



Nacif, Federico

El abc del litio sudamericano : apuntes para un análisis socio-técnico



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Nacif, F. (2018). *El abc del litio sudamericano : apuntes para un análisis socio-técnico*. *Revista de ciencias sociales*, 10(34), 49-67. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1735>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Federico Nacif

El abc del litio sudamericano

APUNTES PARA UN ANÁLISIS SOCIO-TÉCNICO

Introducción

Dos grandes sectores del capital industrial, en distintas etapas históricas de la economía mundial, impulsaron la emergencia del litio como un insumo productivo de carácter *estratégico*. En primer lugar, la industria bélica norteamericana durante la Segunda Guerra Mundial. Si bien ya se utilizaba litio en la propulsión de cohetes y en aleaciones especiales, el ingreso de ese metal alcalino al podio de los recursos estratégicos lo dio como insumo crítico en la fabricación de la bomba de hidrógeno o termonuclear. En 1942, el gobierno de los Estados Unidos fundó la Lithium Corporation of America (Lithco, actual FMC) para la producción de litio-7, destinado al desarrollo de la bomba de hidrógeno (Proyecto Manhattan). En 1953, la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos encargó grandes cantidades de hidróxido de litio para la producción de armas termonucleares, y posicionó así a la Lithco y a la Foote Mineral Company (actual Rockwood) como las principales productoras a nivel mundial. Ambas empresas norteamericanas fijaban los precios de la materia prima y, si bien las fuentes predominantes eran entonces los yacimientos mineros de espodumeno y petalita (fundamentalmente de África, Estados Unidos y Canadá, aunque en menor medida también de Argentina, Brasil y España), desde los años 1960 impulsaron investigaciones sobre las grandes masas de salmueras continentales de los Estados Unidos y América del Sur (USGS, 1960; Kunasz, 1976; Lagos, 2012).

En segundo lugar, la industria automotriz transnacional en la actualidad. Tanto la expansión acelerada del capital financiero como el problema del futuro agotamiento del petróleo (visualizado

con la crisis de 1973) impulsaron respectivamente investigaciones en telecomunicaciones y en sistemas de almacenamiento energético. Utilizando litio en la producción de materiales de electrodo, por su fuerte carácter reductor y su bajo peso atómico, posibilitaron el desarrollo de una nueva generación de acumuladores electroquímicos con propiedades mejoradas. Gracias a su elevada densidad de energía, cinco veces superior a la de las baterías de plomo-ácido, la nueva tecnología basada en el litio permitió el *boom* de aplicaciones hasta entonces limitadas por la imposibilidad de almacenar energía de forma ligera y compacta, lo que permitió, además, que la descarga pudiera ser ajustada a diferentes requerimientos de voltaje o intensidad de corriente. Fue así como, durante la década de 1990, la producción de baterías ion-litio para la creciente industria de la electrónica portátil (telefonía, audio, computadoras), incentivó nuevas investigaciones destinadas a optimizar su funcionamiento e incitó a las empresas automotrices a optar por esta tecnología en la carrera por el desarrollo de los futuros vehículos eléctricos (Kesler *et al.*, 2012). En esta nueva etapa, la fuente predominante pasó a estar en los recursos evaporíticos contenidos en las salmueras de los salares, cuya extracción por bombeo permite obtener litio bajo diversas formas químicas, con una mayor escala y costos de producción mucho menores que en la minería convencional. Estas salmueras constituyen el insumo litiado para la producción de baterías eléctricas, pero también de grasas, lubricantes, aluminios, medicamentos y aires acondicionados (Kesler *et al.*, 2012; Aranda, 2015).

Al menos el 80% de los recursos de litio en salmueras del mundo se encuentran en los salares andinos de América del Sur, donde las transnacionales SQM y Albermale-Rockwood radicadas en Chile y la FMC Lithium Corp. radicada en Argentina, concentran desde hace casi 20 años alrededor del 50% de la producción mundial (USGS, 2018). Conocidas en los mercados bursátiles como las “Big3”, conforman un verdadero oligopolio del litio predominantemente norteamericano, aunque afectado por la creciente participación de empresas chinas (Ganfeng y Tianqui),¹ la reciente aparición de nuevos actores vinculados a las grandes automotrices y el avance en Bolivia de un proyecto estatal sobre el Salar de Uyuni, la mayor reserva mundial (Nacif, 2012).

De esta manera, el fuerte impulso dado a la demanda de litio a comienzos del siglo XXI por la naciente industria de vehículos eléctricos, renovó el interés de las grandes corporaciones por los yacimientos sudamericanos aún sin explotar y revivió el viejo dilema del *desarrollo dependiente*: ¿debe la región limitarse una vez más al papel de proveedora de bienes naturales estratégicos para la gran industria transnacional? ¿O, por el contrario, debería impulsar un

¹ Según un reciente informe de la agencia Bloomberg, las empresas chinas Ganfeng y Tianqui, controlan hoy el 17% y el 12% del mercado mundial del litio, cuya concentración se agrava si consideramos que Tianqui comparte la propiedad de la australiana Talison con la norteamericana Albemarle y acaba de adquirir el 32% de las acciones de SQM (ambas empresas dueñas de los proyectos de litio ubicados sobre el Salar de Atacama en Chile).

proceso de industrialización orientado principalmente hacia el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético?

En la necesidad histórica de superar este dilema, y no solo en los altos precios internacionales, debe buscarse el verdadero y novedoso carácter *estratégico* de las enormes reservas sudamericanas de litio, basado en su valor de uso más que en su valor de cambio: la eventual industrialización de estos recursos no solo tendría en los países de la región los impactos socio-económicos de toda industria intensiva en ciencia y tecnología, sino que, además, –y sobre todo– podría destinarse a la emergencia de un nuevo esquema energético ambientalmente sustentable, lo que permite, incluso, resolver la urgente pobreza energética (Aranda, 2015). La forma en que cada país responde a la creciente demanda mundial del litio, así como las actividades científicas y tecnológicas (ACT) asociadas con la obtención y los usos productivos, no solo están determinadas por los diversos grados de desarrollo socio-económico y científico-tecnológico previos, sino también por la particular conformación de los bloques sociales hegemónicos y la relación de fuerzas en que dicho bloque histórico se sustenta.

El presente trabajo busca exponer de manera sintética los avances de una investigación destinada a analizar y comparar las distintas dinámicas socio-técnicas desplegadas en Argentina, Bolivia y Chile en torno a las reservas públicas de litio, desde mediados del siglo pasado hasta la actualidad, a la luz de los esquemas tecno-productivos y de los marcos normativos dominantes en cada etapa histórica y su inserción en la división internacional del trabajo. Con ese fin, se presentará para cada país una breve caracterización del modelo productivo del litio vigente en la actualidad (antecedentes históricos, régimen legal, datos económicos), seguida de un análisis en torno a las principales ACT desplegadas en cada caso.

La Argentina: régimen minero y concesiones provinciales

Originalmente considerados como potenciales fuentes de insumos críticos para la industria y la defensa local en el marco de la Guerra Fría, los yacimientos nacionales de litio-en-salmueras fueron transformados en recursos provinciales sujetos al sistema de libres concesiones legales para la explotación en forma de *enclaves mineros*. El proyecto que hoy explota la FMC sobre el Salar del Hombre Muerto pertenecía originalmente a la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), que, entre los años 1960 y 1970, exploró los salares de la puna interesada por los usos del litio en la fusión nuclear.

Sin embargo, fue la última dictadura militar –casualmente– la que incorporó al litio entre las sustancias concesibles del Código de Minería y en 1982 intentó transferir el proyecto de la estatal DGFM a la norteamericana FMC, que por entonces se llamaba Lithco y afrontaba juicios por contaminación ambiental en Bessemer City. Pero la derrota en la guerra de Malvinas interrumpió el proceso licitatorio y la empresa norteamericana debió esperar hasta la llegada de Menem. En efecto, después de varios intentos fallidos, en febrero de 1991 logró repentinamente obtener el ansiado contrato de explotación, debiendo reconocer a la DGFM y a la provincia de Catamarca una pequeña participación (2,5% para cada una) y la designación de un miembro en el directorio de la flamante Minera del Altiplano SA que se haría cargo del proyecto.

En los años siguientes, las reformas legales e institucionales impulsadas por el Banco Mundial para el sector minero argentino (PASMA), no harían más que consagrar un régimen sectorial diseñado a la medida de las corporaciones mineras que ya se habían radicado en el país. De esa forma, a la Ley de Inversiones Mineras de 1993 (que garantiza enormes beneficios impositivos, 30 años de estabilidad fiscal y regalías limitadas al 3%), se suma la incorporación del artículo 124 a la Constitución Nacional que transfirió los recursos naturales a las provincias y –como si eso no fuera suficiente– un régimen de reintegro adicional para las exportaciones mineras de la Puna (originalmente del 5%, reducido a la mitad en enero de 2002).²

En el caso particular de la FMC, la Reforma del Estado de Menem liquidó la DGFM y cedió a la provincia de Catamarca su participación en Minera del Altiplano SA, que así debía subir al 5%. Pero en 1994, el entonces gobernador Arnoldo Castillo (que había gobernado la provincia durante la dictadura militar) consideró que esa mínima regulación era excesiva y firmó un nuevo contrato con la empresa, en el que la eximía de pagar el canon de agua y reducía la participación provincial al 3%. Así fue como, a fines de 1997, Minera del Altiplano SA logró inaugurar el proyecto de litio sobre el Salar del Hombre Muerto, donde posee una planta de carbonato de litio, más una planta de cloruro de litio ubicada en General Güemes, Salta, con las que suma una producción anual promedio de 16.500 toneladas, que exporta en su totalidad vía puerto chileno, principalmente a sus propias plantas industriales de Estados Unidos y a China. Mientras tanto, el departamento de Antofagasta de las Sierras donde se encuentra el Salar del Hombre Muerto aún permanece aislado (los operarios son trasladados en avión al proyecto que posee su propia pista de aterrizajes), su escasa población de 1500 habitantes carece de los servicios básicos y la Dirección

² El régimen minero vigente desde entonces en la Argentina se completa con exenciones de las importaciones de bienes de capital y una total libertad para la repatriación de utilidades. Desde el punto de vista de la CyT, cabe aclarar, el régimen minero profundiza la dependencia tecnológica y la desarticulación del tejido industrial nacional, en tanto la tecnología y el conocimiento utilizado es importado y no transferido. En síntesis, tecnología encapsulada y economía de enclave (Casalis y Trinelli, 2013; Nacif, 2015a).

de Gestión Ambiental Minera recibió serias denuncias por la contaminación del delta del Río Trapiche (que drena al sur del salar donde se emplazan las instalaciones de la empresa).

A partir de allí, la oferta de todos los yacimientos mineros y evaporíticos provinciales para la atracción de inversiones extranjeras directas fue delineando una política sectorial basada en el régimen legal e institucional diseñado en los años 1990. El régimen de libres concesiones provinciales y amplios beneficios fiscales para las inversiones mineras nunca fue modificado, lo que permitió que en la actualidad los pedimentos mineros y las especulaciones inmobiliarias asociadas se expandieran sobre el 100% de los salares de Catamarca, Salta y Jujuy. En sintonía con las clásicas recomendaciones del Banco Mundial, los pocos proyectos extractivos que se propusieron avanzar más allá de la especulación inmobiliaria lo hacen permitiendo una pequeña participación de empresas provinciales que, lejos de intervenir, regular o fiscalizar la producción, sirven para garantizar la “sustentabilidad” social y política de la inversión a largo plazo (Nacif, 2018). De esta forma, el proyecto Sales de Olaroz (Jujuy), iniciado en 2004 por la empresa local South American Salars y adquirido en 2006 por la junior australiana Orocobre, logró pasar en 2011 a la primera plana con la incorporación de la japonesa Toyota Tsusho y, en 2012, inició la construcción de la planta de carbonato de litio con una capacidad de 16.000 t/año. La empresa provincial JEMSE, creada en 2011, acordó a fines de 2012 la participación de un 8,5% por la que, sin embargo, deberá responder una vez que se obtengan ganancias y se liquiden dividendos. A cambio, la empresa provincial deberá cumplir una doble función de enlace: con las autoridades aduaneras para facilitar la importación de todos los insumos y con el Banco Central para facilitar el ingreso y egreso de divisas (Nacif, 2015a) (cuadro 1).

Argentina: dinámica socio-técnica

A pesar del lugar que ocupa la Argentina entre los principales exportadores mundiales de litio, y a pesar de los avances durante los años 1960 y 1970 en investigaciones sobre yacimientos y usos industriales, recién a partir de 2011 comenzaron a emerger en el país una serie de proyectos, convenios y eventos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) relacionados con la obtención y aplicaciones del litio en las distintas fases de la acumulación electroquímica (compuestos básicos, electrolitos, electrodos, baterías). En cuanto a las tecnologías relacionadas con los procesos extractivos concretos, sin embargo, fueron y son desarrolladas y patentadas íntegramen-

Cuadro 1. Argentina: Principales proyectos de litio en salmueras

Proyecto / Salar	Provincia	Estado	Empresa/s	País/es	Capacidad productiva (t/año)
Fénix/SHM	Catamarca Salta	Explotación (1997)	Minera del Altiplano FMC Co.	Estados Unidos	23.000 Li ₂ CO ₃ 5.500 LiCl
Olaroz	Jujuy	Explotación (2015)	Sales de Jujuy SA Orocobre (66,5%) Toyota Tusho (25%) JEMSE (8,5%)	Australia, Japón, Argentina	18.000 Li ₂ CO ₃ 36.000 KCl
Rincón	Salta	Explotación piloto (2011)	Rincon Lithium Ltd Ady Resources	Australia	1.200 Li ₂ CO ₃
Cauchari-Olaroz	Jujuy	Construcción	Minera Exar SA SQM (50%) LAC (41,5%) JEMSE (8,5%).	Canadá, Japón, Argentina	20.000 Li ₂ CO ₃ 40.000 KCl
Sal de Vida / SHM	Catamarca Salta	Factibilidad	Sal de Vida SA Galaxy (70%) Korea Corp (30%).	Australia, Corea	25.000 Li ₂ CO ₃

Producción efectiva: en 2017, la Argentina exportó un total de 31.000 t de CLE, de las cuales, 18.500 corresponden a FMC Lithium Corp (15.000 de carbonato de litio + 4500 de cloruro de litio) y 11.400 a Orocobre (Secretaría de Minería de la Nación, 2016).

Fuente: Elaboración propia sobre la base de diversas declaraciones empresariales.

te por las empresas privadas, a partir de laboratorios y grupos de trabajo radicados principalmente en sus casas matrices, sin ninguna vinculación con el SNI.³

De esta forma, en ausencia de una estrategia política nacional en relación con el litio, los diversos grupos de investigación buscan desde entonces impulsar sus respectivas estrategias particulares desvinculadas de la producción primaria, a través de distintos niveles gubernamentales. Limitadas por la primacía de la Secretaría de Minería de la Nación (Ministerio de Planificación) y de las autoridades mineras provinciales, estas *estrategias tecnológicas particulares* se vieron finalmente estimuladas por la flamante YTEC creada por YPF y el Conicet en 2013. Inspirada en la tesis de la transferencia tecnológica desde el sector público hacia las empresas lo-

³FMC desarrolló su sistema de adsorción selectiva en Princeton; Orocobre encargó a TBT una planta piloto desarrollada en Israel; y Posco desarrolló la planta piloto para Minera Exar en Corea del Sur.

cales, la nueva compañía tecnológica de YPF-Conicet se propuso funcionar como una unidad de *vinculación tecnológica* financiando determinados proyectos de investigación existentes en el país para asociarlos con el sector privado. En lo que al litio respecta, la nueva compañía se propuso reunir en su departamento de Energías Alternativas a los principales grupos de investigación de Conicet y crear, junto con la Universidad Nacional de Jujuy, un Centro Científico y Tecnológico que promueve la radicación de científicos en la provincia.

Si bien los resultados de dicha política son incipientes (y de incierta sostenibilidad dado el abrupto cambio gubernamental sufrido por el país desde 2016), pueden distinguirse dos *estrategias* diferentes en el interior de los institutos Conicet asociados con las tradicionales universidades nacionales:

- *Grupo productivo de I+D*: Formado por investigadores del Instituto de Investigaciones Físicoquímicas, Teóricas y Aplicadas (INIFTA) de la Universidad Nacional de la Plata, vinculados a especialistas del INFIQC y el FAMAFA de la Universidad Nacional de Córdoba, del Centro Atómico Bariloche de la CNEA y de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Catamarca, busca alternativas de asociación con empresas privadas locales para obtener financiamiento de proyectos I+D en baterías ion-litio destinadas al mercado interno (inicialmente para *notebooks*).
- *Grupo innovativo de CyT*: Formado por investigadores del Instituto de Química y Física de los Materiales, Medioambiente y Energía (INQUIMAE), trabaja desde 2012 en el desarrollo de baterías litio-aire para vehículos eléctricos y en un nuevo método de recuperación electroquímica de litio en salmueras, y promueve la creación de un centro especializado de CTI del litio, que forme y reúna académicos expertos en las distintas líneas de investigación vinculadas con la obtención y purificación de litio en salmueras y sus aplicaciones en acumulación electroquímica para la propulsión de vehículos eléctricos.

A pesar de la falta de articulación que exhiben, ambas redes confluyeron en la política de la provincia de Jujuy, donde a pesar del mencionado cambio político, en 2017 se inauguró en Palpalá el Centro de Desarrollo Tecnológico “Gral. Savio”, integrado por un Instituto de Datación y Arqueometría (InDyA), el Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU, conocido como Instituto del litio) y el Instituto Jujueño de Energías Renovables y Eficiencia Energética (IJERYEE). Sin embar-

⁴ El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012-2015, "Construyendo futuro: hacia una argentina innovadora", elaborado por el Ministerio de CTIP en 2011, establece entre los desafíos del período "generar de forma sostenible ventajas competitivas dinámicas, como vector para la promoción y regulación de nuevos comportamientos e intercambios económicos y sociales favorables al desarrollo científico y social y a la innovación". En ese sentido, se propuso como objetivo impulsar la CTI en función de un "nuevo perfil productivo competitivo centrado en la agregación de valor", y se estableció como estrategia la "expansión y mejoramiento de las actividades de producción en núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE) de alto impacto económico y social y con fuerte énfasis en lo territorial". Entre los 35 NSPE dispuestos en el Plan Nacional, el n.º 26 ubicado dentro del Sector Industrial consiste en el "Desarrollo de baterías (litio): [...] que aprovechen los yacimientos de litio localizados en el noroeste del país" (Mincyt, 2011). Reafirmando los mismos objetivos, el Plan "Argentina Innovadora 2020" (Mincyt, 2012) propone "focalizar sus intervenciones en aquellos tópicos donde la ciencia y la tecnología han abierto nuevas oportunidades, aún no del todo aprovechadas". Esta vez, es en el NSPE n.º 25 ubicado en el Tema

go, como una suerte de reacción periférica al acelerado crecimiento de la demanda mundial, la *red local de CTI en litio* no logra superar la desarticulación y superposición que caracteriza a todo el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Desvinculadas de la fase extractiva, que bajo el actual régimen de libres concesiones mineras provinciales se destina exclusivamente a la exportación en forma de *commodity*, esta *red local* no puede orientarse a *convertir las ventajas naturales en ventajas competitivas*, lo que contradice los objetivos *explícitos* del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt).⁴

Bolivia: empresa estatal y política de industrialización

A mediados de la década de 1970, la Oficina de la Investigación Científica y Técnica de Ultramar de Francia (ORSTOM) y el Departamento de Geociencias de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) determinaron la existencia de la mayor reserva de litio del mundo sobre el Salar de Uyuni. Al igual que en el caso argentino, los datos motivaron una propuesta de inversión por parte de la Lithco de Estados Unidos, que se vio interrumpida por el derrumbe de la dictadura militar del general Banzer en 1978.

Durante los años 1980 y 1990, sin embargo, todos los intentos por concesionar el salar de Uyuni fueron rechazados por intensas movilizaciones sociales –locales, regionales y nacionales– y fuertes cuestionamientos públicos que exigían al Gobierno distintos niveles de regulación e intervención, lo que limitó la estrategia extractivista que, por definición, rechaza el más mínimo nivel de fiscalización pública (Nacif, 2015c).

En enero de 2006, el dirigente campesino y líder del Movimiento al Socialismo (MAS) Evo Morales Ayma asumió el gobierno por mayoría absoluta y comenzó una política de nacionalizaciones como respuesta a los conflictos sociales generados por las privatizaciones. En ese contexto, la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sudoeste Potosino (FRUTCAS) presentó una propuesta de industrialización del Salar de Uyuni a cargo de una empresa cien por cien estatal, consistente en la producción piloto (Fase 1) y, luego, industrial (Fase 2) de carbonato de litio y cloruro de potasio. Sobre la base del Plan Nacional de Desarrollo aprobado en 2006 y la declaración de la reserva fiscal sobre todo el territorio nacional en 2007, la propuesta de la FRUTCAS fue asumida como política de Estado. En mayo de 2008 se comenzó la construcción del proyecto piloto en Llipi Llipi (orilla sur del Salar de Uyuni) y en octubre de 2010 se lanzó la "Estrategia de Industrialización de los

Recursos Evaporíticos de Bolivia”, que incluyó por primera vez una Fase 3, de producción de baterías de ion-litio. En abril de 2017, el gobierno creó Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), una empresa estratégica del estado finalmente independizada de la órbita de la antigua Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) (cuadro 2).

Bolivia: dinámica socio-técnica

En julio de 2009, un año después de inaugurar la construcción de la planta piloto de Li_2CO_3 y KCl en Llipi, se creó el Comité Científico de Investigación para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia. Por un lado, el Comité se propuso formalizar la integración de los científicos bolivianos que desde un comienzo dirigieron las investigaciones para el desarrollo de la planta piloto, dirigidos inicialmente por el físico belga radicado en Potosí, Guillaume Roelants. Por otro lado, se buscaba encauzar la colaboración de los expertos de universidades, institutos de investigación y empresas, interesados en el desarrollo tecnológico en torno al litio, pero siempre bajo las premisas de un intercambio de conocimientos que no cuestione la propiedad pública del proyecto. Sin embargo, la iniciativa productiva del estado boliviano reactivó a su vez la presión de distintos intereses –internos y externos– sobre la dirección del proyecto que, finalmente, terminaron minando las condiciones de existencia del propio Comité.

Por un lado, las demandas regionalistas de diversos sectores potosinos comenzaron a impulsar el surgimiento de proyectos paralelos al de COMIBOL, menos preocupados por la propiedad exclusiva del Estado Plurinacional que por los ingresos departamentales que se pudieran generar. Una de las formas en que se expresan estos reclamos regionalistas consiste en la emergencia de proyectos tecnológicos alternativos, a partir de acuerdos entre universidades regionales y organismos científicos de países expresamente interesados en la provisión de carbonato de litio. Desde marzo de 2008, por ejemplo, la Universidad Autónoma Tomás Frías acordó con la Universidad Técnica Academia de Minas de Freiberg de Alemania el “Programa de Trabajo para el Proyecto Salar de Uyuni UATF-UT de Freiberg” (Nacif, 2012).

En relación con las presiones y demandas externas, el gobierno nacional intentó dar una respuesta política a partir de la firma de *memorandos de entendimiento*. Primero referidos al desarrollo de programas de industrialización y capacidades en ciencia y tecnología, desde 2011 se concentraron en el desarrollo de la cadena industrial vinculada a baterías ion-litio (Fase 3), lo que permitió al

Industrial, donde se menciona –entre otros– el “aprovechamiento de yacimientos de litio para la producción de material de base de alta pureza para fabricar baterías de litio”. Finalmente, se da cuenta por primera vez del PID “Baterías de ion-litio: desarrollo de materiales de electrodo (La Plata, Bs. As.)”, dentro del Mapa de las “Principales Intervenciones en Curso”.

Cuadro 2. Bolivia: proyectos del litio en salmueras

Proyecto/ Salar	Estado	Empresa/s	Inversión inicial (millones)	Capacidad productiva (t/año)
Llipi/Uyuni	Producción piloto (2012)	COMIBOL- GNRE	Fase I: 18,9 Fase II: 485	448 Li ₂ CO ₃ /10.000 KCl 30.000 Li ₂ CO ₃ /z700.000 KCl
Tauca/Coipasa	Exploración	COMIBOL- GNRE	1,6	-

Inversión proyectada total: us\$ 900 millones hasta 2020 (GNRE, 2015).

Fuente: Elaboración propia sobre la base de GNRE-COMIBOL.

gobierno encauzar las presiones y explorar diversas alternativas de *transferencia tecnológica*. En este camino, la dirección del proyecto industrializador decidió independizarse definitivamente de la vieja COMIBOL, transformando la Gerencia de Recursos Evaporíticos en una empresa estatal estratégica denominada Yacimientos de Litio Bolivianos - YLB (28/06/2017).

Este largo proceso de aprendizaje de gestión en la práctica se expresó al interior del parque industrial creado por la ex-GNRE (ahora YLB), instalado en el predio de la vieja planta volatilizadora de estaño La Palca, departamento de Potosí:⁵

- *Modelo Join-Venture 1*: en marzo de 2012, la GNRE firmó un principio de acuerdo con la empresa surcoreana KORES-Posco para determinar el establecimiento de una empresa conjunta de capital mixto para impulsar la producción de materiales catódicos. Sin embargo, el principal motivo de KORES es la posibilidad de acceder a la mayor reserva de litio del mundo, y después de muchas negociaciones sobre costos, patentes y regalías, el acuerdo quedó virtualmente suspendido.
- *Modelo “llave en mano” 1*: en abril de 2012, la GNRE anunció la compra de una planta piloto de baterías recargables a la empresa china LinYi Dake, en US\$ 3 millones. La planta fue instalada por técnicos chinos a principios de 2014, con una capacidad inicial de 1500 amperios horas/día (Echazú, 2015). Las autoridades reconocen que la importancia de dicha compra radicó más en el proceso de aprendizaje que supuso la instalación, capacitación y adaptación de las máquinas que en la eficiencia tecnológica en sí misma.
- *Modelo “llave en mano” 2*: en noviembre de 2015, la GNRE anunció la firma de un contrato con la empresa francesa ECM Green

⁵ La Palca fue construida en la década del setenta por la empresa soviética Machinoexport y logró funcionar por pocos años hasta la crisis del estaño de 1985; constituye para Bolivia un emblema del histórico fracaso de la industria nacional (Nacif, 2012).

Tech para la instalación de una Planta Piloto de Materiales Catódicos, con una inversión cercana a los US\$ 3,8 millones. El objetivo de esta compra fue la desagregación del paquete tecnológico y la formación profesional, como base para iniciar un proceso de desarrollo autónomo.

- *Formación académica orientada*: el “Plan 100 Becas” aprobado en 2014, tiene el objetivo de financiar estudios de maestría y doctorado en las mejores universidades del mundo para estudiantes destacados que, a su regreso, quedarán comprometidos a trabajar en las empresas nacionales estratégicas que eligen las líneas de investigación de cada becario (Nacif, 2018).
- *Vinculación tecnológica nacional*: en noviembre de 2015, la GNRE anunció la obtención de un crédito del Banco Central de Bolivia para la implementación del Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CIDYP). Este evento es el resultado de un incipiente y paulatino proceso de vinculación entre investigadores de distintos institutos para resolver los desafíos técnicos planteados diariamente por las actividades productivas, principalmente de las tradicionales universidades públicas vinculadas a la industria minera, la Universidad Técnica de Oruro (UTO) y la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), en esta última sobre todo los Institutos de Investigaciones de Metalurgia y Materiales (IMETMAT) y de Investigaciones Químicas (IIQ).
- *Modelo Join-Venture 2*: en abril de 2018, la flamante YLB firmó un acuerdo con la empresa alemana ACI Systems para la instalación de una planta industrial de baterías de litio en Bolivia de 8 GWh, luego de un complejo proceso de licitación en el que participaron unas ocho firmas internacionales. Para adjudicarse el contrato, la empresa alemana debió cumplir con cuatro requisitos fundamentales: aceptar que el estado boliviano conserve la mayoría accionaria de la sociedad (51%),⁶ disponer de tecnología de punta, garantizar el mercado futuro de las baterías producidas y procesar también las salmueras residuales que quedan de la planta industrial de carbonato de litio para producir hidróxido de litio.

Ni los importantes avances técnicos, ni las complejas compras “llave en mano”, ni el acuerdo de inversión productiva y transferencia tecnológica (único en la región), podrían haber sido alcanzados por la empresa estatal boliviana YLB, si no hubiera apostado por invertir fondos públicos en este largo proceso de aprendizaje en la práctica. Si bien el país no dispone de un Sistema Nacional de Innovación desarrollado y articulado con las demandas sociales y las necesidades del aparato productivo, el Plan de Industrialización de

⁶ Según la Ley de la Empresa Pública sancionada en Bolivia en diciembre de 2013, las Empresas Mixtas (EM) formadas por asociaciones del sector público con empresas privadas, nacionales o extranjeras, deberán conservar para la contraparte estatal al menos el 51% de las acciones (Ley N° 466, Art. 6).

los Recursos Evaporíticos actúa en los hechos como una suerte de *política implícita* de CTI, tendiente a un incipiente desarrollo científico y tecnológico autónomo, a partir de una inédita vinculación virtuosa con el aparato productivo.

Chile: recurso estratégico y contratos de operación

Chile fue el primer país en establecer acuerdos con la industria química norteamericana para la exploración, investigación y producción de carbonato de litio a partir de salmueras. A mediados de los años setenta, el gobierno militar de Pinochet dio origen a los dos mayores proyectos de litio del mundo, con los que se permitió el ingreso de una empresa norteamericana y se privatizó la empresa pública SQM. Sin embargo, la declaración de “recurso estratégico” en 1979, por su utilidad para la energía nuclear, impidió el avance de las concesiones sobre las demás reservas públicas (DL 2886 de 1979). Paradójicamente, esta barrera nacionalista no haría más que proteger de futuros competidores a las dos explotaciones de litio en salmueras que se inaugurarían en las siguientes décadas para abastecer el mercado mundial.

A mediados de la década de 1980, la Corporación del Fomento de la Producción (CORFO) impulsó un gradual proceso de privatización de todas sus acciones sobre las dos empresas extractivas que poseían derechos sobre sus propias pertenencias y dio forma al modelo productivo y tecnológico vigente en la actualidad: la Sociedad Chilena del Litio (SCL), adquirida totalmente por la socia privada Foote Minerals Comp., luego de inaugurar sobre el Salar de Atacama la primera explotación de litio en salmueras en 1984 (actualmente en manos de Rockwood-Albemarle); y la Sociedad Química y Minera (SQM), gradualmente transferida a manos de la canadiense Potash Corp. y de Julio Ponce Lerou, por entonces yerno de Pinochet, gerente de la CORFO y presidente de la propia SQM privatizada que, de esa forma, logró inaugurar en 1997 la mayor producción de litio del mundo.

En 2012, el intento fallido del gobierno de Piñera para adjudicarlo a la SQM un nuevo “contrato especial de operación” sobre el Salar de Atacama desató en Chile una serie de controversias y denuncias sobre el tradicional *modus operandi* de la empresa (sobornos políticos, incumplimiento del contrato, prácticas antisindicales, contaminación ambiental). En respuesta a la polémica emergente, el nuevo gobierno de Michelle Bachelet creó la Comisión Técnica del Litio y, sobre la base del informe publicado en 2015, presentó

su *Política del litio y gobernanza de los salares*, que ratificó el carácter *estratégico y no concesible* de las reservas nacionales e inauguró un debate de carácter público que aún ocupa un lugar central en la agenda política chilena. En ese contexto, sin embargo, la estrategia de la agencia estatal CORFO revelaría las ambigüedades propias del sistema político: mientras le permite a Albemarle (actual propietaria del proyecto SCL), ampliar aún más su capacidad productiva, denuncia las irregularidades de SQM, pero solo para desplazar a Ponce Lerou y no para cuestionar la legitimidad de la privatización y del contrato de explotación adquiridos. No obstante, la dimensión del conflicto derivó en la renovación de nuevos contratos de explotación con ambas empresas, que, en comparación con el caso argentino, no solo otorga muchos mayores beneficios para el erario público, sino también provee de mayores herramientas para el control y la fiscalización ciudadana⁷ (cuadro 3).

Chile: dinámica socio-técnica

Paralelamente al desarrollo de los primeros proyectos de litio en salmueras, desde fines de los años 1960, fue emergiendo en Chile una pequeña red de expertos en litio, integrada por una veintena de geólogos e ingenieros civiles, químicos y en minas. Formados mayormente en la Universidad Técnica del Estado y en la Universidad de Chile, estos expertos chilenos se incorporaron inicialmente en el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) y en la Corporación del Fomento de la Producción (CORFO) y vincularon sus actividades a las de los ingenieros y geólogos de las dos litíferas norteamericanas pioneras en Chile, Foote Minerals y Amax (Lagos, 2012). De esta forma, se consolidó en Chile una suerte de *red nacional de expertos en litio* que perdura hasta el presente, fuertemente vinculada a las grandes operaciones en marcha tanto en Chile como en la Argentina y parcialmente integrada a las redes académicas internacionales. Para mediados de los años 1980, esta red logró organizar el Primer Simposio Chileno sobre el Litio en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Santiago, que reunió allí a los principales expertos del mundo.

Si bien, durante la década de 1990, la influencia de la red en el sector académico no creció de manera significativa (fundamentalmente en los proyectos de investigación de ciencia básica financiados por el CONICYT), la Comisión Chilena de Energía Nuclear organizó el Segundo Simposio Chileno del Litio (1994) y la SQM creó su propio Centro de I+D para desarrollar tecnologías sobre

⁷ Los nuevos contratos de arriendo firmados por CORFO con Rockwood-Albemarle (febrero de 2016) y SQM (enero de 2018) para ampliar y extender sus respectivas capacidades productivas, garantiza al estado tasas progresivas sobre ventas totales que varían entre el 20% y el 40% según los precios y la accesibilidad a las pertenencias para la realización de auditorías periódicas, además de ceder a las comunidades un 3% de los ingresos por ventas.

Cuadro 3. Chile: Proyectos de litio en salmueras

Plantas	Estado	Empresa/s	Países	Capacidad productiva (toneladas por año)
Atacama y Antofagasta	Explotación (1997)	SQM	Chile Canadá	48.000 t Li_2CO_3 6000 t $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 2.000.000 t Sales de K
Atacama y Antofagasta	Explotación (1984)	SCL-Rockwood Albermale	Estados Unidos	25.000 t Li_2CO_3 20.000 t Li_2CO_3 grado bat. 5500 t LiCl 135.000 t Sales de K

Producción (2016): Chile produjo en total unas 78.000 t, de las cuales SQM produjo 43.700 t de carbonato de litio y 5576 t de hidróxido de litio, mientras que Albemarle produjo 27.000 t de carbonato de litio y 1700 t de cloruro de litio (Sernageomin, 2017).

Fuente: Elaboración propia sobre la base de SQM, Rockwood y Sernageomin.

procesos del litio (Lagos, 2012). Con el aumento de la demanda y de los precios a comienzos del siglo XXI y, sobre todo, en paralelo a la emergencia del nuevo debate público sobre la nueva política del litio en curso, se fue perfilando en los últimos años una doble dinámica socio-técnica relacionada con el sector litífero, que se expresa en dos tipos de ACT:

- *Vinculación productiva*: asociadas a las actividades de la tradicional red de expertos, se desarrollan fundamentalmente en el interior de las empresas operadoras y en pequeños grupos de investigación dedicados fundamentalmente a la optimización de procesos de extracción y operación, radicados en las tradicionales universidades de Santiago, como la Universidad de Chile y la Universidad Católica. Si bien, en 2011, la Universidad de Antofagasta creó el Centro de Investigación Avanzada del Litio y Minerales Industriales (CELMIN) con el objetivo de captar fondos de I+D de las empresas productoras de litio, recién en 2015 lograron firmar convenios con Rockwood-Albermale (para desarrollar, por ejemplo, la producción de nitrato de litio).
- *Vinculación en proyectos de CTI*: más o menos integradas a las redes globales de CTI, estas actividades también se desarrollan principalmente en las universidades tradicionales y si bien tienen vínculos con los departamentos de I+D de las empresas productoras de litio, sus temáticas no están asociadas a la cadena productiva litífera nacional que generalmente justifica la

financiación. En 2010 la Universidad de Chile creó el Centro de Innovación del Litio (CIL) con el objetivo de “contribuir al desarrollo nacional de la industria del litio” financiando líneas de investigación sobre el uso del litio en baterías de avanzada que, sin embargo, no se prevé fabricar en el país. No obstante, desde 2014 desarrollaron la primera batería eléctrica chilena llamada “Elibatt 4.0”, en conjunto con profesionales de las empresas Cero Motors, Conversiones San José Ltda., Possumus y Tinet SA.

Si bien los nuevos contratos firmados por la agencia estatal CORFO con las grandes transnacionales del litio (Albemarle y SQM) mejoran la recaudación pública y los aportes a las comunidades, lejos de revertir el modelo de enclave propio de las corporaciones globales extractivas primario-exportadoras, garantizan su continuidad y favorecen la tendencia a la concentración de la oferta mundial.⁸ No obstante, la mayor capacidad de fiscalización pública (técnica, económica, ambiental), así como una serie de nuevas obligaciones tendientes a fomentar avances domésticos en la cadena de valor (venta de litio en el mercado local a bajo precio y aportes financieros para I+D en almacenamiento energético), lejos de clausurar el debate político sobre el destino de las reservas públicas de litio obliga a extenderlo y profundizarlo, evaluando resultados y coordinando a nivel regional las distintas estrategias en defensa de la soberanía.

Reflexiones finales

Existen en la Argentina, Bolivia y Chile especialistas que buscan relativizar la importancia que podrían tener las reservas públicas de litio en salmueras a la hora de impulsar en la región un programa de desarrollo productivo intensivo en ciencia y tecnología al servicio de las propias necesidades sociales. Bien negando el carácter estratégico industrial y energético de las reservas, a las que consideran como una fuente más de *commodities mineros*; o bien desplazando la mirada hacia los proyectos de I+D en baterías de litio totalmente desvinculados de la producción primaria. En el primer caso, se supedita el desarrollo tecnológico nacional a los tiempos impuestos por el mercado mundial. En el segundo, se pretende promover la *innovación tecnológica* sin recuperar la soberanía sobre los recursos naturales. En ambos casos, se confunde el carácter *estratégico* de las reservas con el precio del *commodity*, y se olvida, a su vez, la clásica distinción entre *valor de uso* y *valor de cambio* (Nacif, 2015c).

⁸ El nuevo acuerdo otorgado por CORFO significó para la SQM el fin de un conflicto judicial que llevaba más de 4 años, lo que le permitió concretar la venta del 32% de sus acciones a la empresa china Tianqi (la que, a su vez, comparte con Albemarle la propiedad de la minera australiana Talison).

Los salares del altiplano sudamericano no solo contienen el 65% de los recursos mundiales de litio, sino que, además, representan el 80% de los recursos de litio en salmueras, que permiten obtener carbonato de litio con el grado de pureza que requieren las baterías eléctricas, con los costos productivos más bajos del mundo (calculados entre los US\$ 2000 y US\$ 3000/t, con precios internacionales que pasaron de los US\$ 6000/t en 2015 hasta alcanzar los US\$ 20.000/t) (USGS, 2018). Esta distancia “extraordinaria” entre precios de venta y bajos costos de producción no se replica en el mercado de las baterías y difícilmente podría replicarse si estas baterías fueran ensambladas en Sudamérica. Esto no significa que no pueda ser rentable,⁹ sino solo que la rápida expansión global del mercado de baterías tiende a presionar sobre los precios, lo que reduce los márgenes de ganancia hacia las tasas medias.

Por el contrario, la mayor posibilidad de obtener ganancias extraordinarias radica fundamentalmente en las dos puntas extremas de la *cadena industrial del litio*: por un lado, en la innovación tecnológica de los vehículos eléctricos de alta gama, cuyo desarrollo industrial tiende hacia modelos de fuerte integración vertical, incluida la producción de las baterías eléctricas e, incluso, del propio carbonato de litio; y, por otro, en los bajos costos de producción que ofrecen ciertos yacimientos de litio en relación con otros. A diferencia de lo que ocurre con la innovación tecnológica, las ganancias extraordinarias obtenidas por el acceso a un recurso natural especialmente productivo dan origen a la llamada *renta del suelo*, que corresponde lógicamente al propietario original del recurso y que, en este caso, pertenece íntegramente a los estados sudamericanos. El control soberano sobre los recursos evaporíticos de alta calidad, por lo tanto, no solo es la condición para que dichos estados puedan apropiarse de la renta pública, sino también para poder diseñar una política de innovación tecnológica eficiente en torno al desarrollo de sectores económicos domésticos potencialmente litio-intensivos (v. g., transporte masivo y energías renovables) (Aranda, 2015; Mercado y Córdova, 2015).

Las grandes reservas públicas de litio de Argentina, Bolivia y Chile justifican en la actualidad la emergencia de una serie de ACT relacionadas con los usos industriales en la acumulación electroquímica de energía. Sin embargo, estas responden menos a las necesidades tecnológicas planteadas por la producción que al crecimiento de esas líneas temáticas de I+D registrado en las redes académicas globales desde fines del siglo pasado (Mercado y Córdova, 2015). Y si bien la producción primaria de litio también supone el despliegue de actividades de investigación aplicada (fundamentalmente en

⁹ De hecho, los insumos litados participan de un modo sustancial en la estructura de costo de las celdas de ion-litio (ver Aranda, 2012).

geología, ingeniería química y meteorología), cada país muestra una dinámica diferente asociada a las respectivas estrategias de aprendizaje tecnológico adoptadas.

- En la Argentina, mientras las ACT asociadas a las técnicas de extracción primaria se desarrollan exclusivamente en el interior de las propias empresas concesionarias, al margen de los SNI y de cualquier tipo de fiscalización pública, a comienzos de la década de 2010 emerge una suerte de *red académica del litio* no relacionada con la cadena productiva, que busca participar de las redes globales de CTI sobre obtención y usos del litio en la industria de baterías.
- En Bolivia, a pesar de ser el país de menor desarrollo científico y tecnológico, el proyecto estatal demanda desde su inicio la gestación de una *masa crítica de expertos* formada en la práctica (*learning by doing*) que pueda responder a un horizonte de desafíos mucho más amplio, que incluya tanto las demandas sociales y ambientales de la sociedad, como las aspiraciones de un verdadero desarrollo tecnológico autónomo en torno a la producción de baterías eléctricas.
- En Chile, finalmente, si bien los proyectos en I+D sobre baterías de litio están desvinculados de la cadena productiva como en el caso argentino, el origen público de los dos grandes proyectos en producción supuso la gestación de una intensa red académica vinculada a las técnicas extractivas que, en la actualidad, cumple la función social de *masa crítica de expertos* que profundiza los debates públicos en torno a la nueva política del litio impulsados por la sociedad civil.

Si bien el incipiente desarrollo regional de ACT en torno a los usos del litio no fue ajeno al proceso de creciente integración subordinada a las megarredes globales de I+D, los regímenes de propiedad sobre las grandes reservas públicas (que generalmente justifican los financiamientos) condiciona el tipo particular de relación entre ciencia, tecnología y producción dado en cada país. El análisis socio-técnico centrado en la producción de aquellos valores de uso que, como el litio, se constituyen en casos testigos de la inserción al mercado mundial, requiere de una perspectiva teórica capaz de superar el proceso de fragmentación que sufren las ciencias sociales –abordando la doble determinación natural y social común a los productos del trabajo humano, e integrando la dimensión histórica con el objetivo de explicar la realidad existente–, pero también de descubrir las potencialidades de cambio allí contenidas (Feenberg, 2012). La

recuperación y defensa de la soberanía nacional, por lo tanto, resulta indispensable a la hora de impulsar un verdadero proceso de desarrollo tecnológico autónomo.

[Recibido el 4 de junio]

[Evaluado el 19 de junio]

Referencias bibliográficas

- Aranda I. (2015), "Litio en América Latina: alternativa productiva para la soberanía energética", en Nacif, F. y M. Lacabana (coord.), *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC, pp. 107-170.
- Casalis, A. y A. Trinelli (2013), "El desarrollo territorial en la Argentina. Oportunidades y desafíos de la explotación de los recursos mineros (2002-2012)", *Revista Estado y Políticas Públicas*, N° 1, Buenos Aires, FLACSO, pp. 97-114.
- Echazú, L. A. (2015), "Un proyecto 100% estatal: industrializando litio y potasio con dignidad y soberanía", en Nacif, F. y M. Lacabana (coord.), *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC, pp. 303-339.
- Feenberg, A. (2012), *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- Kesler, S. et al. (2012), "Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposit", *Ore Geology Reviews*, N° 48.
- Kunasz, I. (1976), "Lithium resources – prospects for the future", en Vine, J. (ed.), *Lithium Resources and Requirements by the Year 2000*, Washington, Geological Survey Professional Paper 1005, pp. 26-29.
- Lagos, G. (2012), *El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012*, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Mercado, A. y K. Córdova (2015), "Transformaciones disruptivas de los sistemas tecnológicos de baterías e impulsión automotriz: desafíos tecnoproductivos para Suramérica", en Nacif, F. y M. Lacabana (coord.), *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC, pp. 73-106.
- Nacif, F. (2012), "Bolivia y el Plan de Industrialización del Litio 100% Estatal: desarrollo autónomo y soberanía energética", *La Migraña*, año 1, N° 3, vicepresidencia del Estado Plurinacional de Bolivia, diciembre, pp. 88-104.
- (2015a), "Litio en Argentina: de insumo productivo a commodity minero", en Nacif, F. y M. Lacabana (coords.), *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC, pp. 219-284.

- (2015b), “Un estado a la medida del extractivismo. Las políticas de la ‘Minería Sustentable’ impulsadas en América Latina desde los años 1990”, *Integra Educativa*, vol. VIII, N° 3, diciembre.
- (2015c), “Producción de litio en Argentina: sobre la ley y el debate”, *Realidad Económica*, N° 295, “Recursos naturales: el litio en debate”, Buenos Aires, IADE.
- USGS (2018), “Lithium”, *Mineral Commodity Summaries*, Washington, United States Government Printing Office, pp. 98-99.
- (1960), “Lithium”, *Minerals yearbook metals and minerals (except fuels) 1960*, Washington, United States Government Printing Office, pp. 731-736.
-

Autor

Federico Nacif es licenciado en Sociología por la Universidad de Buenos Aires, becario doctoral de Conicet en Temas Estratégicos con el proyecto “El litio en América del Sur: Argentina, Bolivia y Chile, entre la reprimarización y la industrialización de sus recursos naturales”. Es investigador del Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe (IEALC) de la UBA, integrante del Programa Socio Ambiental de la Universidad Nacional de Quilmes (PIIDISA) y profesor adjunto interino de Introducción a las Ciencias Sociales en la Universidad Metropolitana por la Educación y el Trabajo (UMET).

Publicaciones recientes:

- (en prensa), “Litio en América del Sur: enclave minero o alternativa post-extractivista”, en Ramírez, M. y S. Schmalz (edit.), *Extractivismo en Sudamérica después del auge de las materias primas*, Buenos Aires, Editorial Biblos, 2018.
- (2015), “Un estado a la medida del extractivismo. Las políticas de la ‘Minería Sustentable’ impulsadas en América Latina desde los años 1990”, *Integra Educativa*, vol. VIII, N° 3, La Paz, diciembre.
- (2015), “Litio en Argentina: de insumo productivo a commodity minero”, en Nacif, F. y M. Lacabana (coords.), *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC, pp. 219-291.
-

Cómo citar este artículo

Nacif, F., “El ABC del litio sudamericano. Apuntes para un análisis socio-técnico”, *Revista de Ciencias Sociales, segunda época*, año 10, N° 34, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, primavera de 2018, pp. 49-67, edición digital, <<http://www.unq.edu.ar/catalogo/474-revista-de-ciencias-sociales-n-34.php>>.

