Nacional del
Centro de la Provincia de Buenos Aires
U.N.C.P.B.A.**

Rector:

Dr. Marcelo Aba

Vicerrectora:

Prof. Silvia Alicia Spinello

Secretario de Ciencia, Arte y Tecnología:

Dr. Pablo Andrés Lotito

**Facultad de Ciencias Humanas
F.C.H.**

Decana:

Dra. Mónica Alejandra Blanco

Vicedecana:

Mag. Roxana Banda Noriega

Secretaria de Investigación y Posgrado:

Dra. Marina Adamini

**Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales
I.G.E.H.C.S.**

(Conicet-UNCPBA)

Director:

Dr. Guillermo Ángel Velázquez

Vicedirector:

Dr. Marcelino Irianni

Índice

Prefacio	
<i>Melisa Estrella</i>	13
Presentación.	
<i>Sandra Gómez; Jorge Lapena</i>	15
Crónicas de balsa: una historia sobre el río como articulador de la educación ambiental, el arte local y la naturaleza.	
<i>Agustín Arosteguy y Daniela Massone</i>	25
Configuración de la educación ambiental dentro de la geografía escolar: Divergencias y convergencias	
<i>Alejandra Taborda Caro</i>	43
Las transformaciones físico-ambientales de la localidad de Colonia Seré, provincia de Buenos Aires, Argentina.	
<i>Andrea Salla</i>	83
Potencias de los espacios educativos no formales para la formación del profesorado: experiencia en el Parque Estatal de Serra do Tabuleiro.	
<i>Astrid Nicolý Dallagnoli; Vitória da Silva Macedo y Ana Paula Nunes Chaves</i>	103
A un año de la implementación de la Ley Nacional de Educación Ambiental Integral. La antesala histórica y los aportes de la geografía.	
<i>Jorge Lapena</i>	123
La Geografía Regional Argentina, desde el abordaje de la dimensión ambiental.	
<i>Jorge Lapena y Marina Lapenda</i>	151
Ambiente y energía, una relación desafiante.	
<i>Luciana Clementi</i>	169

**¿Grifos privados, sumideros públicos?
La relación entre agua, minería metalífera,
fracking y litio en Argentina, interpretada a la luz de
la teoría de la acumulación por desposesión y la
segunda contradicción del capitalismo**

Sebastián Gómez Lende

Introducción

En su ensayo acerca de la relación entre naturaleza y capitalismo, el economista marxista James O'Connor (2001) sostiene que el capital es incapaz de transformar de modo no problemático las condiciones naturales de producción en valores de cambio, tendiendo tarde temprano a agotarlas y/o destruirlas. Siguiendo esa tesitura, para el capital la naturaleza es una condición de producción que funciona simultáneamente de dos modos: como “grifo” —una metáfora de la dotación de recursos— y como “sumidero” —una alegoría de la capacidad de absorber o almacenar la contaminación—; el primero casi siempre es de propiedad privada, mientras que el segundo suele ser propiedad común. Esa cosmovisión conduce a una fractura metabólica, es decir, a una ruptura —constante e irreparable— de la relación entre el metabolismo social del capital y los ciclos regulatorios de los sistemas físico-naturales derivada de la tendencia del sistema a la acumulación sin fin y, por ende, de su necesidad de ser constantemente reabastecido a una escala cada vez mayor (Foster y Clark, 2012).

Lo anterior nos conduce al concepto de segunda contradicción del capitalismo. Mientras que la primera contradicción implica que el au-

mento de la plusvalía y la tasa de explotación de la fuerza de trabajo conduce a una caída de la demanda agregada y, por consiguiente, a una crisis de sobre-producción que hace descender las utilidades, la segunda contradicción se origina en la tendencia del capital a erosionar y destruir la reproducción de sus condiciones de producción aumentando su velocidad de rotación por encima de los límites que imponen los ciclos naturales, intensificando y acelerando la tasa de explotación de recursos, operando ecológicamente de manera más descuidada y/o externalizando sus costos ambientales para abaratar el proceso productivo. Aunque a corto plazo esto aumente su rentabilidad, a la postre menoscabará su capacidad de producir y generar ganancias, aumentando sus costos y generando crisis de sub-producción o iliquidez (O'Connor, 2001) durante las cuales la fractura metabólica conducirá al secado del “grifo” y/o a la saturación del “sumidero” (O'Connor, 2001), extenuando, degradando y/o destruyendo fuentes de recursos naturales claves para el proceso de producción, transformación o consumo de la mercancía generada.

Esa tesis se ajusta literalmente a la relación entre agua y extractivismo, especialmente en el caso de actividades hidro-intensivas y altamente contaminantes como la mega-minería metalífera y la explotación hidrocarburífera. Bajo ese esquema, la cuestión del agua reviste una doble función: la de insumo estratégico e irremplazable para la producción de mercancías; y la de destino del vertido (deliberado o no) de sustancias tóxicas que afectan la calidad del recurso u ocasionan su pérdida (Gómez Lende, 2015). Esta cuestión es importante porque, en última instancia, el agua es un valor de uso indispensable para la vida en general y la vida humana en particular que cada vez está más sometido al riesgo que supone la fractura irreversible de la relación metabólica entre sociedad y naturaleza. Después de todo,

más de la quinta parte de la población mundial no tiene acceso a agua segura (ANICEyCEFN, 2011; Cáceres, 2017), mientras que, de las nueve fronteras planetarias que, de ser sobrepasadas, configurarían escenarios catastróficos para la humanidad, la sobre-explotación del agua dulce es una de las que bordea peligrosamente el límite (Ruiz Acosta, 2014).

Lo anterior se articula a su vez con el concepto de acumulación por desposesión propuesto por el geógrafo británico David Harvey. Por un lado, el agotamiento de los recursos genera crisis de escasez que propician su revalorización y redoblan el interés del capital por echar mano a nuevos fondos de activos y presionar para la apertura de nuevos campos para la acumulación mediante la privatización, acaparamiento y/o monetización de tierras dotadas de cierta riqueza mineral, hidrocarburífera, forestal, pesquera, agrícola u de otro tipo. Para el capital, esto supone poner en juego ajustes o soluciones espacio-temporales (Harvey, 2004), es decir, estrategias de huída hacia delante que logren desplazar la segunda contradicción del sistema hasta que tarde o temprano el problema resurja. Esas soluciones espacio-temporales se expresan en modificaciones de los sistemas extractivos que permitan continuar explotando el mismo recurso pero bajo parámetros hasta entonces técnica y económicamente inviables —generalmente, más destructivos para con la naturaleza—, la emigración del capital a localizaciones donde ese mismo recurso abunde, el descubrimiento y/o colonización de una materia prima diferente que lo sustituya, o alguna combinación de estas alternativas.

Por otro lado, el uso de la naturaleza como “sumidero” se relaciona con la dimensión ecológica de las dinámicas expropiatorias del capital, derivando en la degradación del hábitat en sus diversas expresiones —desaparición de bosques tropicales, polución del aire,

el agua y el suelo, agotamiento del suelo y la biodiversidad, cambio climático, etc.— y, por consiguiente, en la merma de aquellos bienes hasta ahora comunes del entorno global (Harvey, 2004). Y si bien en ciertos casos el reinicio del ciclo de cercamiento, explotación y agotamiento de nuevos “grifos” de recursos por parte del capital puede suponer un alivio a corto o mediano plazo del “sumidero”, a la postre inexorablemente redundará en una nueva saturación y desbordamiento de los umbrales de resiliencia de aquél y eventualmente tenderá a una profundización del proceso de mercantilización de fuerzas y elementos naturales.

En el caso del agua, ambos procesos se traducen en cercamientos hídricos. Por un lado, implican el despojo, apropiación y concentración del agua, limitando su diversidad de usos a la mera condición de insumo para la producción, determinando su pasaje de valor de uso a valor de cambio y convirtiéndola en un bien privado de uso corporativo exclusivo que restringe los procesos metabólicos de modos de vida distintos de la lógica del capital (López Terán, 2021). Por el otro, los países importadores de recursos minerales e hidrocarbúricos no sólo se apropian vía comercio internacional del agua de las áreas donde se emplazan los yacimientos, sino también de la capacidad de sumidero (Machado Aráoz, 2010), cuya dificultosa y a menudo conflictiva gestión queda a cargo de los poderes públicos del Estado y la sociedad en su conjunto. Así, los cercamientos hídricos adquieren una doble connotación: por un lado, implican la merma cuantitativa del agua para otros usos distintos de la actividad extractiva en cuestión; por el otro, conducen a un deterioro cualitativo que —contaminación mediante— resiente el uso del recurso como elemento clave para la vida (López Terán, 2021).

Siguiendo esa tesitura, el objetivo de este trabajo consiste en ana-

lizar la relación entre agua, mega-minería metalífera, extracción hidrocarburífera por fractura hidráulica y explotación de litio a la luz de la teoría de la acumulación por desposesión y el concepto de segunda contradicción del capitalismo. Relacionadas con los denominados “extractivismos de nueva generación” (Gudynas, 2014) como la minería *open pit*, el *fracking* y la energía “verde”, las actividades escogidas como caso de estudio tienen como escenario a la Argentina, un país que durante las últimas décadas no sólo ha experimentado un intenso *boom* minero-metalífero, sino a que también se ha convertido en el tercer productor mundial de litio y es además una de las pocas naciones del planeta donde se desarrolla el *fracking* a gran escala.

Minería metalífera, litio y *fracking* en Argentina: breve aproximación a la cuestión

De la mano de las gestiones de C. Menem y F. De La Rúa, tanto la mega-minería metalífera como la explotación hidrocarburífera fueron pioneras en el (re)diseño de la matriz extractivo-exportadora argentina acaecido durante la larga década neoliberal de los años noventa. Con el paso del tiempo, el fomento irrestricto a ambas actividades se convertiría en una política de Estado transversal a ideologías, partidos políticos y gobiernos, expandiéndose notablemente —*boom* de los *commodities* mediante— durante el neo-desarrollismo (2003-2015) de N. Kirchner y C. Fernández de Kirchner, la fase de restauración neoliberal/neoconservadora de M. Macri (2016-2019) y lo que va de la actual gestión de A. Fernández (2020-noviembre de 2022).

Tanto la minería metalífera como los hidrocarburos se caracterizan por sus altos niveles de concentración y extranjerización. El mercado petrolero-gasífero argentino está dominado por la mixta YPF,

las norteamericanas Exxon-Mobil y Chevron, la multinacional británico-chino-argentina Pan American Energy, la francesa Total, la germano-estadounidense Wintershall, la angloholandesa Shell, la brasilera Petrobras, la malaya Petronas, la china Sinopec, la noruega Equinor y las argentinas Vista Gas & Oil, CGC (grupo Eurnekián), Tecpetrol (grupo Rocca/Techint) y Pampa Petrolera (grupo Mindlin), todas ellas con operaciones en las cuencas Neuquina (provincias de Neuquén, Río Negro y Mendoza), San Jorge (sur de Chubut y norte de Santa Cruz), Noroeste (Jujuy, Salta y Formosa), Cuyana (Mendoza) y Austral o Magallánica (sur de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego).

Por su parte, en la rama metalífera opera una veintena de minas de cobre, oro, plata, molibdeno, hierro, plomo, estaño, zinc y litio localizadas en Jujuy, Salta, Catamarca, San Juan, Río Negro, Neuquén y Santa Cruz y explotadas por capitales suizos (Glencore), canadienses (SRR Mining, Yamana Gold, Pan American Silver, Goldcorp, Barrick Gold, etc.), estadounidenses (Livent), australianos (Orocobre, etc.), chinas (MCC, Shandong Gold, Zijin/Liex, NextView New Energy), anglo-sudafricanos (Anglogold Ashanti), peruanos (Hochschild), japonesas (Toyota), británicos (Rio Tinto), anglo-argentinos (Patagonia Gold) y nacionales (grupo Elsztain). Las más representativas son las catamarqueñas Bajo La Alumbra y Fénix, las jujeñas El Aguilar y Olaroz, las sanjuaninas Veladero y Gualcamayo y las santacruceñas Cerro Vanguardia, Cerro Negro, Manantial Espejo y Cerro Moro.

Ambas actividades extractivas detentan asimismo un peso relativamente significativo en las exportaciones argentinas. Según cálculos propios realizados en base a datos oficiales (INDEC, 2022), las remesas metalíferas pasaron de representar apenas el 0,02% del valor total a mediados de la década de 1990 a acaparar el 4,1% en 2021, con picos que rondaron el 5% durante el neo-desarrollismo y la fase de

restauración neoconservadora. Las ventas externas de gas y petróleo, en cambio, mostraron sus niveles máximos durante las postrimerías del modelo neoliberal y los albores del régimen (neo)desarrollista —cuando explicaron alrededor del 19% de las exportaciones argentinas—, para luego declinar al 4,8% en 2015-16 y recuperarse ligeramente hacia 2019 (7,8%) y 2021 (6,7%). Actualmente, la minería metálica y los hidrocarburos representan el 10,8% de las ventas del país al exterior.

No menos importante, la explotación hidrocarburífera, la mega-minería metálica en general y, dentro de esta última, la extracción de litio en particular, son representativas de los fenómenos de fractura metabólica y búsqueda de soluciones espacio-temporales. En el caso de la minería, este proceso se vincula con el progresivo agotamiento de los yacimientos metálicos y la constante caída de la ley mineral de los mismos, lo cual ha derivado en la mudanza del centro de gravedad de la actividad desde Europa y Norteamérica hacia África y Sudamérica y el reemplazo de la típica explotación subterránea de socavón a la minería de superficie o a cielo abierto (*open pit*) de depósitos de baja ley y alto nivel de disseminación. Este cambio exige el uso intensivo de tecnología y capital, la literal voladura de suelos y cerros y el uso a gran escala de agentes químicos y recursos energéticos e hídricos.

Con respecto a los hidrocarburos, el *boom* exportador de 1994-2007 y la fuerte declinación de la actividad exploratoria condujeron al agotamiento de los reservorios convencionales de gas y a la pérdida del autoabastecimiento. El horizonte de reservas gasíferas cayó de casi 33 años en 1989 a poco más de 7 años en 2010, fecha a partir de la cual Argentina se vio obligada a importar combustibles. Puesto que el 85% de la matriz energética doméstica depende de los recur-

fos fósiles, el descubrimiento en la Cuenca Neuquina de la megafortificación Vaca Muerta —segunda reserva de gas no convencional y cuarta reserva de petróleo no convencional¹ del mundo— convirtió a su puesta en explotación en una “urgencia nacional” y una “vacuna contra el déficit energético” (Pérez Roig, 2016; Obra Colectiva, 2016).

Esto derivó en el inicio en 2014 de la explotación hidrocarburífera por fractura hidráulica (*fracking*), un sistema extractivo que combina perforaciones verticales, horizontales e inclinadas y la inyección de agua a alta presión, arena y productos químicos para fragmentar la roca-madre y mantener las grietas abiertas para permitir el ascenso de los hidrocarburos a la superficie. Como resultado, el peso del petróleo no convencional sobre la producción nacional de crudo pasó del 3,3% en 2014 al 31,7% en 2021, mientras que la participación del *shale* y *tight gas* sobre la extracción gasífera aumentó del 1,7% al 29,4% (IAPyG, 2022). Aún así, hasta el momento esto no ha derivado en un aumento significativo del horizonte de reservas ni aliviado la presión de las importaciones energéticas sobre la balanza comercial².

Con respecto al litio, Argentina constituye la segunda reserva más

¹ Por “reserva hidrocarburífera no convencional” se entiende a aquellos yacimientos de petróleo y gas encerrados dentro una roca-madre, un reservorio impermeable o de muy baja porosidad cuya explotación obliga a provocar artificialmente una fractura para abrir un canal de comunicación que permita al recurso desplazarse hacia el pozo y ser bombeado a la superficie.

² En 2019 —último año con datos disponibles—, las reservas de petróleo alcanzaban para 12,9 años de consumo, cifra equivalente a la vigente en 1989 y situada ligeramente por encima de los guarismos reportados en los años previos al inicio del *fracking*. En el caso del gas, la recuperación fue menos sustancial aún, con reservas que en 2019 sólo satisfacían 8 años de consumo doméstico, apenas por encima de los 7 años reportados en 2010. Al término del primer semestre de 2022, las importaciones de combustibles representaron el 16% de las compras externas del país, casi duplicando las cifras registradas durante el mismo período de 2021 (8,6%), cuadruplicando las cifras de 2003 y situándose ligeramente por debajo del pico histórico de 2014 (18%).

grande del mundo, con 17 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente, convirtiéndose en líder en lo que respecta a inversiones para la exploración y extracción de este mineral en salmueras³ (SM, 2021). Si bien sólo existen dos minas en plena producción localizadas en las provincias de Catamarca y Jujuy —a las cuales se añaden otros tres yacimientos en Salta y Catamarca que iniciaron sus faenas extractivas muy recientemente—, nuestro país es actualmente el tercer productor y exportador mundial de litio, contando con 63 proyectos en distintas fases de desarrollo controlados por capitales chinos, canadienses, australianos, franceses, ingleses, coreanos, japoneses y argentinos. El *boom* obedece básicamente a la creciente demanda de baterías a base de litio, actualmente consideradas como la panacea para favorecer el avance de la electro-movilidad, ampliar la capacidad instalada de las redes de abastecimiento eléctrico, solucionar los problemas técnicos y logísticos intrínsecos a las fuentes de energía renovable y viabilizar la transición hacia una economía supuestamente “verde” o “post-fósil”.

De los glaciares y las nacientes cordilleranas a los salares y el agua subterránea: la expropiación, control y secado del grifo por parte del capital minero e hidrocarburífero

Como se mencionó, las tres actividades extractivas escogidas se caracterizan por su naturaleza altamente hidro-intensiva y por el hecho de desarrollarse en regiones y sub-regiones de nuestro país (Noroeste, Puna, Cuyo, norte patagónico, etc.) caracterizadas por sus condi-

³ Nuestro país forma parte del llamado “Triángulo del Litio”, un área de 43.000 km² integrada por el sur boliviano, el norte chileno y la Puna argentina que alberga el 67% de las reservas comprobadas y concentra el 85% de los recursos explotables en salmuera, la cual actualmente es, junto a la minería a cielo abierto en depósitos de rocas pegmatíticas (espodumeno y petalita), la modalidad de extracción más barata y rentable.

ciones de aridez o semi-aridez, con precipitaciones que oscilan entre menos de 60 mm/año y un máximo de 400 mm/año y caudales fluviales de régimen nivo-glaciar que presentan fuertes variaciones estacionales. El agua es vital a lo largo de todo el ciclo minero, especialmente en el caso de la minería a cielo abierto debido a la baja ley de los minerales industriales y preciosos y su alto nivel de diseminación. El líquido elemento es un insumo clave para la separación y concentración del mineral por lixiviación o flotación mediante mercurio, cianuro de sodio, ácido sulfúrico, sales de plomo y zinc, mineral de hierro, cal, xantatos y otros agentes químicos, así como para hacer funcionar a los mineraloductos que transportan los concentrados (Machado Aráoz, 2010). Como resultado, es habitual que las empresas intervengan, alteren y destruyan el ciclo hidrológico natural para abastecerse de agua, limitando la fluidez de depósitos y escorrentías, intensificando la competencia por el uso del recurso y ocasionando escasez y otros impactos negativos para la agricultura, la ganadería y los usos municipales y domésticos. Una vez concluida la explotación minera, los caudales de agua pueden requerir varios años (o décadas) para recuperar —o aproximarse a— los niveles previos a la extracción metalífera (Moran, 2000; López Terán, 2021).

El caso del litio es aún más paradigmático, pues la explotación de este mineral en salmueras —modalidad actualmente vigente en Argentina— ha sido literalmente definida como una minería del agua (Aranda Álvarez, 2018). Por regla general, las empresas utilizan dos métodos de extracción: la evaporación, donde la salmuera es bombeada del salar y enviada a grandes piletas cavadas en las salinas donde el agua será evaporada para concentrar el sedimento de sales; o la adsorción selectiva, donde la salmuera es bombeada a través de columnas de membranas colocadas sobre la superficie del salar para re-

tener el litio y concentrarlo por evaporación en piletas, reinyectando el resto de la solución acuosa a la cuenca. En ambos casos, la separación del litio del resto de los minerales y compuestos diluidos implica un proceso de purificación y concentración para llevarlo a “grado batería” —carbonato de litio equivalente (LCE)— mediante agua fresca (dulce o salobre) extraída de pozos situados en los bordes del salar o de los cursos de agua cercanos (Flexer, Baspineiro y Galli, 2018).

Aunque el agua contenida en las salmueras no sea potable, eso no impide que su extracción y evaporación a gran escala generen “daños colaterales”. Las cuencas salinas son ecosistemas extremadamente frágiles cuyos balances hídricos son negativos bajo condiciones naturales, lo cual se potencia cuando las compañías mineras bombean salmueras y extraen agua de acuíferos. La extracción de salmueras puede ocasionar un cono u hoyo de depresión que, o bien forzará la interacción entre acuíferos dulces y salobres —conduciendo a la irreversible salinización de los primeros—, o bien drenará aguas subterráneas localizadas fuera de las costras salinas, reduciendo el nivel de base de las cuencas y secando lagunas, ríos, arroyos, vertientes, ciénagas, vegas, humedales, bofedales y ojos de agua conectados a los salares, donde el recurso es relativamente dulce y puede ser aprovechado por fauna, ganado, animales domésticos, cultivos y seres humanos (Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019).

Por su parte, el *fracking* también requiere millones de litros de agua que son inyectados a alta presión a los pozos junto a grandes volúmenes de arena y decenas de productos químicos. Mientras que el agua abre los poros de la roca-madre para que los hidrocarburos allí alojados puedan fluir libremente hacia la superficie, la arena garantiza que las grietas continúen abiertas cuando la presión descienda a valores normales y los agentes químicos reducen la corrosión de las

cañerías provocada por la operación (D'Elía y Ochandio, 2014).

En el caso de la minería metalífera argentina, buena parte de los yacimientos en explotación en el país se localiza justamente en zonas claves para la regulación de los ciclos hidrológicos locales y regionales, como aguas subterráneas fósiles, zonas de recarga de acuíferos, lagos y lagunas, vertientes y cabeceras de cuencas en altas cumbres cordilleranas y áreas glaciares y periglaciares. En Catamarca, por ejemplo, Minera Alumbrera —que desde 1997 explota el mega-yacimiento de cobre, oro, plata y molibdeno más importante del país— compró en 2006 el 80% de la cuenca hídrica subterránea Campo del Arenal, controlando 53.620 hectáreas del principal acuífero fósil y regulador ambiental de la región (Gómez Lende, 2020a).

En San Juan, el Tratado de Integración y Cooperación Minera entre Chile y Argentina permitió a las grandes mineras acceder a la “fábrica de agua dulce” cordillerana (Machado Aráoz, 2010), con lo cual las canadienses Barrick Gold y Yamana Gold —que explotan Veladero y Gualcamayo, respectivamente— se apropiaron de las nacientes cordilleranas del río Jáchal, la segunda cuenca hídrica más importante de la provincia y vital para la provisión de agua para riego para las plantaciones de cebolla del tercer oasis agrícola más grande de San Juan. Barrick Gold también utiliza acuíferos subterráneos y agua de los ríos Potrerillos y Las Taguas y controla 17.000 hectáreas de glaciares que dan origen al río Jáchal, en la Reserva de Biosfera San Guillermo, y regulan la localización y existencia de humedales locales (Moran, 2016). Y mientras que en la Puna jujeña Minera El Aguilar —controlada por la suiza Glencore y el Banco Mundial— desvió ríos y arroyos para utilizar agua en la explotación, en la meseta santacruceña la sudafricana Anglogold Ashanti y las canadienses Goldcorp y Pan American Silver cuentan con sendas concesiones provinciales para extraer agua sub-

terránea con la cual lixiviar el oro y la plata extraídos de Cerro Vanguardia, Cerro Negro y Manantial Espejo.

El caso del litio es aún más paradigmático. Entre 1997 y 2015, prácticamente la totalidad de las cuencas salinas de las tres provincias de la Puna argentina (Jujuy, Salta y Catamarca) quedó cubierta de pedimentos mineros o pertenencias otorgadas para prospección y explotación a escala piloto (Slipak, 2015). A raíz de la singularidad de los depósitos en salmuera, donde se solapa la tríada mineral-tierra-agua, ese proceso de apropiación de los yacimientos y privatización de los salares fue acompañado por el acaparamiento corporativo del agua en la Puna Argentina, cuestión que se agrava cuando se recuerda que la legislación vigente ha dejado sin resolver el problema de si las salmueras en tanto recurso hídrico pertenecen al dominio público o no (López Steinmetz, 2011).

En el caso del *fracking*, la situación es menos dramática. En el epicentro de Vaca Muerta, las petroleras fueron autorizadas por el gobierno provincial a utilizar entre el 1% y el 4,5% del caudal del río Neuquén y se les prohibió extraer el recurso de los acuíferos de agua dulce. Sin embargo, la explotación ilegal del agua existe, como pudo constatarse en 2021, cuando la municipalidad de San Patricio del Chañar denunció a la compañía tercerizada Hidrofrac por extraer agua de los canales de riego sin autorización para satisfacer la demanda hídrica de la petrolera Phoenix Global Resources en la concesión no-convencional Mata Mora (Radio3 Cadena en Patagonia, 2022). No menos importante, se ha determinado que en ciertos segmentos del río Neuquén, como el tramo Portezuelo Grande-El Chañar, las petroleras se apropian de entre el 14% y el 25% del total, mientras que en épocas de bajo caudal llegarían a captar el 12,8% del agua del río Neuquén (Navazo, 2021; Terzaghi, 2021; De Massi, 2021).

Los niveles de consumo hídrico de la mega-minería metalífera son muy importantes. En base a trabajos anteriores (Gómez Lende, 2015; 2020b), hemos podido determinar que, en el mejor de los casos, las diez minas de metales industriales y preciosos para las que existe información disponible —excluyendo al litio— demandarían alrededor de 29.856.561,4 metros cúbicos anuales de agua, mientras que en el peor expolarían 83.019.442,4 m³/año⁴. De esos totales, entre el 45,6% y el 71,3% correspondería exclusivamente a los yacimientos Bajo La Alumbra en Catamarca, seguida por Veladero (entre 6% y 38%) y Gualcamayo (entre 3,7% y 4,1%) en San Juan y El Aguilar en Jujuy (entre 3,4% y 4%).

Con respecto a la explotación hidrocarburífera no convencional, de la información aportada por las fuentes (FARN, 2021) puede colegirse que, entre 2010 y 2019, las compañías petroleras utilizaron 23.173.540 metros cúbicos de agua en Vaca Muerta, con un promedio de 2.317.354 m³ al año⁵. Cada pozo consume entre 30 y 35 millones de litros de agua (FARN, 2021), aunque algunas fuentes mencionan cifras mayores para el caso de la concesión Fortín de Piedra operada por Tecpetrol, con 97 millones de litros por perforación (Lucotti, 2021). Vale la pena notar el vertiginoso crecimiento del consumo hídrico de la actividad, que en dicho lapso aumentó un 169.813,5% pasando de 4.704 metros cúbicos anuales en 2010 —con sólo un pozo en producción— a 7.992.732,7 m³/año en 2019 —con 2.000 pozos en operación— (FARN, 2021). Este incremento, sumado al hecho de

⁴ Esas cifras equivalen, en la situación más benigna posible, a un consumo hídrico de 81,8 millones de litros diarios, 3,4 millones de litros por hora, 56.804,7 litros por minuto y 946,7 litros por segundo, en tanto que en la situación más grave implicarían una demanda de 227,5 millones de litros diarios, 9,5 millones de litros por hora, 157.951,8 litros por minuto y 2.632,5 litros por segundo.

⁵ Eso implica una media de 6,3 millones de litros diarios y una demanda de 264.538 litros por hora, 4.410 litros por minuto y 73,5 litros por segundo.

que sólo se está explotando el 5% de los yacimientos de la mega-formación (Lewkowicz, 2021), da pábulo a la preocupación expresada en la Segunda NDC de Cambio Climático, donde la ONU y el gobierno argentino admitieron el riesgo de una potencial crisis del agua en Vaca Muerta (FARN, 2021).

La escalada en el consumo hídrico de las operadoras de litio presagia ser mucho más grave. Los hallazgos de un trabajo anterior (Gómez Lende, 2022) indican que la demanda conjunta de las apenas dos minas de litio que actualmente se encuentran en operación a gran escala en nuestro país (Fénix y Olaroz) se situaría, en el mejor de los casos, en el orden de los 3.034.136,4 m³/año de agua dulce fresca, mientras que en el peor alcanzaría los 5.094.762 metros cúbicos anuales⁶, esto sin contemplar el volumen de salmuera bombeado y evaporado ni las decenas de explotaciones que entraran en fase extractiva a corto y mediano plazo.

Es interesante contrastar la demanda de agua para uso extractivista con el consumo humano de la población localizada en el área de influencia de las tres actividades analizadas. Tomando como parámetro de referencia el hecho de que en Argentina el agua necesaria para satisfacer las necesidades humanas esenciales ronda en promedio los 250 litros diarios per cápita (ANICEyCEFN, 2011), cada año la minería metalífera jujeña consumiría entre el 116,7% y el 210,4% de los 2.157.606,8 m³/año demandados por los 23.645 habitantes de los departamentos de Humahuaca, Rinconada y Susques. En la meseta santacruceña, la demanda hídrica de las operadoras de Cerro Vanguardia y Manantial Espejo representaría entre 2,3 y 5,2 veces el

⁶ Estas cifras implican promedios de entre 8,3 millones y 14 millones de litros diarios, entre 346.362,6 y 581.593 litros por hora, entre 5.772,7 y 9.693 litros por minuto y entre 96,2 y 161,6 litros por segundo.

consumo (839.682,5 m³/año) de los 9.202 habitantes de Magallanes, mientras que en San Juan las principales minas de la provincia exportarían, en el mejor de los casos, caudales equivalentes al 85,9% de los 3.596.801 m³/año consumidos por los 39.417 habitantes de los departamentos de Calingasta, Iglesia y Jáchal, y en el peor, 9,7 veces la demanda de dicha población. En Catamarca, la demanda hídrica de Livent y Minera La Alumbra representaría entre el 382,7% y el 594,9% del agua utilizada para consumo humano por los 69.959 habitantes de los departamentos de Andalgalá, Belén, Santa María y Antofagasta de la Sierra (6.383.759 m³/año). Y en el departamento neuquino de Añelo —actualmente conocido como la “capital del *shale*”—, la demanda hídrica de las explotaciones hidrocarburíferas no convencionales ascendió en 2019 a 7.926.742 metros cúbicos (FARN, 2021), utilizando en apenas un año el mismo agua que la población local (10.796 habitantes) necesitaría para satisfacer sus necesidades más elementales durante más de ocho años.

El desmesurado consumo hídrico del modelo extractivista desencadena numerosos conflictos socio-ambientales en los cuales las comunidades locales se enfrentan al capital y al Estado, a quienes responsabilizan por la caída de los niveles de disponibilidad y regularidad del recurso hídrico. En Santa Cruz, la demanda hídrica de Cerro Vanguardía fue sindicada en 2011 como responsable de los problemas de desabastecimiento de agua potable sufridos por la localidad de Puerto San Julián, situado a 154 km. del yacimiento. En San Juan, la sequía afecta desde al menos una década a las comunidades cercanas a Veladero y Gualcamayo. Centenares de personas deben desplazarse diariamente varios kilómetros para abastecer del vital recurso. El gobierno sanjuanino viene declarando la emergencia hídrica en toda la provincia desde 2011, implementando en varias ocasiones

cortes programados en el suministro de hasta una semana de duración para las comunidades más afectadas pero sin imponer restricciones al consumo minero, soslayando convenientemente el “control del grifo” ejercido por las compañías en las nacientes cordilleranas y atribuyendo la problemática exclusivamente al cambio climático (Gómez Lende, 2020b). En Jáchal, en las cercanías de Veladero, la situación es aún peor, pues los agricultores sufren cortes de agua de más de 100 días al año, con lo cual la producción de cebolla cayó un 50% en sólo una década. Lo mismo ocurre con los fruticultores y viñateros locales, quienes denuncian que la política del gobierno sanjuanino de cortar el agua para uso agrícola pero garantizarla para uso minero viola la Constitución provincial, que prioriza al primero sobre el segundo y determina que la concesión del recurso para usos industriales sólo puede otorgarse sino perjudica a los cultivos (Parrilla, 2016a).

En Catamarca, la crisis hídrica, con sus correlatos de problemas reiterados de abastecimiento rural y urbano de agua potable, mortandad masiva del ganado y pérdida de cultivos, ha propiciado el estallido de conflictos entre los agricultores locales y las compañías mineras extranjeras. Sede de Campo de Arenal, donde Minera Alumbra se abastece de agua, la localidad de Santa María perdió el 40% del recurso hídrico, determinando el colapso del 70% del sector agrícola local. Cabe señalar que el estado de emergencia hídrica ha sido declarado en reiteradas oportunidades en toda la provincia, en algunos casos imponiendo restricciones al consumo humano pero sin nunca limitar la demanda de la minería (Gómez Lende, 2020b).

En Neuquén, la población sigue con atenta preocupación el uso intensivo de agua para la explotación hidrocarbúrfica no convencional por fractura hidráulica de los reservorios de Vaca Muerta. Las inquietudes se han exacerbado debido a la persistente sequía que sufre la

región —que ya lleva 13 años de duración, con notable falta de lluvia y nieve— y la reciente declaración gubernamental de la emergencia hídrica en toda la provincia (Navazo, 2021). En San Patricio del Chañar, la entrada en producción de la concesión Mata Mora, en manos de Phoenix Global Resources, determinó que la municipalidad enviara cartas-documento a las compañías petroleras con la finalidad de conminarlas a “ordenar” el movimiento y transporte del agua que utilizan en los pozos, tibio eufemismo con el que pretende que las empresas informen los puntos en los cuales sus proveedores extraen el recurso y presenten estudios de impacto ambiental. La medida es a todas luces insuficiente para impedir que las comunidades mapuches sufran el agravamiento de la escasez de agua (Radio3 Cadena en Patagonia, 2022).

El *boom* del litio tampoco es ajeno a esta cuestión. Organizaciones ambientalistas de Antofagasta de la Sierra acusan a Livent de haber secado el acuífero del río Trapiche y rechazan el proyecto —avalado por el gobierno catamarqueño— de construir un acueducto para desviar y canalizar el río Los Patos y así suministrar importantes caudales de agua a Fénix y otros yacimientos localizados en el Salar del Hombre Muerto. Las resistencias adquieren ribetes más dramáticos en Jujuy. En Olaroz, la operadora del yacimiento ha sido acusada de afectar los flujos hidrológicos naturales, llevar a niveles críticos la salinización del agua dulce —con obvios impactos sobre la producción agro-pastoril y la fauna local, obligando a las comunidades a recorrer grandes distancias para obtener agua para consumo humano y animal— y lanzar misiles especiales hacia nubes cargadas con agua de lluvia para evitar que las precipitaciones ralentizaran la tasa de evaporación de las salmueras (Gómez Lende, 2022).

La socialización del sumidero: contaminación a gran escala de bienes comunes hídricos

Sin perjuicio de la gravedad que implica la privatización y secado del “grifo”, la situación es aún peor cuando la relación entre los extractivismos de nueva generación y el agua es enfocada desde la perspectiva del “sumidero”. En este caso, la contaminación del vital elemento con sustancias tóxicas derivadas de los procesos de extracción y/o procesamiento impacta negativamente sobre el recurso hídrico para riego agrícola y consumo humano y animal, estrechando el cerco sobre las comunidades locales, que periódicamente ven a su subsistencia -y la relación metabólica con la naturaleza que la hace posible- puesta cada vez más en jaque por la reducción no sólo de la cantidad, sino también de la calidad del agua.

Con respecto a la mega-minería metalífera, las fuentes de contaminación del recurso hídrico son tres: los metales pesados que existen naturalmente en las rocas y que, a raíz de las voladuras y los procesos de molienda y trituración, son liberados al ambiente; los agentes químicos utilizados en los procesos de concentración del mineral; y la acumulación de residuos peligrosos en las inmediaciones de las minas. Esto ocasiona la polución del agua superficial y subterránea por drenajes ácidos de roca, infiltración de sustancias contaminantes provenientes de vertederos, diques de colas y escombreras y derrames de químicos peligrosos y/o residuos y concentrados minerales generados por fallas humanas y/o técnicas y eventos naturales.

Sin duda, uno de los casos más paradigmático en Argentina es el de Minera Alumbrera, controlada por la suiza Glencore y las canadienses Yamana Gold y Goldcorp. Para empezar, la explotación del mega-yacimiento poli-metálico catamarqueño ha traído aparejada la

diseminación de arsénico y uranio en el aire y el agua debido a las voladuras. Por otra parte, en la zona directa de influencia de la mina son habituales los drenajes ácidos de roca. La situación se agrava cuando se recuerdan las al menos cuatro roturas del mineraloducto de la empresa —cuya traza, de 316 km de longitud, durante varios años fue superficial, cabalgando sobre el cauce del río Gastona— y los enterramientos clandestinos de la carga derramada, así como las fallas en la pileta de lixiviación, las fugas del dique de colas y el vertido de efluentes cargados con metales pesados (Gómez Lende, 2020a).

Lejos de limitarse a Catamarca, la polución generada por la explotación se extiende además a las provincias de Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba y Santa Fe debido al peculiar circuito de logística de Minera Alumbreira, que incluye una planta de secado del mineral en Ranchillos y el transporte de su producción por ferrocarril hasta el puerto de Rosario para su exportación. Como resultado, los vertidos del dique de colas de la empresa no sólo ha afectado a las localidades catamarqueñas de Andalgalá, Belén, Santa María, Vis-Vis y Hualfin, sino también a los pueblos tucumanos de Alpachiri, Molinos y Concepción y de la ciudad santiagueña de Río Hondo, donde además las fugas provenientes del mineraloducto, la planta de secado y el tren que transporta el concentrado mineral han impactado negativamente sobre la horticultura, la ganadería y la pesca de subsistencia, el turismo y la calidad del agua para riego y consumo humano y animal. A la fecha, se ha comprobado la responsabilidad de la corporación suizo-canadiense en la contaminación de varias cuencas hídricas (Vis Vis, Amanao, Hondo, Dulce, etc.), el propio embalse de Río Hondo y las aguas subterráneas de Concepción y Alpachiri con cianuro de sodio, cobre, plomo, cadmio, molibdeno, sulfatos, aluminio, cromo, mercurio, vanadio, torio, cesio, estroncio, uranio, selenio, zinc, azufre,

titanio, mercurio y arsénico⁷, así como de detergentes no biodegradables, disulfuro de carbono y espumantes (Gómez Lende, 2020a).

Todo lo anterior ha determinado que Minera Alumbraera enfrente sendas denuncias y causas judiciales, donde vecinos de Villa Vil, Vis Vis, Belén y Alpachiri la han acusado de delitos ambientales tales como polución de aguas subterráneas, contaminación fluvial, mortandad de centenares de animales de corral por enfermedades desconocidas, ruina de la producción hortícola y frutícola y destrucción de sembradíos y ganado. La evidencia empírica al respecto es tan abrumadora que la empresa sufrió la condena de su vicepresidente y gerente general en 2008 y la suspensión transitoria de las operaciones en 2017, aunque continuó operando hasta mediados de 2022, fecha en la que la mina fue cerrada debido al agotamiento del recurso.

Pese al cese de actividades, el pasivo ambiental sobre el recurso hídrico continuará agravándose debido al dique de colas del yacimiento, una estructura con una superficie de 600 hectáreas y un volumen acumulado de 4 billones de litros de agua ácida que —contrariamente a lo que aducen la concesionaria del yacimiento y el gobierno catamarqueño— contamina la cuenca Vis Vis-Amanao desde al menos 2002 (Murguía, 2022). Comunidades locales, ex-empleados de los organismos provinciales de contralor y organizaciones ambientalistas denuncian que el dique se encuentra emplazado sobre una falla geológica, con lo cual parte del drenaje ácido continuará escurriendo al subsuelo y contaminando los acuíferos del río Vis Vis y del Salar de Pipanaco, fundamentales para el regadío de los olivares de

⁷ En todos los casos, estos metales pesados superaban ampliamente las concentraciones permitidas por la Ley Nacional de Residuos Peligrosos, destacándose casos como los del cobre (20 veces por encima de los valores autorizados), el plomo (60 veces), el selenio (1.000 veces), el cadmio (5.000 veces), el mercurio (10.000 veces) y el arsénico (20.000 veces).

Pomán y los caudales de los ríos que descienden desde el Macizo del Aconquija. La falta de información pública acerca de los planes de cierre de mina aprobados y el posterior monitoreo ambiental (Murguía, 2022) no contribuye a despejar esas inquietudes.

La polución hídrica generada por Glencore se hace extensiva también a la provincia de Jujuy, donde su mina El Aguilar ha contaminado con metales pesados el cauce de varios ríos de la Quebrada de Humahuaca. Se ha constatado que los niveles de plomo, arsénico, cianuro, zinc, cadmio, aluminio, cobre, boro y cromo registrados en los ríos Grande, Chayanta y Yacoraité y en el arroyo Esperanza rebasan entre 4 y 200 veces los valores máximos legalmente permitidos. La situación adquiere aún más gravedad en el caso de la cercana Escuela de Casa Grande, donde se detectó que el agua “potable” consumida por docentes y alumnos contenía plomo en niveles que excedían 50 veces los valores permitidos (Gómez Lende, 2017).

Otro caso paradigmático es el de Veladero en San Juan, donde los accidentes protagonizados por Barrick Gold tienen en constante alerta a la población de la localidad de Jáchal. En septiembre de 2015, la minera canadiense reportó un derrame de cianuro de sodio cuya magnitud fue inicialmente calculada en torno a los 15.000 litros, pero que con el paso del tiempo fue escalando a 224.000 litros primero y más de un millón de litros después. Debido a la manipulación y ocultamiento de datos, la verdadera cifra nunca se sabrá, aunque de los borradores de una evaluación encargada por la Subsecretaría de Control y Fiscalización Ambiental se desprende que habría rondado los 5 millones de litros. El derrame —que había sido antecedido por otros tres eventos similares pero de menor cuantía acaecidos en 2011 y 2012, así como por las rutinarias filtraciones de escombreras que lentamente drenaban su carga tóxica bajo la superficie afectando

las aguas subterráneas de la región— contaminó las cuencas de los ríos Jáchal, La Palca, Potrerillos, Las Taguas y Blanco (Parrilla, 2016b).

Barrick Gold buscó ocultar los impactos del incidente removiendo material del cauce del río Potrerillos —el cual habría recibido al menos 1.072.600 litros de cianuro de sodio—, diluyendo esta sustancia con lavajes de agua y cal, distorsionando los valores reales de presencia de dicho agente químico en los ríos y presentando mediciones promedio para encubrir los niveles reales de polución con metales pesados (Parrilla, 2016b). Esto no logró impedir que se constatará la contaminación con arsénico, aluminio, manganeso, boro, cloruros, sulfatos, cobre, níquel, mercurio, zinc y plomo⁸, así como la presencia de la bacteria *Escherichiacoli*, lo cual sugiere que la empresa volcaba rutinariamente efluentes cloacales sin tratar a las nacientes de los ríos citados (Fernández Rojas, 2015). El accidente vino echar por tierra las excusas de la minera canadiense, quien hasta entonces refutaba las reiteradas acusaciones de contaminación del recurso hídrico que desde 2008 eran lanzadas por los agricultores de Jáchal debido a la mayor presencia de boro y arsénico en el agua para riego hortícola y frutícola tomada de los ríos Potrerillos y Las Taguas, en las nacientes del río Jáchal.

Si bien Barrick Gold fue penalizada con una multa de de 145.696.000 pesos —esto es, 9,4 millones de dólares— y nueve de sus operarios jerárquicos fueron judicialmente procesados por el incidente, la problemática de la agricultura local continuó agravándose.

⁸ En el río La Palca, muchas de las sustancias citadas rebasaban holgadamente —en algunos casos, hasta en un 1.400%— los niveles permitidos por la legislación vigente en lo que concierne al agua para uso agrícola y consumo animal. Peor aún era la situación de la localidad de Mogna, a 50 km. de San José de Jáchal, donde los niveles de boro, cloruros, sulfatos y arsénico rebasaban los límites para el agua de consumo humano (Fernández Rojas, 2015).

Otrora reconocidos a escala mundial por la calidad de sus cebollas, después del derrame los horticultores de Jáchal comenzaron a sufrir la pérdida o mal estado de sus cosechas, así como la pérdida de su reputación comercial, determinando que muchos prefirieran declarar a la vecina provincia de Mendoza como origen de su producción (Parrilla, 2016a).

El *fracking* tampoco es ajeno a la problemática del agua como sumidero. Tal como ha sido constado en países pioneros en el uso de la fractura hidráulica, como Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, este tipo de explotación puede ocasionar la migración al agua para consumo humano del gas metano presente en los yacimientos, metales pesados (arsénico), elementos radiactivos (gas radón) y compuestos cancerígenos y/o neuro-tóxicos (benceno, formaldehído, hexano y sulfuro de hidrógeno, naftaleno, benzopireno, tolueno, etilbenceno, xileno) liberados por la fragmentación de la roca-madre o derivados del proceso extractivo debido a las fallas en encamisados, cañerías y/o cementaciones, la comunicación de las formaciones con acuíferos de agua dulce y el vertido de fluidos de fractura y aguas residuales (Pérez Roig, 2016; D'Elía y Ochandio, 2014; CHP, 2015). A lo largo de casi una década de explotación, algunos de estos impactos ambientales sobre el agua ya han sido verificados en Vaca Muerta, entre ellos escapes de gas metano y ácido sulfhídrico y la contaminación del agua debido a la pérdida de pastillas radiactivas para la exploración de pozos.

Sin perjuicio de lo anterior, los riesgos más significativos atañen a los efluentes resultantes del proceso extractivo, tales como los recortes de perforación (*cutting*), los lodos de perforación, las mantas oleofílicas, las aguas de retorno (*flowback*) y las aguas de formación. Dentro del conjunto, las aguas de retorno son las que mayores preo-

cupaciones generan debido a la composición de los fluidos utilizados para el *fracking*. Cada perforación en Vaca Muerta requiere, en promedio, 6.000 toneladas de arena y 10.000 litros de aditivos químicos constituidos por entre veinte y treinta sustancias⁹. Se considera que la mayoría de estos aditivos afecta al cerebro, los ojos y órganos sensoriales, el hígado y los sistemas respiratorio, gastro-intestinal, nervioso, cardiovascular y sanguíneo, operando además como disruptores endocrinos, generando trastornos reproductivos y del desarrollo y, en casos puntuales (como el carbonato de potasio), fungiendo como reconocidos agentes cancerígenos (FARN, 2021).

Entre 2010 y 2019, el volumen de desechos generado por esta vía fluctuó entre 4,9 y 9,7 millones de litros de aguas de retorno —cifra equivalente a una fila de camiones-cisterna ocupando una distancia de 3.300 km.—, los cuales son reutilizados para la elaboración de fluidos de fractura, o bien volcados a sumideros o pozos de inyección para su recuperación secundaria, con consecuencias imprevisibles (FARN, 2021). Esto determina que el *flowback* y las aguas de formación puedan migrar a la superficie, contaminar acuíferos y afectar la calidad del agua para consumo humano. Sin duda, los más riesgosos son los pozos sumideros emplazados en la zona de Añelo, donde el *flowback* es confinado para garantizar un “aislamiento preventivo” que, empero, no impediría la ocurrencia de derrames en caso de inundación o movimiento de suelos (Radio3 Cadena en Patagonia, 2021).

⁹ Las más importantes son 1,2,4-trimetilbenceno, ácido acético, alcoholes C10-16, cloruro y persulfato de amonio, etanol alcohol acetilénico, etilen glicol, glutaraldehído, goma guar, solventes aromáticos, metano, metanol, naftaleno, hidrodestilado liviano de petróleo, poliacrilamida, carbonato e hidróxido de potasio, carbonato, hidróxido y persulfato de sodio, cloruro de amonio, tetrametil y tributil fosfato (FARN, 2021).

Por otra parte, los más de 2.000 pozos perforados en la mega-formación han generado alrededor de 400.000 m³ de lodos y 1.000.000 de m³ de recortes que fueron acopiados sin tratamiento hasta que el sistema de almacenamiento —localizado en el parque industrial de Neuquén y la periferia de Añelo— finalmente colapsó, registrándose fugas de tanques. Como resultado, residuos líquidos (aceites y lubricantes, aguas de lavado y formación), semisólidos (lodos de aceites, *cutting*, fondos de tanque, lodos base agua contaminados con aceite, fondos de piletas y baterías, radiactivos, patogénicos, etc.) y sólidos (tierras empetroadas, arena de fractura, mantas oleofílicas) quedaron literalmente a la intemperie (FARN, 2021).

Lo anterior, aunado a la especialización frutícola de Añelo en general y de la localidad de San Patricio del Chañar en particular y la dependencia de dicha actividad respecto del agua para riego, está generando conflictos en la región. La cercanía de los pozos de *fracking* a plantaciones y viñedos y la avanzada protagonizada por petroleras extranjeras (Phoenix Global Resources, Shell, Pan American Energy) y argentinas (Vista Oil, Pluspetrol, Pampa Energía) están acelerando la crisis frutícola al determinar el cierre de los mercados de exportación y el abandono de chacras y cultivos debido a los riesgos de contaminación de napas y aguas superficiales. Aunque la municipalidad de San Patricio del Chañar intentó regular el uso de agua por parte de las petroleras para evitar o minimizar el daño ambiental sobre chacras y viñedos (Calalesina, 2021), los impactos ya se hacen sentir, proliferando denuncias de las comunidades mapuches cercanas a Vaca Muerta, quienes afirman que la explotación no-convencional del mega-yacimiento ha contaminado el agua para consumo humano y animal (Livingstone, 2016; Radio3 Cadena en Patagonia, 2021).

Finalmente, es importante señalar que la minería del litio tampo-

co está exenta de riesgos respecto del uso del agua como sumidero y la consiguiente afectación de la calidad del recurso hídrico, pues los compuestos químicos utilizados para la purificación del mineral pueden migrar al salar, ocasionando la contaminación no sólo de la cuenca, sino también de sus acuíferos de recarga (Flexer, Baspineiro y Galli, 2018; Romeo, 2019).

Conclusiones: las fracturas metabólicas y las contradicciones de la transición energética

El recurso hídrico encarna de manera literal la condición de grifo y sumidero que la teoría de la segunda contradicción del capitalismo le atribuye a la naturaleza apropiada por el capital. Compartiendo como rasgo común su carácter hidro-intensivo e hidro-contaminante, actividades como la mega-minería metalífera, la explotación hidrocarburiífera vía *fracking* y la extracción de litio en salmueras han convertido a las reservas hídricas del Noroeste, Cuyo y la Patagonia en objeto de un cercamiento signado tanto por la expropiación, privatización, extranjerización, control y reducción del grifo como por la metamorfosis del agua en un sumidero de sustancias contaminantes. Independientemente de si se trata del acaparamiento de glaciares, nacientes cordilleranas, ríos, aguas fósiles subterráneas o cuencas salinas, de la contaminación con hidrocarburos aromáticos, agentes químicos o metales pesados, o de si los afectados son productores agrícolas, hortícolas, frutícolas, ganaderos, salitreros o población en general, los tres casos tienen como denominador común el hecho de que la explotación de oro, plata, cobre, plomo, zinc, petróleo, gas natural y litio fractura la relación metabólica que las sociedades locales mantienen

con la naturaleza en general y con el agua en particular.

Siguiendo esa tesis, esas actividades y sus respectivas fracturas metabólicas individuales muestran una sinergia reveladora acerca de las soluciones espacio-temporales que el capital pone en juego para sortear los obstáculos que suponen el agotamiento de los recursos naturales y la saturación de los sumideros. Desplegando una suerte de estrategia permanente de “fuga hacia adelante” que permite posponer o dilatar en el tiempo —sin jamás llegar a resolver— la contradictoria relación entre capitalismo y naturaleza, esto pone de manifiesto los tres vectores de la crisis del Antropoceno propuestos por Ruiz Acosta (2014): agotamiento de fuentes de riqueza no reproducibles; erosión, degradación y contaminación de fuentes de riqueza potencialmente renovables que van perdiendo su capacidad de reproducción normal debido a la abusiva extracción de materias primas y acumulación de desechos tóxicos; y calentamiento global, con sus modificaciones en los patrones climáticos planetarios.

Sin duda, la mega-minería metalífera supone una solución espacio-temporal para la fractura metabólica global que implica el agotamiento de los recursos minerales de alta ley, abogando por la vía de la modificación de los sistemas extractivos —de la explotación subterránea a la extracción a cielo abierto— y la emigración del capital a otras localizaciones geográficas —Argentina en este caso—. Por su parte, el *fracking* despunta como un intento de superar el agotamiento de los recursos fósiles convencionales a escala nacional, apelando en este caso sólo a la reestructuración de los métodos de explotación de las reservas hidrocarburíferas y al financiamiento estatal de dicha reconversión¹⁰, estrategia que se revela tan contradictoria respecto

¹⁰ Se estima que entre 2010 y 2020 el Estado argentino inyectó 138.000 millones de dólares a toda la cadena hidrocarburífera. Dentro de este conjunto de subsidios

de la agenda global de descarbonización de Naciones Unidas¹¹ como fútil para resolver la crisis energética argentina —los pozos realizados por fractura hidráulica poseen rendimientos mucho menores que los convencionales y se agotan más rápidamente (CHP, 2015)—.

Finalmente, la minería del litio emerge en este contexto como una presunta solución espacio-temporal a la ruptura metabólica que a escala global implica la extenuación del “grifo” —el progresivo declive de las reservas hidrocarburíferas del planeta— y la saturación del “sumidero” —el impacto de la combustión fósil sobre el cambio climático—, en un marco donde la paulatina difusión de la electro-movilidad y el notable *boom* de la demanda de baterías recargables a base de litio determinan la colonización por parte del capital de los salares de la Puna argentina como nueva fuente de materias primas. Esto retroalimenta múltiples fracturas metabólicas, incluso aquellas para las que el litio es presentado como una solución. Tanto la explotación del litio como la electro-movilidad requieren del suministro regular de energía producida por usinas termo-eléctricas a base de combustibles fósiles, sobre todo gas natural. De ahí que, lejos de ser consideradas como actividades antagónicas, *fracking* y minería en salmueras se configuren en piezas clave complementarias del mismo modelo

se destacan las subvenciones directas a la oferta doméstica, que inicialmente se dirigieron a incentivar exploración y extracción en reservorios convencionales y luego se reorientaron a operadoras de yacimientos no convencionales bajo la excusa de los costos adicionales que implica la complejidad tecnológica del sistema de *fracking*. Como resultado, desde la aprobación en 2017 del Plan Gas No Convencional, el erario público destinó 1.600 millones de dólares a la explotación de Vaca Muerta, financiando entre el 36% y el 850% de las inversiones de las empresas que operan allí (FARN, 2021).

¹¹ Se estima que los combustibles fósiles aportan el 53% de las emisiones domésticas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (FARN, 2021) y que los hidrocarburos no convencionales emiten a la atmósfera entre 20% y 40% más GEI que el carbón y entre un 50% y 250% más que el petróleo tradicional (CHP, 2015).

extractivista¹².

No menos importante, la transición energética “verde” estimulará el avance no sólo de la explotación de litio e hidrocarburos, sino también de la mega-minería metalífera a cielo abierto. Los vehículos eléctricos requieren 2,5 veces más cobre que los convencionales, con lo cual se espera que para 2035 la demanda mundial de este mineral se duplique. Esto configura un ominoso y sombrío escenario para Argentina, país donde numerosos proyectos proliferan a lo largo de la faja cordillerana andina para la explotación del mineral rojo. Observamos así una lógica circular, donde cada una de las tres actividades extractivas analizadas opera retroalimentando a la otra en el marco de una perversa relación insumo-producto que hace presagiar una escalada en los cercamientos cuantitativos y cualitativos sobre los recursos hídricos regionales, intensificando las fracturas metabólicas que esto supone para las comunidades locales cercanas a salares, yacimientos metalíferos y reservorios no convencionales al aumentar la presión sobre el acceso al agua y, por consiguiente, las penurias de agricultores, ganaderos y poblaciones locales para proveerse del vital elemento.

Bibliografía

ANICEyCEFN (2011). *La cuestión del agua. Algunas consideraciones sobre el estado de situación de los recursos hídricos en Argentina*. Academias Nacionales de Ciencias Económicas y Ciencias Exactas, Físicas y Na-

¹² Eso explica la aparente paradoja que supone que en 2021-2022 el gobierno argentino haya sancionado leyes que prorrogaban y ampliaban los subsidios a la industria petrolera y paralelamente intentara promover proyectos parlamentarios que proponían al año 2041 como fecha límite para la reconversión total a la electro-movilidad del parque automotor doméstico, abandonando totalmente los vehículos a combustión interna.

turales.

- Aranda Álvarez, M. del C. (2019). *Una minería del agua: Análisis espacio-temporal de la región del Salar de Olaroz: Implicancias ambientales, estrategias de sustentabilidad y crecimiento* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional de La Plata]. <https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=tesis&d=Jte1731>.
- Calalesina, A. (2022). *El agua para el fracking pone en alerta a las chacras y viñedos en Vaca Muerta*. <https://argentinambiental.com/notas/ecopress/el-agua-para-el-fracking-pone-en-alerta-a-las-chacras-y-viñedos-en-vaca-muerta/>.
- Cáceres, V. (2017). Presentación. *Revista Agua y Territorio*, 10, 8-10.
- Clark, B. y Foster, J. B. (2012). Imperialismo ecológico y fractura metabólica global. Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos. *Theo-mai*, 26.
- CHP (2015). *Compendium of scientific, medical, and media findings demonstrating risks and harms of fracking (unconventional gas and oil extraction)*. Concerned Health Professionals.
- D'Elía, E. y Ochandio, R. (2014). ¿La estimulación o fractura hidráulica pone en riesgo las fuentes de agua? En P. Bertinat, E. D'Elía, OPS, R. Ochandio, M. Svampa y E. Viale (orgs.). *20 mitos y realidades del fracking* (pp 87-96). Editorial El Colectivo.
- De Massi, V. (2021). *Las petroleras pagan noventa pesos cada mil litros de agua que extraen del río Neuquén*. https://www.eldiarioar.com/sociedad/petroleras-pagan-noventa-pesos-mil-litros-agua-sacan-rio-neuquen_1_8235899.html.
- FARN (2021). *Efectos, impactos y riesgos socioambientales del megaproyecto Vaca Muerta*. Fundación Ambiente y Recursos Naturales.
- Fernández Rojas, J. (2015). *El derrame de la Barrick envenenó el agua de Jáchal*. <http://www.unidiversidad.com.ar/el-derrame-de-la-barrick-mato-el-agua-de-jachal>.
- Flexer, V., Baspineiro, C. y Galli, C. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of the Total Environment*, 639, pp 1.188-1.204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>.
- Gómez Lende, S. (2015). Orden global y acumulación por desposesión. La exportación de 'agua virtual' y la huella hídrica de la minería metalífera en la Argentina (1997-2014). *Revista de Estudios Ambientais*, 17(2), pp 6-28.

- _____ (2017). Mega-minería metalífera y acumulación por desposesión en Argentina. Categorías de análisis y ejemplos empíricos. *REVISE – Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 10, pp 177-199.
- _____ (2020a). ¿Hoy igual que ayer? Minería metalífera y acumulación por desposesión en Argentina: análisis comparado de los casos de La Mejicana (1902-1927) y Bajo La Alumbrera (1998-2019). *Revista Universitaria de Geografía*, 29 (2), pp 11-50.
- _____ (2020b). Mega-minería metalífera, acumulación por desposesión y despojo del agua en la Argentina actual: un caso de imperialismo ecológico y fractura metabólica. *Revista Continentes*, 9(2017), 171-211.
- _____ (2022). De la fractura metabólica a la acumulación por desposesión: minería del litio, imperialismo ecológico y despojo hídrico en el noroeste argentino. *Revista Agua y Territorio*, 20, pp 23-40.
- Gudynas, E. (2014). El desarrollo revisitado desde los debates sobre los extractivismos y sus alternativas. En A. L. Hidalgo Capitán y A. Moreno (eds.). *Perspectivas alternativas del desarrollo* (pp 12-27). Universidad de Huelva.
- Harvey, D. (2004). *El nuevo imperialismo*. Akal.
- IAPyG (2022). *Producción gas convencional y no convencional*. Consultado el 16 de noviembre de 2022. <https://www.iapg.org.ar/estadisticasnew/vs2.html>.
- INDEC (2022). *Exportaciones por complejos exportadores. Años 2018-2021*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema3-2-39>.
- Lewkowicz, J. (2021). *Vaca Muerta: oportunidades y peligros. La apuesta por el desarrollo del shale y los riesgos ambientales*. <https://www.pagina12.com.ar/369407-vaca-muerta-oportunidades-y-peligros>.
- Livingstone, G. (2016). “Los animales beben el agua y dan a luz crías sin pelo”, la lucha en Argentina contra la mayor explotación de fracking de América Latina. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-37276358.amp>.
- López Steinmetz, R. L. (2011). Marco legal de la concesión para uso particular de salmueras de litio y potasio en el territorio de la provincia de Jujuy, Argentina. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 7(2), 63-70.
- López Terán, H. (2021). Minería y cercamientos hídricos en el páramo andino. *Discursos del Sur*, 8, pp 157-171.

- Lucotti, F. (2021). ¿Por qué las petroleras de Vaca Muerta pagan centavos por la escasa agua de la Patagonia? <https://sputniknews.lat/20210828/por-que-las-petroleras-de-vaca-muerta-pagan-centavos-por-la-escasa-agua-de-la-patagonia-1115484975.html>.
- Machado Aráoz, H. (2010). Agua y minería transnacional. Desigualdades hídras e implicaciones biopolíticas. *Proyección*, 9, pp 61-90.
- Moran, R. (2000). *Mining environmental impacts-integrating an economic perspective*. CIPMA.
- (2016). *Veladero mine lixiviant spill, Argentina: Replies to Federal Judge Casanello regarding his questions and related coments*. <https://remwater.org/wp-content/uploads/2016/06/Argentina-Veladero-REM-rept.-Final-Engl.-28April-2016.pdf>.
- Murguía, D. (2022). 20 años de minería en Alumbreira: controversias, aprendizajes y asuntos pendientes de cara a Agua Rica. *Estudios Sociales. Revista Universitaria Semestral*, 62(1).
- Navazo, C. (2021). *Cómo se utiliza el agua en Vaca Muerta en plena sequía*. <https://mase.lmneuquen.com/agua/como-se-utiliza-el-agua-vaca-muerta-plena-sequia-n833739>.
- Obra Colectiva (2016). *La Tentación de Esquisto. Capitalismo, democracia y ambiente en la Argentina no convencional*. Ediciones del Jinete Insomne.
- O'Connor, J. (2001). *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. Siglo XXI Editores.
- Parrilla, J. (2016a). *Acusan a Barrick Gold de arruinar la actividad agrícola en los alrededores de la mina del derrame de cianuro*. <https://www.infobae.com/politica/2016/08/10/acusan-a-barrick-gold-de-arruinar-la-actividad-agricola-en-los-alrededores-de-la-mina-del-derrame-de-cianuro/>.
- (2016b). *Cómo fue el plan de Barrick Gold para ocultar la contaminación por el derrame de cianuro en San Juan*. <https://www.infobae.com/politica/2016/09/13/como-fue-el-plan-de-barrick-gold-para-ocultar-la-contaminacion-por-el-derrame-de-cianuro-en-san-juan/>.
- Pérez Roig, D. (2016). Los dilemas de la política hidrocarburífera en la Argentina posconvertibilidad. En D. Pérez Roig, H. Scandizzo y D. di Risio. (orgs.). *Vaca Muerta. Construcción de una estrategia. Políticas públicas ambiguas, empresas estatales corporatizadas y diversificación productiva a medida* (pp 11-36). OPS-Ediciones del Jinete Insomne.

- Radio 3 Cadena en Patagonia (2022). *Vaca Muerta: Preocupación de productores por el uso del agua para el fracking*. <https://radio3cadenapagonia.com.ar/vaca-muerta-preocupacion-de-productores-por-el-uso-del-agua-para-el-fracking/>.
- Romeo, G. (2019). Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile. En B. Fornillo (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios* (pp 223-260). IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO.
- Ruiz Acosta, M. (2014). La devastación socioambiental del capitalismo en la era del Antropoceno. *Mundo Siglo XXI, revista del CIECAS-IPN*, 32(IX), pp 33-46.
- Slipak, A. (2015). La extracción del litio en la Argentina y el debate sobre la riqueza natural. En B. Fornillo (coord.). *Geopolítica del litio. Industria, ciencia y energía en Argentina* (pp 91-122). Editorial El Colectivo-CLACSO.
- Sticco, M.; Scravaglieri, P.; Damiani, A. (2019). *Estudio de los recursos hídricos y el impacto por explotación minera de litio. Cuenca Salinas Grandes y Laguna Guayatayoc - Provincia de Jujuy*. Fundación Ambiente y Recursos Naturales.
- Terzaghi, V. (2021). *Sequía y Vaca Muerta: cuánta agua usa la industria petrolera*. <https://www.rionegro.com.ar/sequia-y-vaca-muerta-cuanta-agua-usa-la-industria-petrolera-1916733/>.