

La prehistoria del litio en Argentina

The prehistory of lithium in Argentina

ARTÍCULO

Federico Nacif

Universidad Metropolitana para la Educación y el Trabajo (UMET), Argentina. Contacto:
federico.nacif@gmail.com

Recibido: marzo de 2020

Aceptado: abril de 2020

Resumen

Los salares localizados en la puna argentina (Catamarca, Salta y Jujuy) contienen en sus salmueras la tercera reserva mundial de litio, un metal alcalino de elevado potencial electroquímico y muy baja densidad, utilizado para el desarrollo de la nueva generación de acumuladores electroquímicos que demanda la electrónica portátil y la naciente industria de vehículos eléctricos en pleno despegue. El desarrollo de proyectos extractivos desde hace más de dos décadas llevaron al país a ubicarse en la actualidad entre los principales exportadores mundiales de litio.

El presente artículo se propone abordar los antecedentes históricos de aquel desarrollo, que abarca el período conocido como de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), desde la década de 1930 hasta la irrupción de la última dictadura militar autodenominada Proceso de Reorganización Nacional 1976-1983.

Palabras clave: litio; minería; desarrollo; recurso estratégico.

Abstract

The salt flats located in the Argentine puna (Catamarca, Salta and Jujuy) contain in their brines the third world reserve of lithium, an alkali metal with high electrochemical potential and very low density, which is used for the development of the new generation of electrochemical accumulators that it demands portable electronics and the nascent electric vehicle industry. The development of extractive projects for more than two decades has led the country to position itself today among the world's leading lithium exporters.

This article aims to address the historical background of that development, which spans the period known as Import Substitution Industrialization (ISI), from the 1930s until the outbreak of the last military dictatorship, self-proclaimed National Reorganization Process 1976-1983.

Keywords: lithium; mining; development; strategic resource.

Introducción

Los salares andinos de América del Sur concentran cerca del 50% de los recursos mundiales de litio, un metal alcalino de elevado potencial electroquímico y muy baja densidad, utilizado en la producción de una nueva generación de baterías recargables, demandadas tanto por la electrónica portátil como por la naciente industria de vehículos eléctricos y de energías renovables, en plena etapa de despegue tecnológico. Sin embargo, la importancia de estos yacimientos no sólo radica en la cantidad, sino también en su *calidad*. A diferencia de las fuentes asociadas con la minería tradicional (pegmatita, espodumeno), las salmueras continentales ricas en litio permiten producir carbonato de litio (Li_2CO_3) con el grado de pureza que demanda la industria de baterías eléctricas (99,5%), bajo costos productivos y ambientales mucho menores que los asociados a la minería. Cerca del 80% de los recursos mundiales de litio en salmueras se encuentra debajo de los salares de Argentina, Bolivia y Chile (USGS, 2018, Cochilco, 2018).

Es por eso que en América del Sur, hace ya dos décadas que las transnacionales SQM y Albemarle radicadas en Chile y la FMC Corp. actual Livent radicada en Argentina, concentran alrededor del 50% de la producción mundial de litio (USGS, 2018). Conocidas en los mercados bursátiles como las “Big3”, conforman un verdadero oligopolio 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 -hasta noviembre de 2019- el avance en Bolivia de un novedoso proyecto de industrialización sobre el Salar de Uyuni (Nacif, 2012).

En cuanto a los yacimientos evaporíticos localizados bajo los salares de la Puna argentina (Catamarca, Salta y Jujuy), constituyen hoy la tercera reserva mundial de litio y fueron determinados durante los años 1960 por profesionales del Departamento de Geología de la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), por entonces interesados en las potenciales aplicaciones tecnológicas del litio en el campo de la fusión nuclear para usos pacíficos. Dos décadas después, sin embargo, el yacimiento de mayor relevancia, ubicado bajo el Salar del Hombre Muerto, provincia de Catamarca, fue cedido a la empresa norteamericana FMC Lithium Corp., que en 1993 comenzó la construcción del proyecto Fénix y en 1998 inauguró la fase productiva, posicionando desde entonces a la Argentina como la segunda exportadora mundial de litio en salmueras (USGS, 2017).

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).

Desde mediados de los años 2000, con el nuevo impulso dado a la demanda mundial de litio por los avances registrados en la electromovilidad, el noroeste argentino pasó a ser la región productora de litio más dinámica del mundo, cubriendo de concesiones mineras todas sus cuencas salíferas y llegando a inaugurar en 2015 el segundo proyecto extractivo del país, sobre el Salar de Olaroz, provincia de Jujuy, a cargo de la australiana Orocobre y la japonesa Toyota Tsusho.

Las particularidades de cada etapa del mercado mundial tuvieron y tienen consecuencias directas sobre la forma en que la Argentina diseña y proyecta su propia política tecnológica, explícita e implícita, relativa a las importantes reservas públicas de litio. No obstante, la dinámica socio-técnica resultante, sus rasgos principales y sus potencialidades, así como sus límites y contradicciones, no pueden deducirse mecánicamente del modo en que el país se inserta en la división internacional del trabajo. Es por ello que, el análisis socio-técnico sobre un sector determinado de la economía nacional, no debe limitarse al momento estrictamente *productivo*, sino que debe abarcar todo el proceso de *metamorfosis del capital*, incluyendo las fases de la *circulación* con las que el capital adquiere primero los medios de producción y la fuerza de trabajo (D - M) y *realiza* al final del proceso el *plusvalor* producido (M' - D') (Osorio, 2014; Sandoval, 2015). En lo que al sector primario respecta, cabe advertir que la transformación inicial D-M correspondiente a la apropiación de los bienes naturales, presupone además la previa “separación entre trabajo y propiedad” (Marx, 1971: 115) y la disposición en forma de *recursos naturales* efectivamente explotables, involucrando también allí diversos procesos socio-técnicos de construcción de dispositivos, tanto jurídicos como tecnológicos. Según Feenberg, el poder de la *teoría crítica* para cuestionar la ilusión de neutralidad sostenida por la racionalidad dominante radica, justamente, en la capacidad de “recuperar los contextos olvidados y desarrollar una comprensión históricamente concreta de la tecnología” (2012: 135).

Derivado de un capítulo de la tesis de maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad (Nacif, 2019), el presente artículo se propone abordar la etapa considerada como la “prehistoria del litio”, que abarca el período conocido como de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), que va desde la década de 1930 hasta la irrupción de la última dictadura militar autodenominada Proceso de Reorganización Nacional 1976-1983.

Emergencia del litio como recurso bélico

El despegue inicial de la producción industrial de litio, registrado a comienzos del siglo XX en Estados Unidos y Alemania, no se produjo a partir de la extracción de salmueras continentales sino de diversos minerales pegmatíticos (petalita, lepidolita, espodumeno, amblygonita), provenientes mayormente de yacimientos localizados en

Estados Unidos, Canadá y el sur de África, aunque también, en menor proporción, de Argentina, España, Portugal y Brasil². Como toda producción minera, su dinamismo tecnológico estuvo, desde un principio, estrechamente ligado al desarrollo de la creciente industria bélica.³

Descubierto en Suecia en 1817, aislado en Alemania en 1855,⁴ los primeros usos industriales del litio se dieron en la producción de vidrios y cerámicas, aunque sin despertar demasiado interés científico-técnico ni justificar mayores esfuerzos extractivos hasta entrada la primera Guerra Mundial, cuando la industria bélica alemana comenzó a emplearlo en la fabricación de aleaciones con plomo y, posteriormente en la década de 1920, en las nuevas aleaciones aluminio-litio utilizadas por la industria aérea. Para la década de 1930, mientras se comenzaban a estudiar las múltiples aplicaciones del litio y a desarrollarse su química organometálica, tres empresas fundadas a fines del siglo XIX abastecían la totalidad del incipiente mercado: la gran corporación minera y química alemana Metallgesellschaft y dos compañías norteamericanas, Maywood Chemical y Foote Mineral Company (Comer, 1978). Para 1939, la inauguración de nuevas operaciones pegmatíticas en Dakota del Sur y de la primer producción de litio a partir de salmuera en Searles Lake, California (como subproducto de la producción de carbonato de sodio, a cargo de la American Potash & Chemical Corp.), llevaría la producción norteamericana a unas 2.000 toneladas (USGS, 1940). Y si bien con la segunda Guerra Mundial, la incorporación de la ciencia a la industria bélica ampliaría los usos del litio hacia la propulsión de cohetes y la absorción de dióxido de carbono en los submarinos, sería la carrera por el desarrollo de la bomba atómica la que le adjudicaría definitivamente el carácter de recurso “estratégico”, incrementando drásticamente los volúmenes de producción y determinando –como veremos- la particular forma en que la Argentina desarrollaría sus propios yacimientos evaporíticos localizados bajo los salares de la puna andina.

A lo largo de la década de 1930, una serie de descubrimientos científicos en el campo de la física habían determinado la existencia de reacciones producidas en los núcleos atómicos, capaces de liberar enormes cantidades de energía. Con el comienzo de la segunda Guerra Mundial (septiembre de 1939), la verificación empírica de los dos tipos

² Los datos históricos sobre producción de litio provienen de los informes anuales producidos por el servicio geológico de Estados Unidos (USGS, en inglés), incluidos en las series “Minerals Yearbook” desde 1932 y “Mineral Commodity Summaries” desde 1997 (ambas pueden encontrarse en <https://minerals.usgs.gov>). En cuanto a los yacimientos africanos de litio explotados a comienzos del siglo XX, se situaban en Rhodesia (actual Zimbabue, colonia inglesa hasta 1980), en Mozambique (colonia portuguesa hasta 1975) y en África del Sudoeste (actual Namibia, colonia alemana hasta 1917, ocupada por Sudáfrica hasta 1989).

³ “Guerra, mecanización, minería y finanzas se hacían el juego” (Mumford, 1992: 56).

⁴ El litio fue descubierto en 1817 por el geólogo sueco Arfwedson, en los laboratorios de Berzelius en Estocolmo, a partir del análisis de la petalita. En 1855 el químico alemán Bunsen logró aislar el nuevo metal en la Universidad de Heidelberg (Baran, 2017).

de reacciones nucleares observadas, fisión y fusión nuclear⁵, daría inicio a los mayores programas gubernamentales de investigación científica y desarrollo tecnológico conocidos hasta el momento (Bell, 1994; Bernal, 1991). La fisión nuclear, por un lado, no sólo permitiría el desarrollo de las dos bombas atómicas arrojadas por Estados Unidos sobre las ciudades japonesas Hiroshima y Nagasaki, meses después de la rendición alemana en julio de 1945, sino también la construcción de los únicos reactores nucleares capaces de producir energía eléctrica hasta nuestros días. La fusión nuclear, por su parte, sería el fundamento de las más poderosas bombas atómicas desarrolladas y probadas por Estados Unidos y la Unión Soviética durante la guerra fría, pero su utilización en reactores nucleares de manera controlada se encuentra aún en etapa experimental, protagonizando en la actualidad los más ambiciosos programas de cooperación internacional en I+D (Schoijet, 2005). Las tecnologías de fusión nuclear, tanto para uso bélico como pacífico, requieren de litio (en sus isótopos 6 y 7) para producir el combustible nuclear a base de hidrógeno en forma de tritio (^3H) (Corti, 2017).

Con el ingreso de Estados Unidos a la segunda guerra mundial, en diciembre de 1941, el programa secreto impulsado por el gobierno de Roosevelt para el desarrollo de la bomba atómica, conocido como Proyecto Manhattan⁶, sufrió una renovada presión para acelerar la obtención de resultados, llevando a los responsables a optar por la tecnología de fisión nuclear, acaso de menor poder destructivo que la de fusión, pero de menor complejidad técnica (Boyer, 1985; Thorpe y Shapin, 2000). Sin embargo, la línea de la fusión conocida como “bomba termonuclear” o “bomba-H”, en la que el litio estaba llamado a cumplir un papel decisivo, no quedaría del todo descartada sino sólo suspendida. Prueba de ello, son las dos medidas relativas al litio impulsadas por el gobierno norteamericano en el año 1942: por un lado, la declaración del litio como “mineral estratégico y crítico” (USGS, 1945); por otro, la fundación de la Lithium Corporation of America (Lithco, actual FMC), para la producción de isótopos de litio destinados al Proyecto Manhattan. La relevancia de ambas medidas, quedaría ratificada una década más tarde, durante la llamada Guerra Fría.

⁵ “La fisión nuclear es la separación de un núcleo pesado en núcleos más pequeños, mientras que la fusión nuclear es la combinación de núcleos ligeros para crear uno más grande y pesado.” (www.foronuclear.org). A comienzos de 1939, mientras el físico alemán Otto Hahn descubría la fisión nuclear, el físico alemán-estadounidense Hans Bethe verificaba en el sol la fusión de núcleos de elementos livianos. Ambos científicos participarían luego en los programas de desarrollo nuclear de Alemania y Estados Unidos respectivamente (aunque Otto Hahn trabajaría sólo en los objetivos civiles) (López Aguilera, *et. al*, 1999; Schoijet, 2005).

⁶ Oficialmente, “Manhattan Engineer District” (López Aguilera, *et. al*, 1999). Según Albornoz, “la política científica, en la forma en la que actualmente se la conoce, hizo su aparición pública hacia finales de la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de los avances del conocimiento científico y tecnológico, la emergencia de la “big science” y el protagonismo creciente de los gobiernos en el financiamiento y orientación de las actividades de investigación en las sociedades avanzadas. En este sentido, la política científica es un hecho cuyo momento emblemático fue el Proyecto Manhattan, en el que se desarrolló la bomba atómica.” (2007: 51).

Finalizada la guerra, animado por la gran capacidad de desarrollo tecnológico alcanzada gracias a una inédita concentración de recursos (Hobsbawm, 1998), el gobierno de Estados Unidos crea la Comisión de Energía Atómica y al finalizar la década decide reimpulsar las investigaciones sobre fusión nuclear, con el objetivo de construir la más poderosa bomba atómica del mundo e imponerse definitivamente sobre la Unión Soviética. En 1951, a pedido de la Administración de Producción para la Defensa, la American Potash construyó una planta para reconvertir su producción en Searles Lake, California, de fosfato de sodio y dilitio a carbonato de litio de (USGS, 1952). En noviembre de 1952, logran lanzar la primera bomba-H, aunque los resultados registrados durante la prueba no fueron muy satisfactorios, sobre todo en relación al tamaño del artefacto. Sin embargo, en agosto de 1953, los soviéticos lanzaron una bomba de hidrógeno mucho más eficiente, demostrando a su rival la madurez de su propio programa atómico. La clave del éxito, radicaba justamente en la utilización de litio (Mariscotti, 2016).⁷

Ese mismo año, la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos encargaría grandes cantidades de hidróxido de litio como fuente del isótopo de litio-6 destinado a la producción de la bomba de hidrógeno, convirtiéndose así en el principal cliente de las dos grandes productoras norteamericanas que aún hoy controlan gran parte de la producción mundial de litio (incluida la proveniente de los salares de Argentina y Chile): la Lithium Corporation of America (actual FMC) y la Foote Minerals Company (actual Albemarle). En menos de dos años, “la industria del litio respondió, construyó plantas y de hecho suministró la cantidad requerida al Gobierno Federal dentro del período asignado de cinco años” (Comer, 1978: 240). De esta forma, entre los años 1955 y 1960, se registra el salto más notable en la demanda de litio hasta ese momento (Comer, 1978).⁸

Reemergencia del litio como recurso energético

La forma de *insumo crítico para la industria bélica*, que había adoptado la nueva minería del litio en Estados Unidos durante la Guerra Fría, se traduciría rápidamente en una sobreproducción crítica para el sector, cuando el devenir de la carrera nuclear le reveló al gobierno norteamericano que la disputa no era por la producción masiva de bombas atómicas⁹, sino por la aumento de la capacidad tecnológica para resolver los problemas productivos más complejos (Hobsbawm, 1998: 521). De esta forma, concluidos los contratos de la Comisión de Energía Atómica en 1960, la industria norteamericana del

⁷ Se trataba de “un dispositivo mucho más manejable que el estadounidense. La clave de la diferencia estaba en que los soviéticos habían utilizado litio.” (Mariscotti, 2016: 239).

⁸ También la carrera espacial de la guerra fría promovió la demanda de litio: durante la década de 1950, tanto Estados Unidos como la Unión Soviética desarrollaron nuevas cerámicas y aleaciones aluminio-litio para la industria aeroespacial (SICC Hegan, 2012).

⁹ Inicialmente, el proyecto Manhattan se propuso “desarrollar los procesos industriales y científicos que permitiesen una producción masiva de bombas nucleares” (López Aguilera *et al*, 1999: 61).

litio quedaría -según un gerente de la Foote Mineral Company- “con un 500% de exceso de capacidad en sus instalaciones mineras, de concentración y de producción de hidróxido de litio”, debiendo atravesar “un período de trece años en el que las ganancias cayeron a un nivel inexistente o mínimo de supervivencia y al que varias empresas y plantas productoras no lograron sobrevivir” (Comer, 1978: 240).

Las pocas compañías productoras de litio que lograron sobrevivir al derrumbe de la demanda bélica, debieron reconvertirse como empresas de la industria química, reorientando su producción hacia sectores básicos como cerámica, lubricación, reducción de aluminio y productos farmacéuticos. En ese camino, la reestructuración sectorial que, en términos productivos, estaba sufriendo la misma evolución que la minería del uranio¹⁰, no sólo se expresaría en una reducción y recomposición de las empresas productoras, sino también en una diversificación de las fuentes primarias a partir del desarrollo de nuevas técnicas extractivas. En 1966, la Foote Mineral Company, que había sido adquirida por Newmont Mining Corporation, inauguró en la ciudad de Silver Peak, Nevada, una nueva planta de carbonato de litio extraído de las salmueras continentales, a partir de un sistema de bombeo y concentración en pozas o piscinas de evaporación solar que permitiría reducir considerablemente los costos de producción. Si bien la baja concentración relativa de litio en las salmueras requería de una extensa superficie de evaporación para alcanzar una producción no mayor a las 9.000 t/a de carbonato de litio, la técnica desarrollada sería decisiva para la explotación de los salares sudamericanos en las décadas siguientes.¹¹

A comienzos de los años 1970, una nueva crisis mundial daría a estas empresas reconvertidas la oportunidad de volver a proyectarse como proveedoras de recursos claves para el desarrollo de futuras aplicaciones tecnológicas de carácter estratégico, prometiendo esta vez un crecimiento mucho más gradual que el obtenido durante la guerra, pero también mucho más sostenible. Se trata de la llamada “crisis del petróleo” producida en agosto de 1973, cuando los países árabes miembros de la OPEP¹² suspendieron las exportaciones a EEUU y Europa, exigiendo sustanciales aumentos de

¹⁰ La minería del uranio “se inicia de modo espectacular hacia 1950 y, estimulada por la demanda militar, crece a un ritmo muy intenso. [...] Al comienzo de los años sesenta [...], se constata que las necesidades militares habían sido sobredimensionadas muy ampliamente [...]. La crisis del petróleo y la puesta a punto de la industria de la electricidad nuclear han determinado que la lenta recuperación se convirtiera –previsiblemente- en un nuevo impulso” (Obiols, 1973: 68).

¹¹ Las salmueras de Silver Peak fueron exploradas durante la Segunda Guerra Mundial para la obtención de minerales estratégicos, determinando la existencia de potasio y de litio en la década de 1950. En cuanto a la concentración de litio, registra unas 230 ppm, mientras que los salares sudamericanos registran entre 3.700 y 18.500 ppm (COCHILCO, 2013).

¹² Organización de Países Exportadores de Petróleo, fundada en 1960 por iniciativa de Venezuela e Irak, con el objetivo de ejercer la soberanía y revertir los desfavorables términos de intercambio, en el marco del acelerado proceso de crecimiento y relocalización geográfica hacia el Tercer Mundo que venía sufriendo la producción petrolífera después de la Segunda Guerra Mundial.

precios. La medida produjo rápidamente un efecto inflacionista y una reducción de la actividad económica global que, además de fortalecer la posición de la periferia petrolera respecto del centro industrializado, tendría un efecto socio-técnico de más larga duración. A partir de allí, las crecientes controversias sobre *medio ambiente* pasarían a centrarse en la cuestión energética, especialmente en torno a la energía nuclear, promoviendo indirectamente los más ambiciosos programas de I+D con fines pacíficos (Elzinga y Jamison, 1996: 12).

Ya en 1934, Lewis Mumford había previsto que la búsqueda de eficiencia en la generación de energía, así como el protagonismo de las industrias químicas, formaban parte de un nuevo código técnico -al que llamaba *neotécnica*- que, si bien había aparecido en Occidente a mediados del siglo XIX, aún estaba subordinado a los fines de la *paleotécnica* dominante. Esa pionera mirada socio-técnica, le había permitido al autor predecir también el tipo de materias primas que serían necesarias para la expansión del nuevo código técnico: “Lo mismo que uno asocia el viento y el agua de la economía eotécnica con el uso del vidrio y de la madera, y el carbón del período paleotécnico con el hierro, la electricidad [propia de la neotécnica] aporta al amplio uso industrial, las materias térreas raras y los metales más ligeros.” (Mumford, 1992: 249). Es el caso del litio, el metal más liviano de la tabla periódica, que a principio de los años 1970 prometía regresar al mercado mundial de materias primas, esta vez bajo la forma de *recurso energético estratégico*. No sólo por las optimistas proyecciones sobre fusión nuclear controlada¹³, sino sobre todo por una nueva generación de baterías eléctricas que, como veremos, comenzaban en esos años a ser visualizadas como una posible solución técnica para las nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs), en pleno desarrollo, e incluso para los vehículos eléctricos y los sistemas de energía renovable del futuro. El problema principal, acorde a los términos de la intensa controversia producida por el informe del MIT de 1972 (“Los límites del crecimiento”), no era sino la disponibilidad -técnica y social- de las reservas globales conocidas. El Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), fundado en 1879, sería la institución encargada de resolverlo.

En 1972, el USGS lanzó el satélite ERTS-I, provisto de cámaras video y barredoras multiespectrales, para la obtención de información relativa a las estructuras geológicas y a las áreas de posibles yacimientos en todos los continentes. El primero de la larga serie Landsat destinada a la observación de la superficie terrestre, prometía un importante avance en las tareas de prospección y evaluación de reservas minerales, “sobre todo en las áreas menos desarrolladas del globo” (Obiols, 1973: 110). Ese mismo año, fundó además el “Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources”, con el propósito de

¹³ En diciembre de 1953, Estados Unidos presenta en las Naciones Unidas su campaña global conocida como “Átomos para la paz” y en 1955 comienza la producción comercial de electricidad producida por fisión nuclear. En cuanto a la fusión nuclear controlada, según diversas proyecciones de la época, se esperaba alcanzar la factibilidad técnica para fines del siglo XX (Schoijet, 2005).

reunir a científicos e investigadores de todo el mundo enfocados en la problemática de los recursos estratégicos localizados “en la cuenca del Pacífico y las regiones terrestres circundantes”¹⁴. Por último, en lo que a las reservas de litio respecta, creó en 1974 el Lithium Resource Appraisal Group (Grupo de Evaluación de Recursos de Litio), cuyo trabajo multidisciplinario daría inicio a la actual problemática socio-técnica relacionada con el carácter estratégico del litio, determinando las principales líneas de investigación e incluso los términos de las controversias generadas:

Ambas aplicaciones (vehículos eléctricos y almacenamiento de energía) podrían producir grandes demandas sobre una industria de litio relativamente pequeña. Por lo tanto, es lógico preguntarse si habrá o no suficiente litio para abastecer un aumento tan enorme en la demanda. Además, si el uso de litio en las baterías tiende a agotar nuestros recursos, el resultado podría tener un efecto desastroso en el desarrollo de la energía termonuclear (fusión) para la generación de electricidad. [...] El Grupo de Evaluación de Recursos de Litio del Servicio Geológico de EE.UU. se organizó en 1974 para dar respuesta a estas preguntas (USGS, 1980, iv).

En mayo de 1976, el USGS realizó en Colorado el Simposio del Litio, “primero de su tipo para litio y único al reunir a especialistas desde puntos de vista tan diversos.” (USGS, 1976), inspirado por la premisa de la escases de recursos de litio “para satisfacer la demanda futura en la generación de energía de fusión y nivelar las baterías de almacenamiento” (Evans, 2008: 1). Dos años después, a pedido del flamante Consejo Nacional de Energía Nuclear y Sistemas de Energía Alternativa (CONEAS, en inglés), creado por la Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería de EEUU para evaluar el papel que tendría la energía nuclear en el período 1985-2010, un panel de expertos liderado por el geólogo Keith Evans presentaba un informe mucho más optimista sobre los recursos de litio disponibles en el mundo (Evans, 1978).¹⁵

Por entonces, quedaban en EEUU sólo dos empresas productoras de litio: la Foote Mineral Co. (actualmente propiedad de Rockwood-Albemarle), que producía desde pegmatitas en Carolina del Norte y desde salmueras continentales en Nevada, y la Lithium Corp. of America (Lithco, actual FMC), con un sólo proyecto pegmatítico situado en Carolina del Norte¹⁶. Si bien Estados Unidos seguía siendo el principal productor mundial

¹⁴ <https://www.circum-pacificcouncil.org/about>. El proyecto tendría su primer fruto en el “Circum–Pacific Map Project” publicado en 1996.

¹⁵ Los recursos totales, estimados en 10,6 millones de toneladas, sólo se referían “al mundo occidental, ya que se disponía de pocos datos con respecto a Rusia y China” (Evans, 2008). En cuanto a las salmueras sudamericanas, sólo se estimó el Salar de Atacama, Chile (4,2 millones de toneladas). “Esto simplemente refleja el hecho de que la evaluación de ese salar en particular es más avanzada. Los otros salares del área están recibiendo alguna atención y las indicaciones preliminares indican que, en general, los recursos podrían ser enormes” (Evans, 1978: 383).

¹⁶ En 1978 la American Potash & Chemical Corp., cerró su proyecto de salmueras en Searle Lakes, California.

de litio, era “imperativo –según el ya citado gerente de la Foote Mineral- establecer nuevos programas masivos para la exploración y delineación de nuevas fuentes de litio” (Comer, 1978: 240). Asistidas por distintos programas gubernamentales, ambas empresas ya habían advertido la importancia potencial de las grandes masas de salmueras continentales contenidas bajo los salares andinos de América del Sur.

Sin embargo, a diferencia de Chile y de Bolivia, la Argentina se había anticipado en la determinación técnica y política de sus propios yacimientos evaporíticos, en el marco del paradigma de la “autonomía tecnológica” que impulsaba un considerable sector científico y tecnológico, formado tempranamente en torno a la agenda de la energía nuclear con fines pacíficos.

El origen de los yacimientos litíferos argentinos

El Código Minero argentino, sancionado en 1886 (Ley 1.919), se propuso establecer un sistema *regalista* liberal y federal, que privilegiara la actividad privada y reconociera a las minas como *bienes privados* de la nación o las provincias, para poder cederlas al sector privado por medio de una *concesión*. En otras palabras, retomando la doctrina colonial de fines de siglo XVIII, el nuevo Código Minero otorgaba el *dominio originario* sobre las minas al Estado Nacional, pero “no para que las explote sino para que las conceda” (Valls, 2006: 35).¹⁷

Sin embargo, fue recién con el proceso de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), iniciado en la Argentina después de la primera guerra mundial, que el sector minero adquirió cierta relevancia económica, fundamentalmente al servicio del naciente *complejo industrial militar*, que no sólo se orientaba a la fabricación de armamentos, vehículos y municiones, sino también a la producción de “materiales críticos”, inicialmente acero (López, 1988: 168). Incluso la minería de litio -de modesta escala productiva- llegó a ser demandada por el consumo productivo interno desde los años treinta. Utilizado básicamente en la producción de cerámica y la preparación de esmaltes, se extraía de los yacimientos minerales (espodumeno) de San Luis y Córdoba. El excedente se exportaba en su totalidad a los EEUU y se importaban unas pocas toneladas de carbonato de litio del que luego se obtenía cloruro y fluoruro de litio utilizados en

¹⁷ Según las Ordenanzas de Minería de Nueva España, México, de 1783: “Las minas son propiedad de mi real corona” (art. 19), “sin separarlas de mi real patrimonio, las conceso a mis vasallos en propiedad u posesión, de tal manera que puedan venderlas, permutarlas, arrendarlas, donarlas, dejarlas en testamento por herencia o manda, o de cualquier otra manera enajenar el derecho que en ellas les pertenezca en los mismos términos que lo poseen, y en personas que puedan adquirirlo” (art. 2°). (Citado en Valls, 2006: 28). Como veremos, las reformas mineras de los años 1990 no harían más que restaurar el espíritu del derecho colonial.

soldaduras de aluminio (Angelleli y Rinaldi, 1962).¹⁸ Por su parte, las cuencas salíferas ubicadas en la Puna de Atacama, donde hoy se extraen salmueras para la obtención de litio, estaban desde fines del siglo XIX casi totalmente en manos de la boratera francesa Compagnie Intenationale des Borax, adquirida durante la primera guerra mundial por la norteamericana The Consolidated Borax Corp., uno de los monopolios más cerrados de la época. Sin embargo, estos importantes yacimientos de bórax,¹⁹ pertenecientes al Territorio Nacional de Los Andes hasta su desintegración en manos de Catamarca, Salta y Jujuy en 1943, eran destinados cada vez más hacia el protegido mercado interno.

Orientado a abastecer la creciente industria local, el sector minero nacional emergió con una fuerte regulación estatal después de la segunda guerra mundial, fundamentalmente en las tareas de prospección y exploración minera dirigidas desde los años cuarenta por la Dirección de Minas y Geología. Si bien el Código Minero aún prohibía al Estado explotar o disponer de sus minas (art. 9), el sistema sería parcialmente reformado por una serie de legislaciones especiales que lo irían dotando de características propias de los sistemas *dominales*. Entre esas normas excepcionales, la Ley N° 12.709 de 1941, impulsada por el coronel Manuel Savio, creó la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM) y la facultó para realizar exploraciones y explotaciones mineras destinadas a “la fabricación de materiales de guerra” (art. 3°). Bajo esta empresa estatal, controlada por oficiales del Ejército y orientada por objetivos de defensa militar, se construiría la industria minero-siderúrgica nacional, especialmente a través de las empresas Altos Hornos Zapla creada en 1943 y la Sociedad Mixta Siderurgia Argentina – SOMISA- fundada en 1948 (López, 1988; Rougier, 2013).

Durante los gobiernos del Gral. Perón (1945-1955), el modelo de desarrollo nacional buscó consolidar en la Constitución de 1949 un régimen minero de tipo *dominal*, que depositara en el Estado nacional la propiedad *inalienable* de los “minerales, las caídas de agua, los yacimientos de petróleo, de carbón y de gas y las demás fuentes de energía” (art. 40), incluida toda la cuenca salífera que desde 1943 había pasado a manos de las provincias de Catamarca, Jujuy y Salta. Sobre la base de los nuevos principios constitucionales, en 1951 el gobierno propuso un nuevo Código de Minería que habilitaba al Estado a reservar, explorar y explotar las sustancias minerales que fueran de especial

¹⁸ Según la Estadística Minera, entre 1936 y 1960 se produjeron cerca de 1.200 t de minerales de litio. En igual período las exportaciones registradas alcanzaron 518 t (Angelleli y Rinaldi, 1962: 5).

¹⁹ El bórax (tetraborato de sodio) posee “enorme valor industrial [...] en la producción de esmaltes de porcelana [...], como fundente en las soldaduras de metales, en el refinado de metales preciosos [...], en la manufactura de vidrios resistentes a altas temperaturas, [...] en la agricultura y la medicina” (Sommi, 1956: 76). Por entonces, los yacimientos argentinos estaban entre los principales del mundo y asumían una nueva importancia estratégica por las aplicaciones del boro en la obtención de “combustibles de extraordinario impulso, [para] máquinas a retropropulsión, sputnik y cohetes balísticos” (Catalano, 1964:40).

interés “para la economía y la defensa” (Título III). En palabras del propio Perón, no se trataba sino de:

revestir al dominio de la Nación de caracteres inherentes al *dominio público*, con el fin de crear una propiedad especialmente protegida que evite la posibilidad de que esta importante fuente de la riqueza nacional sea entregada, vendida o usurpada por intereses extraños a los de su propio fin, que es convertirse en medio para lograr la prosperidad y la felicidad de los argentinos (Pte. Juan Domingo Perón, Mensaje al Congreso Nacional, 1951).²⁰

En ese contexto histórico, por otra parte, se dieron también los primeros pasos de lo que luego se llamó “Plan Nuclear Argentino” (Hurtado, 2014), cuyo portentoso proyecto iniciático -tan fallido en los resultados perseguidos como decisivo en el desarrollo posterior del sector científico y tecnológico nacional- tendría un efecto indirecto pero no menor sobre el desarrollo de los yacimientos litíferos del país. Se trata del proyecto secreto que el presidente Perón encargó al físico alemán Ronald Richter en 1949, para instalar en la isla Huemul de Bariloche “el primer laboratorio de Occidente oficialmente destinado a la investigación de la fusión nuclear controlada” (Mariscotti, 2016:135).²¹ El anuncio oficial de 1951, informando que la Argentina se había convertido en el primer país del mundo capaz de obtener energía eléctrica por medio de fusión nuclear en escala técnica, no sólo supuso uno de los mayores fraudes científicos de la historia. Tanto la inédita dimensión de dicha política tecnológica, como la posterior voluntad de reparar semejante “error”, dejaría como saldo favorable una destacada acumulación socio-técnica nacional en el área de la energía nuclear, que se convertiría en el emblema de la “autonomía tecnológica” postulada por el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS). La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), creada en 1950 para otorgar un ordenamiento institucional al proyecto Huemul, nuclea en la actualidad las principales agencias y empresas públicas dedicadas a la investigación, el desarrollo y la formación técnico-profesional. El estrecho vínculo del sector científico y tecnológico nacional con la agenda de la fusión nuclear (que como vimos tiene al litio como un elemento clave para la producción del hidrógeno-3 o tritio), explica la anticipación del estado argentino en la relativamente temprana identificación y determinación de los principales yacimientos de litio localizados en los salares de la puna andina.

Con el golpe de estado de 1955, los sectores dominantes (el capital extranjero, la oligarquía diversificada y la burguesía industrial local) rompieron la alianza política con los

²⁰ “que los minerales sean inalienables, no excluye la posibilidad de concesión a particulares para que éstos los exploten por medio de permisos, actos que no significan el traspaso de la propiedad y que en todo momento serán controlados y fiscalizados por el Estado” (Perón, 1951: 11).

²¹ En su contundente reconstrucción histórica, Mariscotti demuestra un fenómeno socio-técnico por demás llamativo: la primer política tecnológica de EEUU para desarrollar la fusión nuclear con fines pacíficos no fue sino una reacción al anuncio de Perón de 1951 (Mariscotti, 2016).

asalariados urbanos, iniciando una segunda fase de la ISI orientada a la producción de bienes duraderos e intermedios, destinados a los estratos de consumo medio y alto. En el nuevo contexto, tanto la Constitución como el proyecto de código minero del peronismo fueron anulados y reemplazados por sus versiones liberales tradicionales. En los hechos, no obstante, el Estado seguiría cumpliendo su función de regulador y promotor industrial, en el marco de una ISI que hasta mediados de los años setenta tendría a la industria transnacional (automotriz, química-petroquímica y siderúrgica) como el sector más dinámico de la economía nacional (Basualdo, 2010: 57). De esta forma, siguiendo los objetivos de *seguridad* y *desarrollo* impulsados por EEUU en medio de la Guerra Fría, el sector público no dejaría de consolidar la minería estatal²². Entre los años 1942 y 1960, por ejemplo, el Estado logró impulsar sin interrupciones una serie de trabajos de cateo y prospección inicial sobre los depósitos minerales conocidos en todo el país (entre ellos, los litíferos de Córdoba, San Luis y Catamarca), dando lugar al más importante plan de prospección y exploración integral dirigido por el grupo de Trabajo, Minas y Geología de la DGM. A partir de la aplicación de modernas técnicas de recolección y análisis²³, los depósitos evaporíticos de los salares de la Puna (ricos en litio, potasio y boratos) fueron considerados entre los grupos más característicos, tomando como referencia su potencial consumo productivo interno (Méndez, 2010: 26).

Para la década de 1960, en el marco de las políticas de *desarrollo* y *seguridad*, las nuevas aplicaciones del litio producidas en el campo de la fusión nuclear, renovarían el interés por los depósitos nacionales detectados. En 1963, se registran los primeros estudios geológicos y mineralógicos sobre las pegmatitas litíferas de San Luis, Córdoba y Catamarca, publicados por Amílcar Herrera para la Asociación Geológica Argentina y por Victorio Angelelli y Carlos Rinaldi para la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), todos ellos destacados profesionales pertenecientes a la Asociación Geológica Argentina fundada en 1945. En cuanto al trabajo de Angelelli y Rinaldi, resume los resultados obtenidos durante las nuevas exploraciones que había impulsado la CNEA entre 1961 y 1962 en San Luis y Córdoba, atraída tanto por “la creciente demanda de litio para satisfacer los requerimientos de las distintas industrias que lo consumen”, como por “la importancia que el mismo ha de alcanzar como materia prima para la obtención de tritio, en el campo de la energía atómica con fines pacíficos” (Angelelli y Rinaldi, 1963: 4). En 1964, finalmente, aparecen dos trabajos pioneros escritos por el químico y geólogo

²² En 1956 la CNEA asumió la explotación y administración de los yacimientos nucleares nacionales y provinciales (Decreto-Ley 22.477) y en 1958 se crearon las empresas estatales Yacimientos Carboníferos Fiscales (Decreto N° 3682) y Yacimientos Mineros Aguas de Dionisio (YMAD), de Catamarca, la Universidad Nacional de Tucumán y el Estado Nacional (Ley 14.771).

²³ Fotografía aérea, fotogeología, geoquímica, geofísica, perforaciones y métodos estructurales, petrológicos y sedimentológicos de vanguardia (Méndez, 2010: 25).

Luciano Catalano,²⁴ por entonces subsecretario de minería del gobierno de Arturo Illia, que resumían décadas de investigaciones sobre los salares de la Puna. En primer lugar, su “*Estudio geológico-económico del salar Hombre Muerto*”, donde muchos años después se desarrollaría el principal proyecto de litio del país. En segundo lugar, “*El litio: una nueva fuente de energía natural*”, que formaba parte de un libro más amplio sobre los principales recursos evaporíticos de la Puna. Allí, luego de estimar las reservas nacionales disponibles, el autor justifica la necesidad de tener un régimen especial para los yacimientos de litio, en función de su potencial valor de uso:

Siendo el litio uno de los más livianos metales, y a su vez, uno de los frenadores más eficientes en los procesos del gobierno y conducción de los reactores nucleares, adquiere, este elemento químico, una extraordinaria importancia en los nuevos procesos de obtención de energía, esa es la razón y obligación de los organismos técnicos funcionales del Estado, especialmente los organismos de las fuerzas armadas de la Nación, en defender esas nuevas fuentes naturales existentes en el subsuelo patrio, evitando de que sean extraídas y exportadas a países extranjeros que las adquieren para sus futuras aplicaciones. El litio ha adquirido el carácter de *elemento crítico* de alta importancia en la defensa nacional. [...] Ello impone restablecer, con urgencia la *reserva fiscal* de todas nuestras reservas nacionales (Catalano, 1964: 17-19, el resaltado es nuestro).

Desde la segunda guerra mundial, el estado clasificaba los distintos tipos de minerales, denominando “estratégicos” a los que no existían localmente y “críticos” a los que estaban disponibles pero que aún debían desarrollarse (Rougier, 2013). Si bien la reserva fiscal propuesta por Catalano nunca fue declarada, entre los años 1969 y 1974, la DGFM llevó a cabo el “Plan Salares” para la exploración de las principales cuencas salinas de la Puna de Jujuy, Salta y Catamarca, en el marco del “Plan NOA I Geológico Minero”. Desde comienzos de los años 1970, la DGFM se proponía ampliar la escala de la petroquímica mucho más allá de los requerimientos del complejo industrial militar, para colaborar con el “desarrollo nacional” (López, 1988: 169). En función de los resultados obtenidos en el Plan Salares, se seleccionó al Salar del Hombre Muerto de Catamarca como el más relevante y en 1975 se diseñó un programa de exploración a escala de semidetalle, se registraron las manifestaciones a nombre de la DGFM (93.000 hectáreas) y se comenzaron las tareas de relevamiento y laboreos mineros.

En esos años, por otra parte, una conferencia dictada por el prestigioso geólogo chileno Guillermo Chong en la Universidad Nacional de Salta, a propósito del hallazgo de

²⁴ Fiel exponente del científico vinculado a las políticas de desarrollo nacional, el Dr. Luciano Catalano estudió exhaustivamente la hidrología de la Puna, prospectó la provincia de Jujuy para emplazar el primero de los Altos Hornos Zapla en Palpalá y se desempeñó como asesor geólogo de la DGFM. A fines de los años 1930, descubrió los primeros yacimientos de uranio del país, mientras comenzaba la era nuclear y anticipándose al Plan Nuclear Argentino que luego los explotaría y procesaría para abastecer las propias actividades de investigación y desarrollo.

litio en el salar de Atacama,²⁵ daría inicio a las primeras investigaciones sobre los salares de la Puna argentina, impulsadas por geólogos y químicos pertenecientes al ámbito académico universitario, dedicados a estudiar tanto el contenido y la tipología de las salmueras, como el origen y la evolución de las cuencas. Según el Dr. Ricardo Alonso, reconocido investigador de CONICET, profesor de la Universidad Nacional de Salta (UNSA) y referente principal en la geología de los salares de la Puna, aquella decisiva conferencia contó con la presencia del Dr. Antonio Igarzábal y el Ing. Rolando Poppi, quienes “comenzaron un plan de investigación conjunta, sinérgico para el estudio de la geología, origen, evolución y relleno (facies y evapofacies) de los salares (A.P. Igarzábal) y por otro lado la investigación sobre la tipología, quimismo, beneficio y concentración de las salmueras (R. Poppi).” (Alonso, 2017: 52). A comienzos de 1974, la UNSA participaría, junto al Centro de Exploración Geológico-Minera II de la DGFM, en el proyecto de la ONU llamado “Desarrollo Industrial del Noroeste Argentino”, que, entre otras cosas, evaluaría la “Obtención de sales de Litio a partir de Espodumeno” y la “Explotación en gran escala de los salares de la Puna Argentina” (ONU, 1979). De esta forma, una suerte de red científico-técnica se iría conformando en torno a la química y la geología de las salmueras continentales de la Puna. Con sede principal en la UNSA, sería capaz de vincularse a las actividades de cateo, prospección y exploración de los salares, logrando un grado de continuidad poco usual en el país, adaptándose incluso a las drásticas transformaciones socio-económicas que el país estaba a punto de sufrir.

Para entonces, el conflicto fundamental entre el capital y el trabajo había cobrado en la Argentina dimensiones extraordinarias, fundamentalmente por el desplazamiento de una parte de la demanda interna asalariada en relación al consumo de los bienes durables, en el contexto de una intensa *politicidad obrera* dada en el núcleo mismo de la producción, a través de los cuerpos de delegados y las comisiones internas. Luego de los frustrados intentos del tercer gobierno peronista por subordinar esta *anomalía argentina* a la lógica corporativa del Estado (Gilly, 1990), la *reacción oligárquica* decidió suprimirla definitivamente, impulsando a través del terrorismo de Estado un nuevo patrón de reproducción, centrado ya no en la industria y el mercado interno, sino en la reprimarización de la economía y la primacía de la *valorización financiera* (Basualdo, 2010).

La Argentina se preparaba así para ingresar a la nueva división internacional del trabajo, interrumpiendo drásticamente las múltiples experiencias socio-técnicas domésticas asociadas al dificultoso proceso de industrialización nacional y, en ciertos casos, reconfigurándolas a partir de una fase acelerada de acumulación por desposesión. El caso

²⁵ Los descubrimientos del Dr. Chong de fines de los años 1960, confirmados por el Instituto de Investigaciones Geológicas perteneciente al servicio geológico de Chile, habían motivado a la agencia estatal CORFO a iniciar en 1971 las tareas de prospección sobre lo que varios años después sería el primer proyecto de litio en salmueras de la región (inaugurado en 1984).

del litio no sería una excepción. En el contexto de violenta reorganización de la estructura productiva nacional que supuso la última dictadura militar (1976-1983), el modelo de concesión para la exportación de *commodities* dio sus primeros pasos sobre los recursos evaporíticos de la puna. Luego de la Reforma Financiera de 1977 y el derrumbe general de la producción industrial que arrastró con él los modestos volúmenes de minerales de litio²⁶, una nueva modificación del Código de Minería en 1980 (Ley 22.259) incorporó al litio, el molibdeno, el potasio, el azufre y los boratos como *sustancias concesionables* de primera categoría. Para 1982, y tras “cruentas reuniones de negociación” inter-fuerzas por la propiedad de los yacimientos de litio descubiertos, la DGFM decidió abandonar definitivamente el proyecto de prefactibilidad para la explotación del salar del Hombre Muerto (“por falta de recursos económicos”) y presentar como alternativa un llamado a licitación internacional (Méndez, 2004: 13). Para entonces, una empresa norteamericana ya se mostraba particularmente interesada en las reservas evaporíticas argentinas: la Lithium Corp. of América (luego FMC, actual Livent), mayor proveedora mundial de compuestos de litio y pionera en la explotación de salmueras (en Searle Lake), que en aquel momento debió reorientar su estrategia hacia América del Sur, presionada por denuncias ambientales en Bessemer City.

Sin embargo, la acelerada retirada de la junta militar tras la derrota en Malvinas y las denuncias por las masivas violaciones a los derechos humanos, dejó en suspenso la licitación. Las condiciones políticas para llevar a cabo las reformas que el nuevo sector transnacional demandaba no estarían dadas hasta la crisis de deuda externa e hiperinflación que acabaría con el primer gobierno democrático. Paradójicamente, sería el mismo Partido Justicialista -creado por Perón cuarenta años atrás- el encargado de impulsar aquellas reformas, con la asistencia técnica y financiera del Banco Mundial.²⁷

Conclusiones y reflexiones finales

Es usual que en Argentina, la importancia estratégica asignada por las principales automotrices del mundo a los grandes yacimientos de litio ubicados en los salares del altiplano, sea interpretada como el resultado de un exitoso modelo de *gestión minera* basado en la explotación de *ventajas comparativas*. En función de esa imagen, sólo verificada en los crecientes volúmenes de inversión extranjera en exploración, los escasos

²⁶ “Después de 1978 la producción argentina [de minerales de litio] cayó fuertemente, alcanzando sólo las 25 toneladas en 1984 y permaneciendo baja” (Duhalde, 2000: 11).

²⁷ El Banco Mundial, directamente involucrado en proyectos mineros, impulsó sobre Argentina, Bolivia, Ecuador, México y Perú una *nueva política minera* basada en reformas normativas, institucionales, tecnológicas y de gestión de conflictos (World Bank, 1996). Ver la evaluación del Proyecto de Asistencia Técnica para el Desarrollo del Sector Minero Argentino (PASMA) en World Bank (2002).

debates públicos quedan reducidos a evaluar, de manera más o menos superficial, las llamadas “externalidades” de los proyectos extractivos privados y de las *políticas públicas* asociadas, tanto *positivas* (regalías, insumos, empleo y tecnología) como *negativas* (excesivo consumo de agua, contaminación y conflictos sociales). El análisis del proceso histórico previo a la transformación de estos yacimientos públicos en pertenencias mineras concesibles, no sólo nos permite indagar en el presente las características del actual esquema productivo de litio, sino también analizar las condiciones materiales para impulsar una alternativa superadora.

Después de la Segunda Guerra Mundial, el estado argentino asumió la función de regulador y promotor de la industria nacional, en el marco de un proceso de sustitución de importaciones que hasta mediados de los años setenta tuvo al capital productivo transnacional como el más dinámico. El sector público consolidó así una minería estatal orientada al abastecimiento de la producción interna, aunque crecientemente inspirada por los objetivos de *seguridad* y *desarrollo* promovidos por EEUU durante la Guerra Fría. En aquel contexto, la producción de la bomba de hidrógeno y las nuevas investigaciones sobre fusión nuclear en los países centrales, elevaron al litio a la categoría de recurso estratégico, por su uso en la obtención de combustible nuclear (tritio). Influidos por estos avances, los equipos de la Comisión Nacional de Energía Atómica y de la Dirección General de Fabricaciones Militares comenzaron a explorar los yacimientos de litio disponibles en el país, tanto de minerales (en producción de baja escala desde la década del treinta), como de las salmueras contenidas en los salares de la puna. Estos últimos formaban parte originalmente del Territorio Nacional de los Andes y, si bien con la disolución de 1943 fueron cedidos a las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy, las disposiciones excepcionales del Código de Minería para los minerales estratégicos (al igual que la breve Constitución Nacional de 1949), permitían ubicar al litio allí contenido en la categoría de *reserva pública*, en función de su estratégico *valor de uso* en el área de la energía nuclear. Con esa concepción, la DGFM llevó a cabo el Plan Salares para la exploración de las principales cuencas salinas de la Puna y en 1975 registró a su nombre las manifestaciones descubiertas sobre el Salar del Hombre Muerto, en la provincia de Catamarca. Sobre estos descubrimientos, luego de un extenso y complejo proceso de privatización que comenzó con la reforma del Código de Minería en 1980 y concluyó con la implementación del programa de reformas mineras diseñado por el Banco Mundial en la década de 1990, la norteamericana FMC Corp. (actual Livent), inauguraría uno de los proyectos de litio más importantes del mundo.

La contracara del abrupto cambio de paradigma fue el abandono de todo programa industrializador, lo que significó más de dos décadas de explotación primaria sin ningún tipo de encadenamiento productivo ni de vinculación sustantiva con los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. Mientras tanto, en el actual contexto internacional de

disputa hegemónica y crisis ambiental, las principales potencias del mundo pusieron en marcha sus distintas *estrategias de transición energética* para hacer frente a la caída en el rendimiento de los combustibles fósiles y a la crisis ambiental por el cambio climático. Argentina tiene hoy el enorme desafío histórico de asumir su propia transición energética, asumiéndola como eje estratégico directriz de un nuevo programa nacional de desarrollo. La indagación sobre la propia experiencia histórica nos ofrece en el presente ciertas claves de aprendizaje (dado por los aciertos y por los errores del pasado), como la importancia de restituir al Estado-Nación el sistema de dominio minero para adaptarlo a las nuevas demandas productivas y ambientales, o la necesidad de crear una empresa de gestión pública para que asuma en sus estatutos los nuevos desafíos del desarrollo nacional.

Referencias bibliográficas

- Albornoz, M. (2007). Los problemas de la ciencia y el poder, *CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* 3(8), pp. 47-65.
- Alonso, R. (2017). Depósitos de litio en salares de Argentina, en Baran, E. (edit.). *Litio. Un Recurso Natural Estratégico. Desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas* (pp. 49-68), ANCEFN, Serie Publicaciones Científicas N° 12, Buenos Aires.
- Angelelli, V. y Rinaldi, C. (1963). Yacimientos de Minerales de Litio de las Provincias de San Luis y Córdoba, CNEA, Informe N° 91, Buenos Aires.
- Baran, E. (2017). Aspectos básicos de la química del litio, en Baran, E. (edit.). *Litio. Un Recurso Natural Estratégico. Desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*, ANCEFN, Serie Publicaciones Científicas N° 12, Buenos Aires.
- Basualdo, E. (2010). *Estudios de historia económica argentina*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Bell, D. (1994). *El advenimiento de la sociedad post-industrial*. Madrid: Alianza.
- Boyer, P. (1985). *By the Bomb's Early Light: American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age*. New York: Pantheon Books.
- Catalano, L. (1964). *Boro – Berilio – Litio (una nueva fuente natural de energía)*. Buenos Aires: Subsecretaría de Minería de la Nación, Estudios de Geología y Minería Económica, Serie Argentina N° 3.
- COCHILCO (2013). Mercado Internacional del Litio, Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios.
- COCHILCO (2018). Mercado internacional del litio y su potencial en Chile, Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- Comer, E. (1978). The lithium industry today, in *Energy* 3, pp. 237-240.
- Corti, H. (2017). El litio en la tecnología nuclear, en Baran, E. (edit.). *Litio. Un Recurso Natural Estratégico. Desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*,

Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - ANCEFN, Serie Publicaciones Científicas N° 12.

Duhalde, J. (2000). Estudio de pre-factibilidad de una planta productora de litio metálico, Secretaría de Industria, Comercio y Minería, marzo, Buenos Aires.

Elzinga, A. y Jamison, A. (1996). El cambio de las agendas políticas en ciencia y tecnología, en *Zona Abierta* 75/76.

Evans, R. K. (1978). Lithium reserves and resources, *Energy* 3, pp. 379-385.

Evans, R. K. (2008). An abundance of lithium. Recuperado de: <http://lithiumabundance.blogspot.com/>

Feenberg, A. (2012). *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Gilly, A. (1990). La anomalía argentina (Estado, corporaciones y trabajadores), en Adolfo Gilly. *El Estado en América Latina: teoría y práctica*. México: Siglo XXI.

Hobsbawm, E. (1999). Brujos y aprendices: las ciencias naturales, en: *Historia del siglo XX* (pp. 516–550). Buenos Aires: Crítica.

Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina Atómica – Política, tecnología y desarrollo nuclear (1945-2006)*. Buenos Aires: Edhasa.

López Aguilera, E.; Prado Rodríguez, D. y Sastre M. (1999). Manhattan Project: El papel de los científicos en el desarrollo de la bomba atómica, *Buran* 13, p. 61-64.

López Cerezo, J. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, en *Revista Iberoamericana de Educación* 18.

Mariscotti, M. (2016). *El Secreto Atómico De Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en Argentina*. Buenos Aires: Editorial Lenguaje Claro.

Marx, K. (1971). *Formaciones económicas precapitalistas*. México: Siglo XXI.

Méndez, V. (2010). *Evolución histórica del sector minero en la República Argentina*. Buenos Aires: Secretaría de Minería de la Nación.

Mumford, L. (1992). *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.

Nacif, F. (2012). Bolivia y el Plan de Industrialización del Litio. Un reclamo histórico, en *Revista del CCC* 14/15, enero/agosto, Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini, Buenos Aires. Disponible en <http://www.centrocultural.coop/revista/articulo/322/>

Nacif, F. (2015). Litio en Argentina: de insumo productivo a commodity minero, en Nacif y Lacabana (coord.). *ABC del litio sudamericano: soberanía, ambiente, tecnología e industria*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes y Ediciones del CCC.

Nacif, F. (2018). Litio en América del Sur: enclave minero o alternativa post-extractivista, en Ramírez M. y Schmalz S. (edit.). *¿Fin de la bonanza?: entradas, salidas y encrucijadas del extractivismo* (pp. 233-246). Buenos Aires: Biblos.

- Nacif, F. (2019). Lito en Argentina: de insumo crítico a commodity minero. Trayectoria socio-técnica de los yacimientos litíferos de la Puna (1930-2015), Tesis de Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes (inédita).
- Obiols, J. (1973). *Crisis energética y recursos naturales*. Barcelona: Salvat Editores.
- ONU (1979). Desarrollo Industrial del Noroeste Argentino, Proyecto DP/APG/71/546, R.D. Gabin –director, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), PNUD, Viena.
- Osorio, J. (2014). Estado, reproducción del capital y lucha de clases: la unidad económico/política del capital, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Económicas, CLACSO, México.
- Perón, J. D. (1951). Código de Minería. Proyecto del Poder Ejecutivo. Buenos Aires: Dirección General de Publicaciones, Biblioteca y Archivo, Ministerio de Justicia de la Nación.
- Rougier, M. (2013). Militares e industria. Las alternativas de la producción minero-metalúrgica en la Argentina, en Marcelo Rougier (comp.). *Estudios sobre la industria argentina* 3, (p. 267 – 310). Buenos Aires: Lenguaje Claro Editora.
- Sandoval, S. (2015). La cadena global de valor: consideraciones desde el ciclo del capital, Revista *Problemas del Desarrollo*, 182 (46).
- Schoijet, M. (2005). La energía nuclear de fusión: aspectos históricos, *Redes* 11 (22).
- SICC Hegan (2012). Materiales metálicos de uso frecuente en aeronáutica: aleaciones ligeras Al-Li, *Informe Procesado de Materiales Metálicos en Aeronáutica*, País Vasco.
- Sommi, L. (1956). *La minería argentina y la independencia económica*. Buenos Aires: Editorial Raigal.
- Thorpe C, Shapin S. (2000). Who Was J. Robert Oppenheimer? Charisma and Complex Organization, *Social Studies of Science* 30(4), pp. 545-590.
- USGS (1940). *Minerals Yearbook*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (1945). *Minerals Yearbook*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (1952). Lithium, *Metals and Minerals*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (1976). Lithium, *Metals, Minerals and Fuels*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (1980). Lithium, *Metals and Minerals*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (2017). Lithium, *Mineral Commodity Summaries*. U.S.: Geological Survey.
- USGS (2018). Argentina Lithium Map – Data Sources and Explanatory Notes. U.S. Geological Survey, Office of International Programs (OIP), National Minerals Information Center (NMIC), U.S. Department of State.
- Valls, M. (2006). *Código de Minería de la República Argentina, anotada, comentada y concordada*. Buenos Aires: LexisNexis.
- World Bank (1996). A Mining Strategy for Latin America and the Caribbean, The World Bank. *Technical Paper* 345.

