



**EIDAES  
UNSAM**

# **Transición energética y sistemas estratégicos de producción e innovación para el desarrollo productivo de la Argentina: el caso de la industria del litio**

**Diego Martín Cúneo**

Setiembre de 2024

Documento N°2/2024  
Secretaría de Investigación  
Escuela Interdisciplinaria de  
Altos Estudios Sociales  
EIDAES | UNSAM  
ISSN 18518788

Si querés participar en la serie de Documentos de Investigación del EIDAES | UNSAM [ingresá acá](#).

**Consultas:** [investigacioneidaes@unsam.edu.ar](mailto:investigacioneidaes@unsam.edu.ar)

# Transición energética y sistemas estratégicos de producción e innovación para el desarrollo productivo de la Argentina: el caso de la industria del litio

Cúneo, Diego Martín<sup>1</sup>

## Resumen

En el siguiente trabajo se presenta un estado del arte en las discusiones alrededor del desarrollo de una industria del litio en Argentina a través del concepto de Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación. Este enfoque novedoso propone sintetizar abordajes relacionados a la Teoría de Cadenas Globales de Valor, a las nociones neoschumpeterianas de Sistemas Nacionales de Innovación y Sistemas Tecnológicos y al enfoque sectorial del cambio estructural. De este estudio se pueden derivar tres factores que dificultan avanzar en la cadena de valor del litio. En primer lugar, el protagonismo de capitales transnacionales en las etapas de extracción y procesado de sales de litio, los cuales se comportan a partir de sus propias agendas de acumulación e imponen lógicas de planificación extractivistas que van a contramano de los objetivos nacionales de desarrollo local. En segundo lugar, un sistema de gobernanza nacional del litio que profundiza esta lógica de transnacionalización y reprimarización de las actividades litíferas del país. Por último, un conjunto de iniciativas tecnológicas y productivas, tanto público-privadas como nacionales-provinciales, que se encuentran desarticuladas entre sí. Se concluye que construir una industria alrededor del litio y baterías Ion Litio requiere de una estrategia de industrialización que se base en políticas sistémicas y coherentemente ordenadas y en un programa de planificación estatal que regule la producción de valor y conocimiento a nivel local. A partir de ello, se reflexiona que el concepto de Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación puede ser una herramienta analítica potente para la confección de una estrategia de este tipo.

**Palabras Claves:** industria del litio, desarrollo industrial, cadenas globales de valor, políticas sistémicas, sistemas de producción e innovación

---

<sup>1</sup> Doctor en Desarrollo Económico. Becario post-doctoral (EIDAES-CONICET). Investigador del Centro de Estudios Económicos del Desarrollo (CEED-EIDAES). Email: [diegoc.cuneo@gmail.com](mailto:diegoc.cuneo@gmail.com)

## Introducción

Dado el agravamiento de la crisis ambiental desde finales del siglo XX, acciones sistémicas dirigidas a combatir el cambio climático comenzaron a tomar un mayor protagonismo dentro de la agenda política global de las últimas décadas. En este marco, el Protocolo de Kioto, firmado en 1997, y, posteriormente, el Acuerdo de París, celebrado en la Cumbre Climática de 2015 (COP21), son ejemplos paradigmáticos de tratados y acuerdos en donde los países participantes manifestaron la voluntad de reducir las emisiones netas de gases de efecto de invernadero (GEI) resultantes de las actividades humanas. Entre estas, la generación y utilización de energía, incluyendo el transporte y movilidad, es la actividad con mayor impacto en el calentamiento global, explicado cerca de las dos terceras partes de las emisiones de GEI (IPCC, 2021). A partir de ello, en el Acuerdo de París se propuso como una de las acciones centrales aceptadas llegar a la neutralidad neta energética para 2050, lo cual demanda entre uno de sus principales factores reducir sustancialmente las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas a la generación de energía. Este proceso requerirá una gigantesca transformación de los sistema energético del mundo hacia una mayor proporción de fuentes de energías limpias (no emisoras de GEI), proceso denominado *transición energética*.

En este contexto global, la Argentina presenta una importante ventana de oportunidad para consolidarse como un jugador relevante dentro de la “industria de la transición energética”, fundamentalmente debido a su acceso privilegiado a recursos estratégicos, materiales críticos y conocimientos ingenieriles/tecnológicos. Por ejemplo, junto con Chile y Bolivia conforma el *triángulo del litio*, región caracterizada por inmensos salares abundantes en este mineral crítico, el cual es fundamental para la fabricación de baterías utilizadas para la electromovilidad o el almacenamiento de fuentes de energía limpias intermitentes (como la solar y la eólica) (Schteingart y Rajzman, 2021). En esta misma línea, el yacimiento gasífero de Vaca Muerta representa una de las mayores reservas de gas no convencional a nivel global, combustible fósil considerado de “transición” por sus bajas emisiones de GEI en comparación con el carbón o el petróleo. Asimismo, el sur del país contiene zonas con excelentes condiciones respecto a intensidad y estabilidad de vientos, siendo una localización idónea para la generación masiva de energía eólica y, consecuentemente, la producción de hidrógeno limpio (Secretaría de Asuntos Estratégicos, 2023). Por último, es importante mencionar que Argentina se encuentra construyendo el prototipo del reactor CAREM, uno de los primeros Small Modular Reactors (SMR) del mundo, tecnología que si bien no es protagonista dentro de este proceso de transición puede jugar un rol complementario como fuente de energía limpia de base.

Ahora bien, este contexto de transformación global pone en pugna dos alternativas o modelos de capitalización para las ventajas comparativas que presenta la abundancia de materiales críticos, conocimientos y recursos naturales en el territorio nacional (Slipak y Urrutia Reveo, 2019; Fornillo y Gamba, 2019; Cretini y Robert, 2023). Por un lado, un modelo extractivista, en el que el país se inserta en los sistemas productivos globales como enclave exportador de recursos primarios. Si bien este esquema puede favorecer la entrada de divisas, también contribuye a la desindustrialización, reprimarización y transnacionalización de las actividades económicas del país, lo cual redundará en una profundización de su dependencia y desecha una ventana de oportunidad de *catching-up* tecnológico (Cretini y Robert, 2023). Por el otro, un enfoque desarrollista que fomenta la creación de capacidades productivas y tecnológicas para la conformación paulatina de una industria local competitiva. En este punto, la literatura nacional plantea que la disponibilidad de litio abre la posibilidad de generar encadenamientos industriales en ambas direcciones, ya sea desarrollando nuevas técnicas y bienes de capital para la prospección, exploración, extracción y procesado de sales de litio (Obaya et al., 2021) o hacia el diseño y fabricación de baterías ión-litio para energías renovables o electromovilidad (Fornillo y Gamba, 2019; Cretini y Robert 2023).

Con base a estas premisas, este documento de trabajo busca contribuir a la literatura con una sistematización del estado del arte de las discusiones y perspectivas de la industria del litio en Argentina bajo el marco teórico de Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación (SEPI). El concepto de SEPI ofrece un abordaje novedoso que emerge de complementar el enfoque sectorial del cambio estructural con los aportes de la noción neoschumpeteriana de sistemas tecnológicos y sistemas nacionales de innovación (SNI) y la Teoría de Cadenas Globales de Valor (CGV). Se espera que este trabajo abra nuevas líneas de investigación sobre la temática.

El documento se divide de la siguiente manera. En la primera sección se presenta el concepto de sistemas estratégicos de producción e innovación. En la segunda sección se estudia el caso del litio a partir de (i) la situación local de estas industrias, (ii) la cadena de valor de este recurso y su conformación a nivel global, (iii) el mapeado de actores y estrategias locales para la promoción de diferentes eslabones y, (iv) el estado del arte de las discusiones sobre la temática. En la tercera sección se debate en qué medida se avanzó en la configuración de un sistema estratégico de producción e innovación alrededor del litio y se remarca qué elementos debería tener en cuenta una estrategia política nacional para tal fin. Por último, en la cuarta sección se presentan las conclusiones y reflexiones finales.

## **1. Marco Teórico: sistemas estratégicos de producción e innovación**

La idea de cambio estructural propuesta por el Estructuralismo latinoamericano refiere a grandes procesos de transformación productiva en que sectores dinámicos, modernos y de alto contenido tecnológico comienzan a tener un mayor peso en las estructuras productivas nacionales, en lugar de sectores productivos tradicionales o intensivos en capital o trabajo. En efecto, como sostiene Cimoli et al. (2005):

No todos los sectores tienen el mismo poder de inducir aumentos de productividad, promover la expansión de otros sectores o beneficiarse de tasas altas de crecimiento de las demandas interna y externa, o generar empleos de alta productividad. Por eso, la estructura de la economía de cada país, en términos de los sectores que la componen, es una variable relevante (p.9).

De este modo, la noción de transformación productiva heredada por esta escuela del pensamiento entiende a esta como un proceso de reconfiguración sectorial, que, por un lado, significaría una mayor densidad e interconexión de entramados productivos, dando lugar a un aumento sostenido y transversal de la productividad al favorecer el encadenamiento y difusión de conocimiento entre diferentes sectores. Por el otro, implica modificar la forma en que países periféricos y semiperiféricos se insertan en la economía global, permitiendo a estos espacios nacionales beneficiarse del comercio internacional de la misma manera que lo hacen los países centrales o industrializados.

Sin embargo, a luz de las transformaciones ocurridas en la organización productiva global luego de los años noventa y la consecuente proliferación de estructuras productivas en forma de cadenas mundiales, el enfoque sectorial del cambio estructural parece ser insuficiente para poder comprender y delinear acciones transformativas potentes. Como resalta Barletta y Yoguel (2017):

Una primera cuestión que merece mayores esfuerzos teóricos y aplicados se refiere a la necesidad de generar un nuevo debate sobre el concepto de estructura. Para ello habría que entender la manera en que se organiza la producción mundial y las interrelaciones existentes entre diferentes segmentos productivos deslocalizados geográficamente. De esta manera, **la discusión sobre la dinámica de la estructura debería poner en un lugar central del análisis no sólo las características específicas de los sectores, sino también la presencia o ausencia de eslabones clave que pueden impulsar o bloquear el cambio estructural.** Asociado a estas cuestiones, **es necesario volver a analizar si las ventajas siguen siendo sectoriales o si, con la fragmentación de la producción y el surgimiento de cadenas**

**globales de valor, hay que pensar en subsegmentos de alta productividad, rendimientos crecientes y grandes encadenamientos, más que en la visión tradicional de sectores, que esconde una marcada heterogeneidad** (p. 48, las negritas son nuestras).

De este modo, las estructuras productivas nacionales no sólo se configuran bajo una lógica estructural sectorial, sino, también, bajo lógicas estructurales en forma de cadena que vinculan eslabones de manera intersectorial e internacional. Por ejemplo, la cadena de valor del litio no sólo involucra actores o actividades propias del sector minero, sino también de sectores vinculados a la química, la electrónica, la metalmecánica, la automotriz, la industria energética, entre otras. Por otro lado, la noción de sector esconde o invisibiliza dinámicas productivas y vinculares entre actores, en tanto no toda empresa, por ejemplo, mantiene un mismo origen, características, potencialidades de acumulación o capacidades de ejercer gobernanza productiva.

Es así como las limitaciones del enfoque sectorial del cambio estructural conllevan la necesidad de entender la lógica y dinámicas productivas bajo la cual operan aquellas cadenas de valor en las cuales se encuentran insertas las “actividades estratégicas” para el cambio estructural. Respecto a este punto, Sztulwark (2020) sostiene que para comprender la periferia en el contexto del capitalismo moderno es importante remarcar la escisión entre dos familias de actividades: las *capital o trabajo-intensivas* de aquellas *conocimiento-intensivas*, las cuales presentan diferentes potenciales de generación y apropiación de valor.

Siguiendo la literatura de Monopolios Intelectuales, dicha escisión responde a un proceso creciente de diferenciación de empresas, donde sólo un puñado de ellas logran concentrar monopólicamente el acceso a un acervo que se renueva e incrementa sistemáticamente de aquellos activos intangibles (patentes, propiedades intelectuales, conocimiento tácito, capacidades tecnológicas/innovativas o de logística mundial, entre otras) necesarios para organizar a nivel global procesos productivos de una manera competitiva (Durand y Milberg, 2020; Rikap y Lundvall, 2020). A través de estos activos intangibles los monopolios intelectuales configuran Sistemas Corporativos de Producción e Innovación, los cuales se conforman, por un lado, de las diversas cadenas globales de valor (o segmentos específicos de estas) y otras estructuras productivas que no tienen forma de cadena (como plataformas), como, por el otro, de las múltiples redes (globales) de innovación que planifican estas empresas.

Por el contrario, aquellas empresas que no logran acceder a estos intangibles (o deben pagar *fees* para ello), se insertan dentro de estos sistemas corporativos de manera subordinada. Esto significa que las empresas líderes (i.e. monopolios intelectuales) configuran globalmente estructuras productivas en las que imponen (planifican) las condiciones de acumulación del resto de los participantes y apropian una porción importante del valor y conocimiento producido por estos (Durand y Milberg, 2020; Rikap y Lundvall, 2020). De allí se concluye que la presencia de líderes globales restringe las posibilidades de desarrollo de aquellos países que se insertan de manera planificada, profundizando las diferencias y asimetrías con respecto a sus contrapartes en países centrales (Fernández, 2015; Humphrey y Schmitz, 2002; Selwyn, 2018; Smichowski et al., 2021). Esto muestra un punto de diferencia respecto a la literatura mainstream, la cual sostiene que la inserción en cadenas de valor implica procesos automáticos de *upgrading* fundamentado en la hiperespecialización en ciertas tareas o en el *spillover* resultante de la vinculación con empresas líderes o la participación de mercados globales (Cheng et al., 2015; Kowalski et al., 2015; Kriljenko et al., 2016;).

A partir de ello, es de suponer que actividades, capital o trabajo intensivo, que se apoyen en ventajas comparativas estáticas (como el acceso privilegiado a recursos naturales o niveles salariales por debajo de la media mundial) no implica necesariamente que estas contribuyan a un proceso de desarrollo nacional, aun cuando estas puedan catalogarse dentro de *sectores*

*estratégicos* (Lauxmann et al., 2021). Al contrario, estas pueden favorecer procesos de extractivismo de valor, provocando que el fruto estratégico de estas actividades no sea capitalizado en el entorno local. Lo mismo puede suceder para actividades científicas y tecnológicas cuyos resultados sean apropiados por monopolios intelectuales extranjeros sin derrames significativos a nivel local, fenómeno denominado *extractivismo de conocimiento* (Codner et al., 2012; Rikap, 2020). Efectivamente, grandes empresas multinacionales pueden apropiarse conocimiento, por ejemplo, a través de patentes a partir de desarrollos llevados a cabo en sistemas nacionales de innovación (SNI) localizados en diferentes partes del mundo (Chesnais, 1992; Rikap y Lundvall, 2022). De allí que los sistemas corporativos de innovación se conformen de redes de innovación y circuitos de innovación compuestos por conjuntos de actores embebidos en diferentes SNI.

Siguiendo estos argumentos, es posible, entonces, que el cambio estructural de las economías en desarrollo requiera acompañar a todo proceso de reconfiguración sectorial de transformaciones institucionales necesarias para que aquellas actividades con características estratégicas se desenvuelvan en un marco productivo que permita que sus resultados económicos y tecnológicos logren, efectivamente, contribuir a un proceso sostenido de desarrollo (en lugar de favorecer procesos de extractivismo). Dicho de otra manera, es fundamental que estas actividades participen en estructuras productivas configuradas de manera tal que aseguren la realización y capitalización local de aquellos beneficios que son centrales para el desarrollo económico del país. De este modo, partiendo de la noción de sectores estratégicos planteada por la literatura estructuralista, pero reconociendo que el objeto de estudio no debería centrarse exclusivamente en el sector (o de manera aislada en una actividad particular) sino en los *sistemas de producción e innovación* en su conjunto, es posible pensar el desarrollo de actividades estratégicas a partir de **Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación (SEPI)** (Cúneo, en prensa). No obstante, del concepto de SEPI se desprende una pregunta fundamental ¿qué actores tienen las motivaciones y capacidades suficientes para configurar un sistema productivo de este tipo? Siguiendo a la literatura estructuralista es posible encontrar una pista de que, al menos de manera parcial, es el Estado nacional quien puede ser el único actor que puede planificar estas estructuras productivas, ya sea a través de políticas industriales, tecnológicas, regulatorias, entre otras, o actores que poseen capacidades y conocimientos fundamentales, como empresas u otro tipo de organismos estatales.

En resumidas cuentas, los SEPI son sistemas de producción e innovación que, en lugar de estar planificados bajo una lógica corporativa-predatoria, poseen un enfoque estratégico que permita que las actividades que se desarrollan dentro de estos puedan realizarse de manera coherente y accesoria a las necesidades de desarrollo del sistema productivo del país. De este modo, a través del concepto de SEPI es posible incluir al estudio del cambio estructural dimensiones de análisis relevantes que no se encuentran presentes o visualizadas en categorías tradicionales. Entre ellas, permite integrar a la idea de actividades o sectores estratégicos las interacciones entre segmentos productivos que exceden fronteras sectoriales y nacionales y las relaciones de planificación, directa e indirecta, que emanan de la organización de estructuras productivas globales (y su impacto en el potencial estratégico de ciertas actividades y segmentos productivos locales).

Asimismo, permite llenar vacíos conceptuales dentro de la Teoría de CGV al asignar un rol fundamental al Estado en la planificación de espacios productivos e integrar a su estudio la forma en que se produce globalmente conocimiento a través de redes o sistemas globales de innovación. Esto implica entender, por ejemplo, las dinámicas globales de la innovación y la forma en que trayectorias tecnológicas perseguidas por monopolios intelectuales influyen en la dirección de las trayectorias tecnológicas locales. Por ejemplo, si bien categorías neoschumpeterianas como la de Sistemas Tecnológicos (Carlsson y Stankiewicz, 1991)

estudian la interconexión sectorial en la producción de conocimiento, no incluyen dimensiones sobre relaciones de poder y planificación entre los actores que forman parte del proceso de producción de innovaciones. A su vez, el concepto de CGV no incluye las relaciones de poder o conflictos de intereses entre diferentes ámbitos del Estado nacional y entre éste y monopolios intelectuales o empresas nacionales y extranjeras. En este punto, la idea de un Sistema Estratégico de Innovación, que conforma una región específica del Sistema Nacional de Innovación planificado por el Estado nacional, permite integrar conceptualmente la forma en que los procesos de *upgrading* están embebidos en procesos sistémicos de creación de capacidades industriales y tecnológicas locales que no devienen necesariamente de la participación en CGV (Lavarello, et al., 2023).

Con el objetivo de analizar en qué medida se avanzó en la configuración de SEPI alrededor de la industria del litio en Argentina, en el presente documento se realiza una presentación y esquematización del estado del arte de la literatura sobre el litio en Argentina y las discusiones que esta plantea.

## 2. La Industria del Litio en Argentina

En el marco de una agenda global orientada a combatir el cambio climático, se espera que el litio cumpla un rol fundamental dentro de las estrategias dirigidas a la descarbonización de las matrices energéticas del mundo. Esto se debe, por un lado, a que las grandes baterías de ion-litio (LIB por su sigla en inglés) son un complemento para fuentes de energía limpias y renovables, como la eólica y la solar, que por su naturaleza intermitente<sup>2</sup> requieren asociarse a métodos de almacenamiento eficientes y baratos. Por el otro, estas baterías son centrales para reemplazar vehículos impulsados por motores de combustión (una de las principales emisiones de GEI) por motores eléctricos no emisores (electromovilidad).

A partir del incremento progresivo en la utilización de baterías, se espera que la demanda de litio crezca exponencialmente en las próximas décadas, proyectándose para el año 2030 un volumen de mercado de 1.800 Ktn de LCE<sup>3</sup>, lo cual multiplica por aproximadamente seis su valor para 2020 (Cochilco, 2020). Asimismo, a partir del año 2015, el *boom* de las LIB llevó a que los precios de las sales de litio experimenten una importante aceleración, debido al incremento en la producción de vehículos eléctricos (VE) y una mayor instalación de parques eólicos y solares (López et al, 2019). De este modo, se espera que estos precios continúen en ascenso dado el ritmo de crecimiento de la electromovilidad (Cochilco, 2020), tendencia que se continúa verificando para mediados de 2024 (S&P Global, 21 de junio de 2024).

Por otro lado, el incremento en el precio del litio se debe a que los proyectos de extracción suelen tardar entre 7 y 10 años para atravesar las etapas de exploración, prospección, construcción y lograr entrar en funcionamiento (Flexer et al., 2018), lo que provoca un desfase temporal para que la oferta se ajuste a la demanda (Cuadro 1). Este fenómeno implicaría una demanda insatisfecha que continuaría presionando el precio de las sales de litio (LCE) durante la próxima década.

---

<sup>2</sup> La generación de energía eólica y solar fotovoltaica requieren del acceso a vientos o luz solar, las cuales presentan variaciones sustanciales a lo largo del día o durante diferentes épocas del año. De allí que mecanismos de almacenamiento sean necesarios para normalizar la provisión de energía eléctrica y acomodarse a la demanda.

<sup>3</sup> LCE (*Lithium Carbonate Equivalent*, en su sigla en inglés) es una medida que busca comparar diferentes compuestos de litio en base a su equivalente en Carbonato de Litio, el más utilizado hasta el momento.



**Cuadro 1: proyección de oferta y demanda de compuestos de litio 2020-2035.**

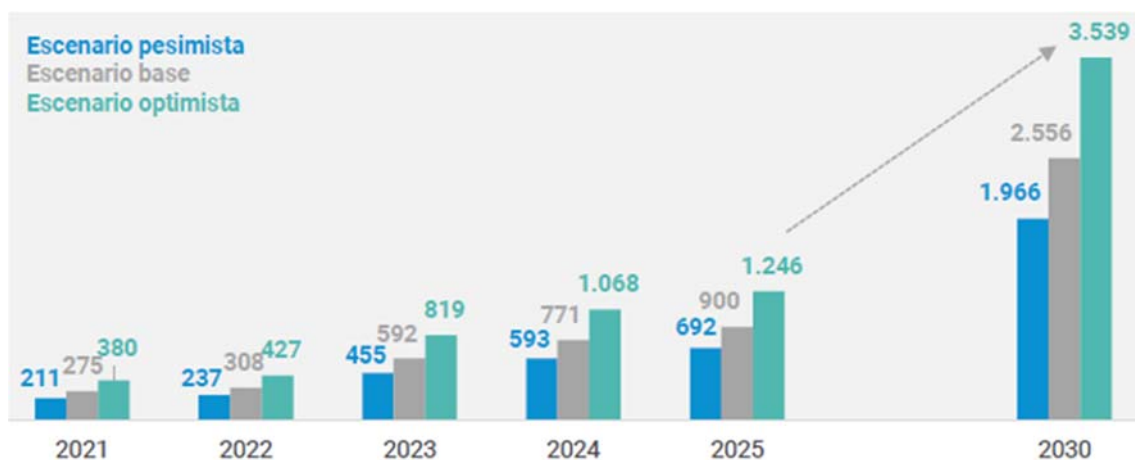


Fuente: tomado de Cochilho (2023)

Argentina cuenta con la segunda reserva verificada de litio más importante a nivel mundial, y, junto con Chile y Bolivia, conforma el llamado Triángulo del Litio, la primera reserva global de este recurso. Sin embargo, las reservas de litio de Argentina presentan un nivel de explotación relativamente bajos (cerca del 10%), mientras que en los países de mayor explotación, como Australia y Chile, dicho nivel supera el 73% y 96% respectivamente (Schteingart y Rajzman, 2021). Para la fecha de escritura de este documento, Argentina cuenta con tan sólo tres proyectos de extracción de litio en operación (dos de ellos actualmente en expansión) y una variedad de proyectos en diferentes estadios de desarrollo, en los cuales se observa una presencia protagónica de capitales extranjeros (Cepal, 2023).

La primera de estas operaciones es la Mina Fénix, situada en Catamarca (Salar del Hombre Muerto), y gestionada por la empresa estadounidense Livent Corporation. Esta data desde 1997, donde se producen aproximadamente 22.500 toneladas de LCE anuales, específicamente carbonato y cloruro de litio (Schteingart y Rajzman, 2021). Por el otro lado, se encuentra la operación Sales de Jujuy, la cual se compone en un 66,5% por la australiana Orocobre, un 25% por la japonesa Toyota y un 8,5% por la empresa estatal jujeña JEMSE (sin un lugar en el directorio). Al igual que la operación Mina Fénix, esta espera que próximamente se inaugure la expansión de su producción de carbonato de litio en 25 mil toneladas. Por último, a mediados de 2023 entró en operación la explotación de Cauchari Aloro, en Jujuy, a partir del *joint venture* entre la china Ganfeng Lithium (46,7%) con Lithium Americas (44,8%) y, nuevamente, JEMSE con una participación accionaria del 8,5%. Este proyecto busca para el 2024 llegar a una capacidad total de producción de 40 mil toneladas de LCE anuales (Página 12, 2 de septiembre de 2023). Contando este último proyecto y las futuras expansiones mencionadas se calcula que para 2024 se triplicará la producción de litio con respecto a 2022, superando las 120 Ktn de LCE, alcanzando las exportaciones para 2025 el monto de USD 900 millones (Schteingart y Rajzman, 2021). El Gráfico 1 muestra las proyecciones de exportaciones de sales de litio de Argentina en dólares. En el Cuadro 2, se detallan los proyectos en diferente estado (factibilidad, planta piloto, explotación, etc.) de acuerdo a los datos proporcionados por la Secretaría de Minería (2021).

**Gráfico 1: Proyección de acuerdo a diversos escenarios a las exportaciones de litio de Argentina, en millones de dólares.**



Fuente: tomado de Schteingart y Rajzman (2021) a partir de Secretaría de Minería (2021).

**Cuadro 2. Proyectos de Litio avanzados en Argentina**

Proyectos	Empresas	Capacidad proyectada en tn de LCE	Estado
Centenario Ratones	Eramet	24,000	Factibilidad
Sal de los Ángeles	NextView Energy Lion HK Ltd	25,000	Factibilidad / Planta Piloto
Sal de Vida	Galaxy Resources Ltd	25,000	Factibilidad / Planta Piloto
Salar del Rincón	Rincón Ltd	25,000	Factibilidad / Planta Piloto
Pastos Grandes	Milennial Lithium	24,000	Factibilidad / Planta Piloto
Tres Quebradas	Neo Lithium Ltd	25,000	Factibilidad / Planta Piloto
Sal de Oro	Posco	25,000	Exploración / Planta Piloto
Rincón Lithium Proyect	Argosy Minerals Ltd y Otros	10,000	Evaluación Económica / Planta piloto
Kachi	Lake Resources	25,000	Prefactibilidad
Pozuelos Pastos Grandes	Lítica (Pluspetrol)	25,000	Evaluación Económica Preliminar
Cauchari	Orocobre Ltd	25,000	Evaluación Económica Preliminar
Mariana	International Lithium/Jiangxi Gangfeng Lithium	10,000	Evaluación Económica Preliminar
Salar del Hombre Muerto Norte	NRG Metals	5,000	Evaluación Económica Preliminar
Salinas Grandes	LSC Lithium Corp	S/d	Exploración Avanzada
Salar de Pular	Pepinni Lithium Ltd	S/d	Exploración Avanzada
Rincón Proyect	Pepinni Lithium Ltd	S/d	Exploración Avanzada
Río Grande	Lítica (Pluspetrol)	S/d	Exploración Avanzada

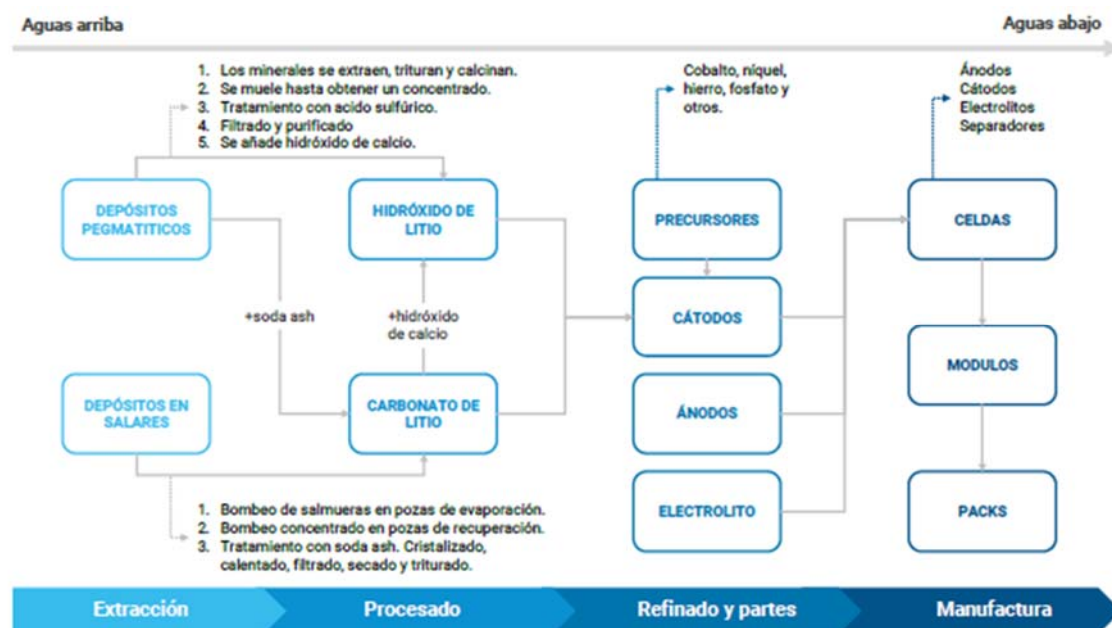
Fuente: Schteingart y Rajzman (2021) a partir de Secretaría de Minería (2021).

En este contexto, el litio es considerado un recurso natural estratégico para la Argentina (Fornillo, 2014). Por esta razón, paralelamente a las actividades de extracción y procesado de LCE, a partir de 2010 se pusieron en marcha un conjunto de acciones y políticas estatales para capitalizar las ventajas comparativas que presenta la abundancia de este mineral en el territorio. Estas se encontraron fundamentalmente dirigidas a desarrollar localmente otros eslabones de su cadena de valor bajo la consigna “del salar a la batería” (Barberón, 2022). Para estudiar en mayor profundidad las iniciativas dirigidas a configurar nacionalmente un sistema estratégico de producción e innovación, a continuación se analizarán: (a) la conformación de sistemas corporativos de producción e innovación dentro de la cadena de valor de litio y baterías ion-litio a nivel global y sus monopolios intelectuales más relevantes; (b) el mapeado de actores y proyectos nacionales agrupados bajo la consigna “del salar a la batería” y; (c) se presentarán las discusiones planteadas por la literatura regional en cuanto a las posibilidades y limitaciones para planificar localmente un sistema productivo de este tipo.

## 2.1. La cadena de valor de las baterías ion-litio

En este apartado se presentan las características más importantes de la cadena de valor de las baterías ion-litio (LIB), profundizando en sus eslabones (Gráfico 2) y los principales actores que forman parte de estos.

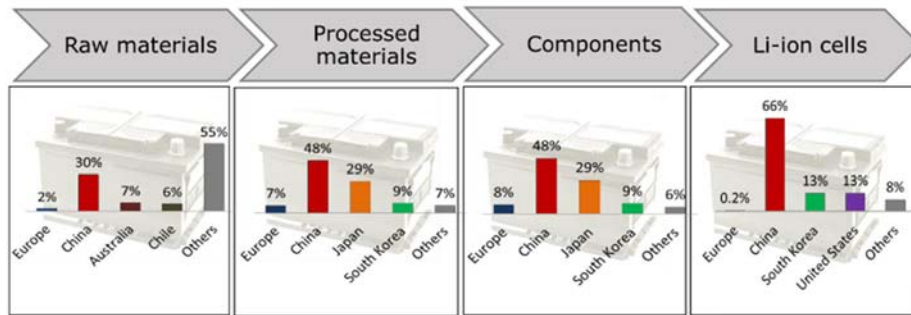
**Gráfico 2: Cadena de valor de las baterías de ion-litio**



Fuente: tomado de Schteingart y Rajzman (2021)

Asimismo, las tareas o etapas que componen la producción de baterías de litio se encuentran deslocalizadas a nivel mundial, conformando lo que puede ser llamado una “cadena global de valor”. En el Gráfico 3 se muestra la concentración geográfica de los eslabones de la cadena. Para los fines de este trabajo, es importante recalcar que la participación de las sales de litio en el costo total de las baterías. Sin embargo, debido a la existencia de diferentes tecnologías de cátodos y la volatilidad del precio del LCE, es difícil de calcular esta proporción. Pese a ello, es posible calcular de la literatura citada que las sales de litio explican aproximadamente entre el 7 y 9% del costo total de una batería LIB.

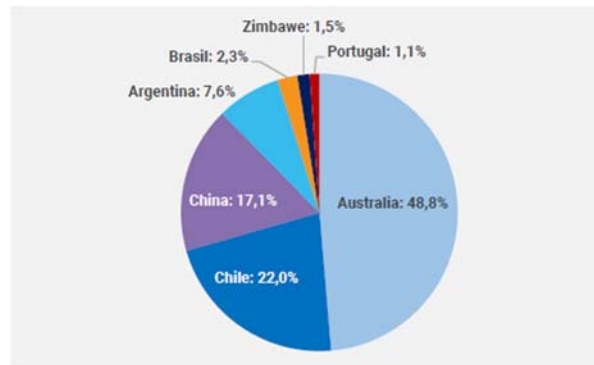
**Gráfico 3: distribución geográfica de los eslabones de la cadena de valor del litio**



Fuente: tomado de Blagoeva et al. (2019)

La extracción de litio y procesado de sales se encuentra concentrada en cuatro países, Australia, Chile, China y Argentina, que conjuntamente explican alrededor del 95.4% del volumen global (Gráfico 4) (CEPAL, 2023; Schteingart y Rajzman, 2021).

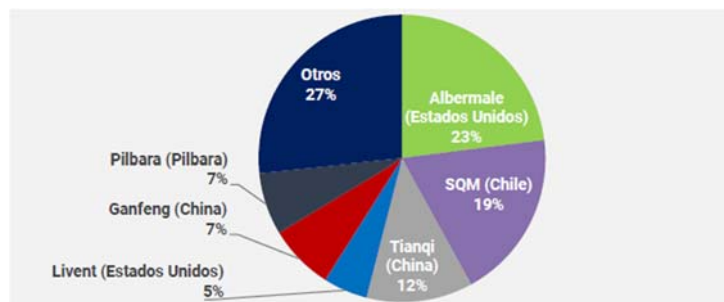
**Gráfico 4: Distribución de la producción de carbonato de litio por país para 2020.**



Fuente: tomado de Schteingart y Rajzman (2021)

Sin embargo, la concentración en la extracción de litio a nivel empresa muestra una composición nacional diferente. De acuerdo con Cochilco (2020), el 80% de la oferta global de litio se encontró históricamente concentrada en mano de cuatro empresas: SQM (Chile), Albemarle (USA), FMC (hoy Livent Corporation -USA-) y Tranqui Lithium (China). A estas empresas se le sumaron en los últimos años otras de origen chino (Ganfeng Lithium Group), australiano (Orocobre, Mineral Resources) y canadiense (Sigma Lithium Corp), entre otras (Forbes, 2023).

**Gráfico 5: Producción de LCE, por empresa a nivel mundial, 2019**



Fuente: tomado de Schteingart y Rajzman (2021) a partir de Cochilco (2020)

En cuanto a aspectos técnicos, existen en términos generales dos tipos de depósitos de litio lo suficientemente concentrados para ser explotados de manera eficiente: los salares y los

depósitos pegmatíticos. En el caso de Argentina los yacimientos existentes se presentan en forma de salares, conformando en conjunto con los yacimientos del norte de Chile y Bolivia el *triángulo del litio*. Esta región representa el 95% de los recursos de litio proveniente de salares verificados a nivel mundial y el 58% de los recursos totales (Schteingart y Rajzman, 2021). En el caso de las operaciones de extracción en salares, estas presentan la ventaja de tener menores costos operativos (OPEX), pero tanto su complejidad productiva (debido las características particulares que presenta cada salar, lo cual requiere, por ejemplo, un trabajo de ingeniería exclusivo), como su costo de capital (CAPEX) son mayores que las operaciones de depósitos pegmatíticos (López et al., 2019). A su vez, estas complejidades requieren que los proyectos atraviesen mayores plazos para iniciar los procesos de extracción, entre 7 y 10 años a partir de las fases de exploración, prospección de reservas y construcción de plantas prototipos.

En cuanto al eslabón de procesamiento, la fabricación de baterías requiere que el litio sea utilizado en forma de compuesto, siendo sus formas más comunes el carbonato e hidróxido de litio. Estos son catalogados de acuerdo a su nivel de concentración, donde para el carbonato de litio de *grado batería* representa la pureza más alta (mayor a 99.5%) y el *grado técnico o industrial* abarca concentraciones entre 99% y 99.5%. Como su nombre lo indica, es la primera calidad la que es utilizada en la fabricación de LIB. En el caso del hidróxido de litio, la frontera entre el grado batería y técnico se encuentra en los 56.5% de concentración.

La ubicación geográfica de las plantas de procesado de litio depende del tipo de operación y de compuesto. Para el caso de los salares, las plantas de producción de carbonato de litio se ubican de manera cercana a las propias operaciones, fundamentalmente debido a los costos y dificultades de transportar la salmuera por largas distancias. Por el contrario, las plantas de procesado de hidróxido de litio (compuesto producido a partir del carbonato de litio) se encuentran de manera más próxima a los puntos de fabricación de celdas y paquetes de batería (actualmente concentrado en Asia). Para el caso de operación mineras de depósitos pegmatíticos, el hidróxido de carbono se procesa directamente del material en bruto, sin pasar por el punto intermedio de carbonato de litio. No obstante, como se verá más adelante, existen proyectos de I+D en Argentina para producir hidróxido de litio directamente del material bruto extraído del salar, innovación que permitiría ahorrar costos y tiempos de procesado.

El tercer eslabón es la producción de los componentes de la celda, la cual se conforma principalmente de cátodos, ánodos, electrolitos y separadores. Como se puede observar en el Cuadro 2, existe una gran concentración de estas actividades de acuerdo a países, siendo fundamental la presencia asiática -China, Japón y Corea del Sur. Nuevamente, la cercanía con los mercados de batería parece ser un principio clave para comprender la lógica geográfica de sus respectivas ubicaciones.

**Cuadro 2: Distribución geográfica de la producción de componentes de celdas de baterías Ion-Litio**

<b>Pais</b>	<b>Cátodo</b>	<b>Ánodo</b>	<b>Electrolitos</b>	<b>Separadores</b>
<b>China</b>	42%	65%	65%	43%
<b>Japón</b>	33%	25%	20%	21%
<b>Corea del Sur</b>	15%	6%	4%	28%
<b>Estados Unidos</b>	-	10%	2%	6%
<b>Resto del Mundo</b>	10%	-	17%	2%

Fuente: BloombergNEF (2021)

De estos componentes el más importante para el potencial estratégico de Argentina es el cátodo, ya que es la parte de la batería que se fabrica a partir de litio. Es importante recalcar que existe una variedad de diferentes tipos de cátodos, los cuales dependen de los materiales

que incorporan: (i) LCO (óxido de cobalto de litio); (ii) NMC (Níquel-Cobalto Manganeseo); (iii) NCA (Níquel-Cobalto-Aluminio); (iv) LFP (Litio-Hierro-Fosfato); (v) LMO (óxido de manganeso de litio). Dada esta diversidad de tecnologías, como se observa en el Cuadro 3 existe una alta especialización de empresas en cada uno de estos segmentos, siendo que pocas de ellas participan en la producción de más de un tipo de cátodo (López, et al., 2019).

**Cuadro 3: Oferta mundial de cátodos, por tipo de tecnología por empresa**

LCO (21%)		NMC (26%)		NCA (9%)		LFP (36%)		LMO (8%)	
Empresa	%	Empresa	%	Empresa	%	Empresa	%	Empresa	%
L&F	16	Internal	14	Sumitomo	73	Pulead	13	Qyanyun	14
Umicore	15	Umicore	12	Toda Kogyo	10	BYD	8	Posco	12
B&M	12	ShanShan	12	Ecopro	5	Zhuoneng	6	JGC	12
Pulead	12	Xiamen Tungsten	10	Nihon Kagaku Sangyo	5	STL	5	Mitsui	
	10	Nichia	9	Kelong	5	BTR Energy	3	ShanShan	9
Top 5	65		57		98		35		59
Top 10	>98		89		>99		n.d.		82
% de China	61		59		7		92		60

Fuente: tomado de López et al. (2019) con base a Sanders (2017).

Para el caso de la producción de células y baterías, los principales productores tienen origen en China, Estados Unidos, Europa, Corea del Sur y Japón. Sin embargo, estas empresas persiguen estrategias de deslocalización global hacia diferentes polos productivos (Cuadro 4) (Bridge y Faigen, 2022).

**Cuadro 4: Líderes de la manufactura de celdas de baterías tier-1 por país y compañía.**

País	Productores de Baterías Tier 1	Localización de plantas manufactureras
China (76%)	CATL	China - Alemania
US (8%)	BYD Panasonic	China - Francia – Hungría Japón, China, Estados Unidos
Europa (7%)	LG Energy Solution (Subsidiaria de LG -Corea del Sur-)	Corea del Sur, China, Estados Unidos, Polonia
Corea del Sur	Samsung SDI	Corea del Sur, China, Hungría, Austria, India, Malasia, Vietnam

Fuente: Bridge y Faigen (2022).

En cuanto a la producción de baterías para la utilización de vehículos eléctricos (la demanda de mayor crecimiento esperado para el caso de LIB (Cochilco, 2020), existen diferentes estrategias perseguidas por las empresas líderes de estos productos. De acuerdo con López et al. (2019):

...mientras que la empresa estadounidense General Motors contrata la fabricación completa de las celdas y de las baterías, las europeas BMW, Renault y Daimler mantienen el diseño y la fabricación del battery pack in-house, las japonesas Nissan y Mitsubishi además producen las celdas mediante subsidiarias controladas, y la china BYD mantiene el control completo sobre la producción de las celdas, y sobre el diseño y la fabricación de los battery packs.

Por su parte las empresas europeas no cuentan con capacidad de producción dentro de sus países, aunque, intentan mantener el diseño y ensamblaje de las baterías in-house. En Estados Unidos, en tanto, los dos actores principales en el negocio de EV, Tesla y General Motors, están adoptando estrategias opuestas. Tesla, en lugar de depender de la cadena de suministro,

opta por producir la mayoría de sus componentes clave. General Motors, por otro lado, opta por externalizar toda su fabricación de celdas y baterías, incluido el sistema de gestión de estas últimas (Lebedeva et al. 2016).

Ahora bien, debido a razones geopolíticas (como el protagonismo de China dentro de la industria) o la amenaza de pérdidas de capacidades productivas locales, se implementaron estrategias industriales en diferentes parte del mundo dirigidas a replegar las cadenas globales de valor del litio y relocalizar dentro del territorio nacional (*reshoring*) o en países vecinos (*nearshoring*) actividades vinculadas tanto a las fases de extracción y procesado de sales como a la fabricación de baterías y producción de vehículos eléctricos (Cretini y Robert, 2023; Obaya et al., 2021; Barbesgaard, et al., 25 de julio de 2024). Entre estos países o regiones se destacan Estados Unidos y Europa, pero también es posible nombrar a países con una industria incipiente, como México, Turquía, Marruecos y Sudáfrica. De este modo, se abre un escenario de reconfiguración de los sistemas globales de producción e innovación del litio, que se condice tanto por las estrategias de las empresas transnacionales, como por los objetivos estatales que se imponen frente a un nuevo paradigma geopolítico-productivo-energético. Dado este escenario, las posibilidades de *upgrading* nacional dentro de la industria del litio no sólo repone el desafío de enfrentar los intereses de las grandes empresas líderes, como anticipa la literatura de CGV, sino a las propias políticas industriales implementadas en Estados foráneos.

Por último, un punto importante que escapa al concepto de cadenas globales de valor se trata de la forma en que se produce y apropia conocimiento. Una estrategia de desarrollo para la industria del litio no puede escapar a preguntas tales como ¿cómo se encuentran conformadas las redes (globales) de innovación del litio, baterías y electromovilidad? ¿Qué rol cumplen universidades, organismos de I+D y empresas de base tecnológica de países semiperiféricos? ¿Quiénes producen conocimiento y quienes lo apropian y capitalizan? Estas preguntas, no obstante, son una agenda de investigación abierta en tanto, por ejemplo, no existen estudios de caso que permitan mapear cómo las principales empresas que lideran cada eslabón de la cadena se vinculan con otros tipos de actores para producir conocimiento que luego transforman en activos intangibles. Por ejemplo, siguiendo a Rikap y Lundvall (2020), una metodología para entender quiénes y cómo producen y apropian conocimiento dentro de un sistema corporativo de innovación es analizar comparativamente las colaboraciones en trabajos científicos-tecnológicos y la copropiedad de patentes.

Ahora bien, en el campo de baterías y electromovilidad, los trabajos suelen enfocarse individualmente en análisis bibliométricos de publicaciones académicas (Wali et al, 2022; Lan et al. 2022) o en estudio de patentamiento (Schmitt et al., 2016; Junior et al. 2019), existiendo pocas excepciones que adopten un abordaje conjunto, los cuales a su vez se concentran en analizar estos procesos a “nivel país” y no a “nivel actor” (Pohl y Marklund, 2024). Si bien estos trabajos permiten visualizar tendencias en la producción de conocimiento alrededor de estas actividades -por ejemplo, que Estados Unidos, Canadá, Japón y China se encuentran entre los países que lideran la publicación académica (i.e. producción de conocimiento) y patentamiento (i.e. producción de innovación)-, no profundizan en: (a) comprender cómo se configuran, tanto a nivel local como global, las redes y sistemas corporativos de innovación; (b) las dinámicas de planificación, producción y apropiación de conocimiento. Avanzar en estas líneas de investigación es importante para tener una mayor perspectiva de cómo se configuran los sistemas corporativos de producción e innovación en los que participan actividades vinculadas a la cadena de valor de las LIB.

## 2.2. Actores y proyectos nacionales en la expansión de la cadena de valor del litio a nivel local

Los primeros intentos por configurar un sistema estratégico de producción e innovación a partir de la extracción de litio datan de principios de la década de 2010. Barberon (2022) observa que fue a partir de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), específicamente con la sanción del Plan Argentina Innovadora 2020 en el año 2011, que se institucionaliza la primera propuesta de política para nacionalizar diversos eslabones de la cadena de valor del litio. Por ejemplo, dentro de dicho plan se delineaba como uno de sus *núcleos socio-productivos estratégicos* el “aprovechamiento de yacimientos de litio para la producción de material de base de alta pureza para fabricar baterías de litio” (MINCyT, 2011, p.65; citado de Barberon, 2022).

En este contexto, la Agencia I+D+i abrió en 2013 diferentes líneas de financiamiento a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) para apoyar mediante aportes no remunerables Proyectos de Transición Energética, contemplando como subcategoría el desarrollo de conocimiento vinculado a la producción de baterías LIB. Dentro de este llamado, por ejemplo, el consorcio conformado por la empresa Y-TEC y la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) recibió financiamiento de los Fondos de Innovación Tecnológica Regionales (FITR) del FONARSEC para el proyecto “Litio Argentino: desde su génesis geológica y extracción hasta baterías de última generación dentro de una estrategia sustentable” (UNJu, 2015). En esta misma línea, en el año 2021 el FONARSEC abrió la convocatoria *Proyectos Estratégicos: Transición Energética*, cofinanciando proyectos relacionados tanto a la extracción de litio como a otras etapas de la cadena de valor.

Por su parte, Y-TEC (YPF Tecnologías) es una empresa creada en 2012 por YPF y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) con el objetivo de producir conocimiento científico y tecnológico vinculado a la industria energética para ser transferido al sector productivo. Esta empresa cuenta con importantes proyectos vinculados tanto a la creación de conocimiento en extracción y procesado de litio, como a la fabricación de baterías LIB, destacándose entre estos últimos la planta piloto UnLiB, creada en conjunto con CONICET, UNLP y otros actores regionales, para la fabricación de diferentes componentes de este tipo de baterías (Órbita, 2021). En esta misma dirección, en 2022 Y-TEC firmó acuerdos de cooperación con la empresa boliviana Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) para el desarrollo y producción conjunta de materiales catódicos utilizados en la fabricación de celdas y baterías (Argentina Gob, 28 de julio de 2022).

A mediados de 2021 YPF crea otra subsidiaria vinculada a la explotación de litio (YPF Litio), con el objetivo de vincular los procesos de extracción y procesado de litio con la producción de baterías. Para ello, YPF Litio se asoció con la empresa estatal CAMYEN (Catamarca Minera y Energética Sociedad del Estado) para explorar un yacimiento litífero de 20 mil hectáreas en la zona de Fiambalá para ser explotada por dichas empresas (Página 12, 23 de marzo de 2023). Asimismo, YPF Litio avanzó en asociaciones internacionales con actores extranjeros, como es el caso de la empresa alemana EUSATI, para impulsar la fabricación de baterías (Ámbito, 15 de septiembre de 2023), o con la china Tianqi Lithium para la transferencia de conocimiento en materia de exploración, explotación, producción e industrialización de litio (Telam, 18 de agosto de 2022). Como se mencionará más adelante, YPF parece ser un actor transversal a todos los eslabones de la cadena de valor del litio, buscando generar conocimiento e industrializarlo a través de sus propias iniciativas productivas.

Por otra parte, otros de los actores centrales en el desarrollo local de baterías se encuentran en las universidades nacionales. Específicamente, se destaca una red de actores académicos que cuentan con más de una década de trayectoria (López et al., 2019). Esta se encuentra



liderada por la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), de la Universidad Nacional de Córdoba, y por el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), de la Universidad Nacional de la Plata. A su vez, en esta red participan actores como el Instituto Balseiro y diversos institutos de investigación pertenecientes al CONICET, entre otros, en los que participan en diversos proyectos vinculados al uso y fabricación de baterías de litio, por ejemplo, en electromovilidad para buses. También mantiene vínculos de cooperación internacional con universidades de Alemania, Eslovenia, España e Italia (López et al., 2019).

En cuanto a actores e iniciativas a nivel provincial, en el año 2015 se creó el Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía en Jujuy (CIDMEJU), conformado por la UNJu, el CONICET y el gobierno provincial de Jujuy. De acuerdo con su web institucional<sup>4</sup>, el CIDMEJU busca la producción de conocimiento a partir de tres ejes de trabajo: (i) nuevas tecnologías eficientes y sustentables para la extracción y procesamiento de salmueras y rocas ricas en litio; (ii) aplicaciones que den lugar al agregado de valor del recurso minero primario, incluyendo estudios sobre baterías y separación isotópica y; (iii) recuperación de litio y otros metales de fuentes secundarias, como ser baterías y paneles solares agotados. El objetivo de este organismo es producir conocimiento para luego ser transferido al sector productivo y contribuir a la conformación de un “clúster del litio” dentro de la provincia. Asimismo, el CIDMEJU mantiene relaciones de vinculación con el Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la Universidad de Buenos Aires, fundamentalmente en temas vinculados al desarrollo de métodos extractivos (Barberon, 2022).

Otras de las iniciativas estratégicas llevadas a cabo por el Estado provincial de Jujuy se encuentra en la empresa JEMSE (Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado), creada con el objetivo de “promover la transformación productiva sustentable de la provincia de Jujuy, fomentando alianzas público-privadas a través del desarrollo de la minería, energías renovables y sus actividades complementarias” (Web institucional<sup>5</sup>). Una de las acciones del gobierno de Jujuy es demandar a los proyectos locales que JEMSE tenga una participación del 8.5% de los consorcios a cargo de la explotación de los yacimientos provinciales. A su vez, esta participación implica una prioridad de venta del 5% de la producción de cada operación provincial, pudiendo designar el comprador. Como se mencionará más adelante, el objetivo de este derecho de venta es contar con poder de negociación frente a empresas extranjeras, en tanto puede asegurarles acceso a carbonato de litio en un mercado con demanda insatisfecha.

En este marco, por ejemplo, el gobierno de Jujuy mantuvo acuerdos internacionales para la producción de baterías nacionales, como es el caso con la empresa italiana SERI (que luego sería suspendido). También se planean vínculos con la compañía china Gotion para la producción de celdas de baterías de Litio en la región de Perico, las cuales serían exportadas a Alemania, India, Estados Unidos, España y Vietnam (Gobierno de Jujuy, 15 de junio de 2022). Dentro del ámbito nacional, en 2020 comenzó un proyecto en conjunto con la UNLP para reconvertir los micros de pasajeros de la provincia a vehículos eléctricos, presentando el primer prototipo en noviembre de 2023 (Periferia, 10 de noviembre de 2023).

Por su parte, desde finales del año 2019 se constituyó el Foro Interuniversitario de Especialistas en Litio de la Argentina con el propósito de debatir y formular políticas sobre la actividad litífera. Este foro estuvo conformado por 30 integrantes involucrados en diferentes líneas de investigación sobre Litio, participando actores como múltiples Universidades

---

<sup>4</sup> Recuperado de: <http://cidmeju.unju.edu.ar/intro.php> (última visita el 13/6/2024)

<sup>5</sup> Recuperado de: <https://jemse.gob.ar/> (última visita el 13/6/2024)

Nacionales, CONICET, INTI, INVAP, CNEA, entre otros. El objetivo de este foro fue plantear las bases de una Comisión Nacional del Litio encargada de delimitar una estrategia integral y nacional para la industrialización de esta actividad.

Por último, en el año 2023 el senado y la cámara de diputados aprobó la Ley 27.738 que valida la ejecución del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030, continuación del Argentina Innovadora 2020. Este Plan plantea mantiene como uno de sus desafíos tecnológicos “fomentar y consolidar un sendero para la transición energética”, proponiendo como misión impulsar la movilidad sostenible mediante el desarrollo y producción local de baterías de litio (MINCyT, 2023).

### **2.3. Discusiones sobre la configuración de una industria nacional alrededor del litio**

Habiendo analizado a grandes rasgos la configuración de las cadenas de valor del litio y mapeado los actores, proyectos y estrategias a nivel nacional para el desarrollo local de diferentes eslabones de esta, a continuación, se recopilan algunas de las discusiones presentes en la literatura nacional sobre las dificultades o límites para configurar espacios industriales estratégicos vinculados al litio en Argentina. Estas discusiones pueden ser ordenadas en dos temáticas o ejes centrales. Por un lado, los problemas resultantes de la normativa regulatoria de la actividad, la cual impacta en la reprimarización y transnacionalización de la extracción del litio y genera tensiones entre niveles de gobernanza provinciales y nacionales. Por el otro, las potencialidades y alternativas entre focalizar aguas arriba o aguas abajo el desarrollo de un potencial sistema estratégico de producción e innovación.

Para contextualizar el primer eje temático es relevante citar el documento emitido por el Foro Interuniversitario de Especialistas en Litio de la Argentina en 2021, el cual resume la forma en que el marco jurídico-político en vigencia limita una estrategia de desarrollo para lo que podríamos denominar un SEPI del litio. En dicho documento se sostiene:

En la actualidad, nuestro país presenta un marco regulatorio de la actividad que facilita una lógica de instalación del capital transnacional con baja captación de rentas, que ofrece muy limitadas oportunidades para la creación de capacidades tecnológicas y productivas intensivas en conocimiento, deficiente reconocimiento de los derechos de las comunidades locales y con escasas capacidades de fiscalización estatal de los impactos ambientales.

(...) las explotaciones están en manos de empresas multinacionales, que no tienen requisitos en términos de la calidad del producto que exportan (por ejemplo, litio en “grado batería”), se venden a sí mismas para reducir las regalías que deben abonar y/o para abastecer plantas de procesamiento radicadas en el exterior, no se asocian con instituciones nacionales del sistema de ciencia y tecnología, no están obligadas a vender litio en nuestro país, sus magros impuestos gozan de beneficios impositivos -cuya base de cálculo se estima a partir de sus propias DDJJ, con poca capacidad de fiscalización por parte del Estado Nacional-, es amplia la diferencia entre lo que obtienen las empresas y el beneficio para el país y, además, poseen estabilidad fiscal por treinta años, entre otras tantas prerrogativas (CIN, 27 de Septiembre de 2021, sn).

Profundizando en esta problemática, el marco regulatorio que rige las actividades litíferas nacionales se conforma por una “tríada jurídica” compuesta por la Constitución Nacional, el Código Minero y la Ley de Inversiones Mineras, todas regulaciones sancionadas en la década de los 90 e influenciadas por los lineamientos neoliberales del Fondo Monetario Internacional (Obaya, 2021; Slipak y Argento, 2021; Juste y Rubiolo, 2023). Como primer punto, de acuerdo con lo sancionado por el artículo 124 de la Constitución Nacional de 1994, el dominio sobre los recursos naturales son potestad de las provincias. Asimismo, al ser el litio un mineral que se ubica en salares, este es considerado un recurso subterráneo y como tal se encuentra regido por el Código Minero, reformado en 1997 (Obaya, 2021). Dicha característica faculta a particulares a explorar y reclamar yacimientos y apropiarse de su explotación, por lo que

son los “descubridores particulares” quienes tienen la potestad para aprovecharlos, previo otorgamiento de concesión de la autoridad estatal correspondiente (Slipak y Argento, 2021; Obaya, 2021).

Sumado a ello, la Ley de Inversiones Mineras de 1993 ofrece dos tipos de incentivos para promover la inversión privada (fundamentalmente orientado hacia una lógica transnacional) en emprendimientos mineros (Obaya y Pascuini, 2020; Obaya, 2021). Por un lado, propone reducir el riesgo privado en inversiones a partir de garantizar estabilidad tributaria por 30 años, lo cual significa que estas actividades no serán grabadas por nuevos impuestos durante el período de tiempo mencionado. Por el otro, dentro de los pocos impuestos que deben ser tributados se encuentran las regalías mineras por un tope del 3% del “valor en boca de mina”, luego de deducirse los costos de producción a partir de la declaración jurada de la empresa. De este modo, las compañías extranjeras tributan sumas irrisorias por la extracción de litio, aun en momentos en que estas obtienen ganancias extraordinarias debido a las subas del precio internacional (Gómez Lende, 2024). Asimismo, poseen otros tipos de beneficios, como deducciones en las tasas aduaneras y aranceles para la importación de equipos e insumos o la disminución de retenciones a sus exportaciones (Obaya y Pascuini, 2020). Este tipo de esquema se vería profundizado con la sanción del Régimen de Incentivos a las Grandes Inversiones a mediados del año 2024.

De este modo, la literatura argumenta que la estructura normativa en vigencia favorece lógicas de acumulación que reprimarizan y transnacionalizan las actividades extractivas del litio, provocando que el país se inserte en las cadenas globales de valor en aquellos eslabones de menor apropiación de valor (Slipak y Urratia Reveco, 2019; CIN, 27 de Septiembre de 2021). En los términos planteados por el marco teórico propuesto, esto se traduce a que Argentina participa en una posición subordinada de los sistemas corporativos de producción e innovación de la minería de litio, siendo planificado por empresas multinacionales quienes reciben condiciones extraordinarias para la reproducción de su capital. Para demostrar estos puntos, Slipak y Argento (2021) señalan tres casos que ponen en perspectiva las dinámicas de reprimarización que provoca el marco jurídico actual. En primer lugar, la expansión de la operación llevada por la empresa Orocobre se orientará específicamente a la producción de carbonato de litio grado técnico, lo que implica un menor grado de valor agregado en comparación con la operación original que producía carbonato grado batería, más puro y procesado y, por lo tanto, con mayor contenido industrial. En segundo lugar, la operación de UT Minera en Sal de los Ángeles muestra un traslado en las actividades litíferas hacia un eslabón de menor valor agregado, en tanto esta exporta cloruro de litio al 35%, nuevamente una sal de litio de menor contenido industrial el cloruro de litio. En tercer lugar, la empresa Livent exporta su producción de cloruro de litio a empresas subsidiarias extranjeras a menores precios que los fijados por el mercado internacional, en tanto aplican las reglas que rigen las transferencias entre la propia firma. Este tipo de exportación disminuye el grado de apropiación de la renta minera en territorio nacional y las posibilidades fiscales de la provincia de Catamarca. En conclusión, estos ejemplos dan cuenta cómo la normativa nacional facilita un proceso de acumulación determinado por la planificación corporativa-predatoria ejercida por las empresas extranjeras que operan el litio en Argentina.

Un segundo punto que fomenta este proceso de reprimarización se encuentra en la ausencia de canales claros de vinculación entre las actividades de extracción y procesado de litio y el sistema científico-tecnológico nacional. Este fenómeno crea barreras que dificultan la posibilidad de crear conocimiento local para avanzar hacia otros eslabones de mayor valor agregado, intensivos en tecnología. Por un lado, la flexibilidad y facilidades que ofrece la normativa nacional limita al Estado contar con el poder de negociación necesario para imponer a las empresas mineras condiciones de transferencia de tecnología o la utilización,

al menos parcial, de insumos y servicios nacionales -aun cuando existe industria nacional competitiva para internalizar la producción de insumos actualmente importados por estas empresas- (Cretini y Robert, 2023). Asimismo, es de esperar que este tipo de vínculos no sucedan de manera autónoma, en tanto estas firmas transnacionales poseen agendas de I+D que dependen de las decisiones de sus casas matrices y, por lo tanto, tienden a mostrar escaso interés o incentivos para cooperar o vincularse con actores nacionales y producir nuevo conocimiento (López, et al. 2019). De allí que sea posible suponer, como se marcó en el apartado 2.1, que estas empresas configuren sus propias redes y sistemas corporativos de innovación, involucrándose sólo en las agendas tecnológicas que se alineen a sus objetivos de acumulación y que, en caso de lo contrario, tengan la capacidad de apropiarse el conocimiento producido.

En resumen, las contradicciones entre un enfoque liberal y uno estratégico provocó que si bien las políticas de promoción ofrezcan “zanahorias” (incentivos) para la localización de empresas transnacionales en los salares argentinos, no logren imponer el “palo” que motive a las empresas a desarrollar o favorecer otros eslabones de la cadena (*upgrading*) nacionalmente (Obaya, et al, 2021). De hecho, los proyectos nacionales no cuentan con un marco regulatorio que respalde el acceso al litio extraído de los salares argentinos y su compra a valores privilegiados, sino que deben ser adquiridos a precio y disponibilidad de mercado (Cretini y Robert, 2023). En este sentido, por ejemplo, YPF requirió firmar un contrato con la estadounidense Livent para abastecer del carbonato de litio necesario para la producción de baterías dentro del UniLIB (Gómez Lende, 2024).

En tercer lugar, el carácter federal de las regulaciones mineras provoca competencias interprovinciales para la atracción de inversiones que contribuye a mayores beneficios fiscales, flexibilizaciones de regulaciones ambientales y mejoras impositivas que causan una pérdida de gobernanza estatal sobre estas actividades y, nuevamente, favorecen la reprimarización del recurso (Slipak y Urrutaria Reveco, 2019; Juste y Rubiolo, 2023). A su vez, reducen exponencialmente las recaudaciones provinciales vinculadas al litio, siendo que, por ejemplo, estas representan entre el 0.5% y 2% del presupuesto de Jujuy y Catamarca, lo que muestra que los potenciales efectos de “derrame” de estas actividades sobre el territorio provincial son mínimos (Gómez Lende, 2024). De este modo, este esquema causa que las provincias no presenten un nivel de negociación necesario para controlar condiciones de venta relevantes, por ejemplo, para que parte de los recursos extraídos se dirijan a fomentar el desarrollo local de otros eslabones de la cadena, o para apropiarse una mayor porción de la renta minera (Obaya et al, 2021, Cretini y Robert, 2023).

Por otro lado, las competencias regulatorias y los intereses recaudatorios de las provincias mencionadas tienden a generar conflictos de interés con las políticas desarrollistas llevadas a cabo por diferentes ámbitos del gobierno nacional (como ser YPF) (Obaya, et al, 2021; Juste y Rubiolo, 2023). En estos puntos, Fornillo y Gamba (2019) y Juste y Rubiolo (2023) comparan al sistema regulatorio argentino con el chileno y sostienen que, si bien este último también presenta un enfoque liberal y de protagonismo de empresas transnacionales, el Estado chileno cuenta con mayores márgenes de maniobra al negociar como una unidad de interés.

Ahora bien, una excepción a este régimen liberal se encuentra en las políticas provinciales del gobierno de Jujuy, las cuales mostraron tener una aproximación más *estratégica* en comparación con Catamarca y Salta. En efecto, en esta provincia se adoptó un enfoque industrialista para promover eslabonamiento a otras actividades litíferas y forjar una suerte de *cluster* del litio (Fornillo y Gamba, 2019). Como fue caracterizado en el apartado anterior, un ejemplo central dentro de estas estrategias es la formación de la empresa JEMSE, la cual no sólo participa accionariamente de las operaciones jujeñas con un 8.5%, sino que también

tiene potestad de una cuota que la dota de una preferencia de venta del 5%, que alcanzaría para 2024 las 4 mil toneladas de LCE (Obaya, 2021). Asimismo, se formó el ya mencionado centro de investigación del litio, CIDMEJU. Sin embargo, que tan potente es la capacidad de Jujuy para promocionar otros eslabones a partir de esta cuota preferencial de oferta y el resto de sus iniciativas tecnológicas es cuestionado por la literatura (López, et al, 2019; Obaya et al, 2021; Slipak y Argento, 2020, Cretini y Robert, 2023).

En línea con las tensiones entre las políticas multiniveles, es importante aclarar que las iniciativas provinciales del gobierno de Jujuy se muestran en su mayor parte descoordinadas del resto de las políticas y acciones llevadas a cabo por el Estado nacional. Por ejemplo, es posible observar la superposición y competencia de proyectos, como es el caso de la planta piloto UniLiB (propuesta por actores como YPF, Y-TEC, CONICET y otros organismos nacionales), con las iniciativas de JEMSE para avanzar en otros eslabones aguas arriba. En efecto, JEMSE parece perseguir asociaciones con grupos extranjeros, entre ellos el italiano SERI o con la empresa china Gotion Inc. (Obaya y Pascuini, 2020; Prensa Jujuy, 23 de junio de 2022). En estos últimos casos, estos vínculos asociativos estuvieron principalmente enfocadas en el ensamble de baterías, por lo que tampoco queda claro las verdaderas posibilidades de producción de conocimiento o articulación con el resto del sistema de CTI nacional (López et al, 2019). No obstante, por otro lado, Y-TEC y el CIDMEJU cuentan con proyectos conjuntos, por ejemplo, en el desarrollo de procesos de extracción de litio de salmuera por medios electroquímicos para mejorar su eficiencia (Juste y Rubiolo, 2023).

A partir de lo remarcado, es posible concluir que las desconexiones entre los diferentes eslabones de la cadena de valor del litio en Argentina no sólo son causadas por el origen transnacional de las empresas encargadas de su extracción y procesamiento, sino también por la heterogeneidad y ausencia de canales de coordinación entre actores locales, fundamentalmente, estatales. En este sentido, CIN (27 de Septiembre de 2021) sostiene que al día de hoy los actores que poseen iniciativas para desarrollar tecnología del litio (empresas públicas y privadas, universidades, organismos públicos de I+D, entre otros) lo hacen “de una manera atomizada, desarticulada, hasta competitiva entre sí, a falta de una coordinación integral y una vinculación seria con el área extractiva” (sn). De este modo, argumentamos que si bien, por ejemplo, las iniciativas de Jujuy podrían avanzar a que esta provincia adopte incipientemente otros eslabones de la cadena de valor del litio, es difícil que estas acciones constituyan efectivamente un ejercicio de planificación de un SEPI. Este diagnóstico parece ser compartido por CIN (27 de Septiembre de 2021), en el cual se sostiene que:

...no contamos con un plan estratégico nacional, integral e inclusivo para crecer tecnológicamente en el nuevo paradigma energético. En nuestro primer escrito público, a inicios del año 2020 y frente la situación atomizada y descoordinada imperante, mencionamos la necesidad de establecer una política organizada e integral, que articule a las diferentes escalas de gobierno y actores políticos, así como también a las distintas carteras e instituciones públicas ya abocadas al litio como CONICET, CIN, INTI, CNEA, INVAP, YTEC, IEASA, Fabricaciones Militares, Astilleros Río Santiago para, de este modo, cimentar una política estratégica nacional de largo alcance (sn).

Por otro lado, existen discusiones sobre la dirección estratégica que deberían tomar las políticas e iniciativas locales para la configuración de SEPI. Siguiendo a Obaya et al (2021), se argumenta que las ventajas comparativas que presenta la Argentina dentro de la industria litífera tienen un mayor potencial en encadenamientos aguas arriba, es decir, hacia el desarrollo de tecnologías y servicios volcados a la exploración y prospección, como de la producción de bienes de capital e ingeniería para la extracción y procesado.

Este argumento se debe, fundamentalmente, a: (i) la existencia a nivel internacional de crecientes esfuerzos por multiplicar las fuentes de litio, por lo que desarrollar mayores capacidades de extracción y procesamiento puede ser clave para mantener la competitividad

interregional en el largo plazo (por ejemplo, a partir de reducir los costos de capital o aumentar la productividad, entre otros factores); (ii) en esta misma línea, la multiplicación de operaciones de extracción de litio a nivel global puede ser una ventana de oportunidad para la exportación de servicios y tecnologías extractivas desde Argentina; (iii) existen mayores posibilidades de negociar con las empresas transnacionales que operan nacionalmente y crear un marco de cooperación para el desarrollo de conocimiento estratégico (aunque este punto no se da sin obstáculos, dado el marco regulatorio y la naturaleza de las estrategias empresariales de las empresas líderes de minería de litio) y; (iv) nuevas demandas (como la preferencia de hidróxido de litio para la manufactura de baterías) abren continuamente ventanas de oportunidad para el desarrollo de nuevas tecnologías (como es el caso de los proyectos nacionales para obtener hidróxido de litio a partir del cloruro de litio de salares). Este tipo de encadenamiento, de ser exitoso, permitiría asegurar el acceso a un recurso estratégico en el largo plazo, producir encadenamientos horizontales a otras aristas de la minería y fomentar la explotación y apropiación de la renta minera nacional (López et al. 2019).

Asimismo, estos autores remarcan que existen mayores limitaciones para una estrategia volcada a la transición “del salar a las baterías”, en tanto: (i) es un mercado en etapa evolutiva y fuertemente competitivo en la reducción de costos y (ii) existe una localización marcada por la cercanía a la demanda (industria de electromovilidad), por lo que el mercado local/regional puede no ser lo suficientemente importante para la producción competitiva de baterías. Asimismo, refieren a la existencia de tres tipos de distancias entre la fabricación de batería de ion-litio y la extracción de litio de salares: (i) una *material*, en tanto el litio representa cerca del 10% del costo total de la batería, por lo que la abundancia de este recurso podría no ser una ventaja competitiva suficiente; (ii) una *tecnológica*, ya que la extracción de litio no aporta conocimiento o capacidades que puedan ser trasladadas o contribuyan al desarrollo y producción de baterías y; (iii) una *competitiva*, debido a la mayor concentración de grandes empresas en las etapas de fabricación de baterías y, por lo tanto, menos poder de negociación para colaboraciones y transferencia de conocimiento a partir de la disponibilidad del litio nacional.

Sin embargo, respecto a este punto Fornillo y Gamba (2019) contestan:

En la Argentina, por caso, las chances de crear tecnología en torno a la extracción no son para nada evidentes, no por capacidad tecnológica sino por otras causas: un informe que procuró dar cuenta de las oportunidades de desarrollarse en relación a la extracción litífera aseguraba que las empresas transnacionales radicadas en los salares no tienen interés en adoptar métodos de extracción alternativos, que demuestran “poco interés” en explotar recursos que no se encuentren en sus modelos de negocios, que existe escasa capacidad para regular la actividad de las empresas y, aunque resulte increíble, “dificultades para acceder a los salares por parte de los investigadores de organizaciones públicas” (p.161).

De este modo, estos autores consideran que el problema central no es considerar ambas alternativas como excluyentes, sino diseñar un esquema que permita una mayor participación nacional de la renta del litio, la producción de valor y el desarrollo y control de tecnología local. Nuevamente, podemos considerar a estas ideas asociadas al concepto de SEPI. Por su parte, Cretini y Robert (2023) sostienen que, siguiendo la tendencia global de la regionalización de las cadenas de valor de las baterías de litio, existen oportunidades para avanzar aguas abajo en la fabricación de celdas y baterías. Para ello sería necesario crear un mercado local o regional que traccione una demanda para ellas, por ejemplo, a través de desarrollar la industria de vehículos eléctricos. Sin embargo, este tipo de estrategias requieren esfuerzos diplomáticos para formar redes productivas que no sólo tengan un alcance nacional, sino que se configuren regionalmente, integrando y creando vínculos de cooperación con otros países del continente.

### **3. Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación del Litio: alcance y una agenda de investigación**

A partir de lo presentado en los apartados anteriores, es posible concluir que los esfuerzos nacionales no mostraron un avance considerable en la configuración de un SEPI alrededor del litio. Esto se debe, fundamentalmente, a tres puntos:

- (a) Una participación subordinada en Sistemas Corporativos de Producción e Innovación, principalmente en actividades de extracción y procesado de litio, que imponen una lógica de planificación predatoria de recursos naturales.
- (b) Un sistema de regulaciones que dificulta la perspectiva de implementar y sostener ejercicios de planificación estatal, en tanto profundizan el poder de las empresas extranjeras y limitan la capacidad de absorción de rentas mineras que puedan ser direccionadas a una estrategia industrial (entre otros efectos positivos para el desarrollo industrial).
- (c) Un conjunto de iniciativas tecnológicas/productivas desarticuladas que pone en evidencia la ausencia de una estrategia centralizada y coherentemente orientada hacia producir el conocimiento y capacidades necesarias para planificar un SEPI. Por el contrario, emergieron múltiples proyectos que al no ordenarse bajo objetivos estratégicos generales tienden a competir o solaparse entre sí.

A partir de estos resultados, la literatura sostiene que la construcción de una industria nacional alrededor de la ventaja comparativa que significa la abundancia de litio en el país requiere, por un lado, de un nuevo marco normativo que regule las dinámicas de acumulación de los capitales transnacionales y ofrezca mayores posibilidades para una apropiación local de la renta minera y la producción de efectos estratégicos para el desarrollo nacional, como la transferencia de conocimiento. Por el otro, parece ser fundamental un enfoque sistémico y estratégico de orientación desarrollista que fomente un orden lógico en la promoción de iniciativas y no su competencia o superposición de objetivos. De este modo, la articulación y fijación de objetivos (misiones) para implementar un Sistema Estratégico de Producción e Innovación requiere de políticas sistémicas que articulen diferentes sectores y ámbitos de la sociedad (empresas, universidades, organismos de I+D, ONG, gobiernos de diferente nivel, etc.) a través de diferentes instrumentos, no sólo de orientación industrial y tecnológica, sino de transporte y energía, regulatorias, comerciales, diplomáticas, así como la creación de nuevos mercados y políticas financieras dirigidas a generar flujos de inversión para nuevos proyectos.

De este modo, es posible que el marco de SEPI pueda ser una brújula que oriente a este conjunto de políticas y acciones estatales para generar transformaciones institucionales, productivas, tecnológicas, organizativas, legislativas, entre otras. Para ello, sería importante delinear una agenda de investigación que permita explicitar y profundizar en aspectos o puntos clave que deberían ser tenidos en cuenta para una estrategia política de transformación alrededor del litio.

En primer lugar, uno de los puntos más debatidos por la literatura se encuentra en la estructura de gobernanza de este recurso. Un SEPI requiere de una estructura sólida de planificación, que no sólo requiere el desarrollo y crecimiento de las actividades que componen a esta cadena de valor, sino también asegurar que el valor y el conocimiento producidos sean dirigidos al desarrollo del país. Sin embargo, generar una nueva estructura de planificación que posibilite en mayor medida la vinculación de las actividades extractivistas en manos de capitales transnacionales a desarrollos productivos locales no sólo radica en un cambio en la legislación vigente para el sector. Por el contrario, también implica esfuerzos

que concilien los intereses de diferentes ámbitos del Estado nacional y de diferentes actores, no sólo de origen público sino también privados y extranjeros, para generar un plan de desarrollo coherente e internamente consistente. Asimismo, es fundamental generar capacidades para construir poder de negociación suficiente para apropiarse de una parte significativa de la renta minera y poder redirigirla a la producción de activos intangibles funcionales a un programa de desarrollo y resguardar el conocimiento creado localmente para que este sea capitalizado a nivel local y no convertido en activos intangibles monopolizados por empresas líderes. Qué capacidades de planificación se requieren para generar dicha estructura institucional, cómo coordinar (planificar) a estos actores y qué activos intangibles son necesarios para ello, son preguntas que abre este documento.

Una pista para contestar estas indagaciones puede estar en grandes empresas estatales como YPF Lítio y las mineras provinciales, las cuales podrían convertirse en “campeones nacionales estatales” capaces de configurar un sistema nacional de producción e innovación del litio a partir de ordenar redes de innovación y crear capacidades productivas en pequeñas y medianas empresas (Lavarello et al., 2023). Un campeón nacional de estas características podría presentar mayores posibilidades de negociación frente a capitales extranjeros, además de mayor cohesión nacional frente a otros jugadores locales. Por ejemplo, el caso de INVAP y CNEA para el sector satelital y nuclear es un ejemplo clave de cómo se desarrollaron políticas de catching-up tecnológica y formaron sistemas productivos nacionales a través de la creación de capacidades en empresas locales (Cúneo, 2024). Para ello también sería útil estudiar experiencias globales que expliquen cómo empresas estatales lograron configurar nacionalmente sistemas de este tipo. Por mencionar un ejemplo, Rosatom en Rusia es la empresa encargada de planificar el sistema nacional de producción e innovación nuclear, articulando desde agencias regulatorias nacionales y empresas de base tecnológica, pasando por etapas de minado y procesado de uranio y combustibles nucleares, hasta empresas de construcción y operación de centrales nucleares de poder o de grandes navíos de propulsión nuclear. Estas experiencias podrían ayudar a resolver también otras preguntas, como cuál es la dirección correcta para fomentar eslabones productivos, por ejemplo, hacia etapas de extracción y procesado o, en dirección contraria, hacia la producción de baterías de ión-litio.

Por otro lado, es importante estudiar cómo estas estructuras de planificación estatal cuentan con un carácter multitemporal, punto relevante especialmente para un país como la Argentina en que los cambios de signo político suelen tener impacto negativo en los procesos de planificación de largo plazo. Por ejemplo, en los momentos de escritura de este documento se encuentra en media aprobación la *Ley de Bases*, que cuenta con el Régimen de Incentivos para Grandes Inversiones (Diputados, 2024). Este régimen presenta una profundización del marco regulatorio actualmente en vigencia para el Lítio, favoreciendo la transnacionalización de las actividades extractivas sin una propuesta clara sobre la industrialización de otros eslabones de la cadena o la creación de *spillovers* productivos y/o tecnológicos. En este mismo marco, la actualidad política del país vuelve a poner en discusión la privatización de empresas públicas claves para la cadena de valor del litio, como YPF y sus múltiples subsidiarias, y a acentuar sus actividades hacia la extracción y procesado de fósiles, fundamentalmente en actividades ligadas a Vaca Muerta (Ferrari, 2024). De este modo, un punto clave para configurar un SEPI del litio es resolver cómo blindar potenciales ejercicios de planificación de largo plazo, sin dar lugar a continuos arranques en falso y retrocesos.

Como punto final, parece ser fundamental avanzar en un estudio dedicado a analizar las estrategias llevadas por otros países de la región y mapear sus complementariedades con las capacidades y conocimientos presentes nacionalmente. En este sentido, es difícil que un enfoque exclusivamente nacional sea suficiente para construir y sostener de manera competitiva una industria de baterías y/o electromovilidad. Por ejemplo, Cretini y Robert



(2023) remarcan que existen potenciales relaciones de cooperación con Brasil, por sus actividades en la extracción de níquel (otro de los materiales críticos para la producción de baterías) y las complementariedades entre ambas industrias automotrices. En otras palabras, es importante analizar en qué medida un sistema estratégico de producción e innovación puede tener una mayor impronta regional a través de alianzas con socios estratégicos. En esta misma línea, estudiar las políticas globales de *reshoring* y *nearshoring* pueden contribuir en esta dirección y/o identificar nichos y mercados para potenciales actividades vinculadas al litio en el país.

## Conclusiones

En este documento se utilizó el marco teórico de Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación (SEPI) para esquematizar el estado general de la actualidad de las actividades litíferas en Argentina a través de un mapeado de los actores y políticas alrededor de la cadena de valor del litio, como, también, por medio de las discusiones presentes en la literatura sobre una posible industrialización de este recurso. El concepto de SEPI permite un abordaje novedoso que busca sintetizar de manera coherente los aportes de diversos enfoques del desarrollo, entre ellos la Teoría de Cadenas Globales de Valor, la perspectiva sectorial del cambio estructural y nociones schumpeterianas como la de Sistemas Nacionales de Innovación o Sistemas Tecnológicos. A partir de este ejercicio se extrajeron las siguientes conclusiones.

Por un lado, que la industria de baterías ion-litio (LIB) se compone de una cadena de valor compuesta por eslabones con altas demandas tecnológicas, tanto aguas arriba (en la fabricación de celdas y packs de baterías y sus múltiples componentes) como aguas abajo (como en las etapas de minado y procesado de carbonato e hidróxido de litio). Esta complejidad también radica en el mapeado de actores encargados de las tareas que componen dicha cadena, existiendo una importante concentración en cada uno de sus eslabones.

Asimismo, los efectos geopolíticos y de pérdida de competencias productivas que se dan alrededor de la industria de la transición energética, fundamentado principalmente por el creciente protagonismo de China, motivaron a países como Estados Unidos y regiones como Europa a promocionar procesos de *reshoring* y *nearshoring*. De este modo, es posible reinterpretar esta búsqueda como la voluntad de Estados nacionales por influenciar la configuración (o reconfiguración) de Sistemas Corporativos de Producción e Innovación en el propio espacio nacional o en aquellos espacios nacionales en los que pueden tener una influencia más clara. Alternativamente, empresas de origen chino, como puede ser el ejemplo de CATL, buscan remediar como respuesta defensiva a las iniciativas antes mencionadas expandir sus sistemas corporativos hacia nuevos territorios y así poder ampliar su horizonte de capitalización (Barbesgaard, et al., 25 de julio de 2024). Una mayor profundización sobre estas políticas es útil para mapear las posibilidades, oportunidades y amenazas potenciales para las políticas y programas nacionales dirigidos a configurar sistemas de producción e innovación con una mayor impronta local/regional.

Por otro lado, es importante caracterizar de una manera más profunda a los diferentes actores que forman parte de la cadena de valor de las baterías LIB. Si bien podemos plantear como hipótesis que los líderes globales mencionados en el Apartado 2.2 son, efectivamente, monopolios intelectuales, confirmar este supuesto implica estudiar en mayor detalle las dinámicas de producción y acumulación de activos intangibles, la fijación de estándares industriales, los vínculos entre estas empresas y otros actores, por ejemplo, en cómo se configuran sus redes globales de innovación, entre otras características. Este análisis permitirá tener mayor conocimiento sobre cómo se configuran a nivel global sistemas corporativos de producción e innovación, lo que puede ser útil para plantear una estrategia

nacional volcada al desarrollo local de la industria del litio, baterías LIB e, incluso, electromovilidad.

Por otro lado, encontramos que la Argentina se inserta de manera subordinada dentro de sistemas corporativos de producción e innovación como enclave productor de materias primas, siendo que estas actividades son llevadas localmente por empresas extranjeras que poseen su propia agenda de acumulación, basada fundamentalmente en procesos de extractivismo que no necesariamente son compatibles o funcionales a objetivos locales de *upgrading sistémico*. Asimismo, las normas jurídicas que regulan la actividad favorecen esta integración subordinada en tanto: (i) ceden beneficios impositivos que limitan la apropiación nacional de la renta minera del litio; (ii) poseen regulaciones laxas y permiso que redundan en procesos de reprimarización y transnacionalización de las actividades extractivas; (iii) reducen el poder a las provincias y al Estado nacional para negociar frente a las empresas transnacionales, por ejemplo, la transferencia de conocimiento o la compra nacional de insumos industriales, (iv) generan conflicto de interés entre los divergentes niveles del Estado; y, en consecuencia; (v) provoca que las políticas públicas “del salar a las baterías” no conformen una estrategia coherente e integrada, sino un cúmulo de iniciativas desarticuladas que evidencian la ausencia de una lógica de sistema.

Por último, identificamos que un debate dentro de la literatura se orienta a determinar la dirección que debería tomar el potencial sistema estratégico nacional de producción e innovación alrededor del litio. Parte de esta bibliografía argumenta que es más eficiente desarrollarlo aguas arriba, profundizando en aquellos eslabones relacionados a tareas de prospección, extracción y procesamiento. Dichos argumentos se apoyan en la expectativa de que, en un marco en que existen iniciativas globales a pluralizar el origen de las reservas de litio, crear conocimientos y capacidades industriales en las etapas de extracción y procesado llevaría capitalizar de manera más eficiente las ventajas comparativas nacionales y asegurar que Argentina sea competitivo a nivel internacional en el largo plazo (potencialmente un exportador de soluciones tecnológicas dentro de estas tareas).

Sin embargo, otra parte de la literatura sostiene que no es evidente la eficiencia de irrumpir aguas abajo en la cadena de valor del litio, en tanto no soluciona la problemática de interactuar con empresas que poseen competencias y capacidades concentradas. Por ejemplo, avanzar sobre tecnologías de extracción continúa requiriendo de la colaboración y transferencia de conocimiento por parte de empresas extranjeras que cuentan con sus propias estrategias de I+D. Como contraargumento, entonces, se sostiene que avanzar aguas arriba tiene el potencial de generar importantes transversalidades hacia áreas industriales que son claves de la economía argentina, como es el sector automotor. De este modo, una industria incipiente de baterías LIB podría significar encadenamientos que incentiven modernizar y preparar la industria automotriz nacional/regional hacia la electromovilidad, segmento que en Latinoamérica es todavía altamente incipiente y depende fundamentalmente de tecnología importada.

Por último, a partir de este análisis se plantea que el enfoque de sistemas estratégicos de producción e innovación puede ser útil para plantear políticas que permitan integrar nacionalmente los diferentes eslabones de la cadena de valor del litio. Un sistema estratégico de este tipo permitiría construir una estructura coherente de planificación que ponga acento en fomentar procesos de transformación industrial a partir de aprovechar las oportunidades que ofrecen la ventaja comparativa de acceso privilegiado a recursos naturales (y de capacidades tecnológicas) con los que cuenta el país y tener un mayor control sobre el flujo de valor y conocimiento, limitando las posibilidades de extractivismo. Para ello se conformaron los lineamientos de una posible agenda de investigación que aporte con nuevo

entendimiento para delinear estrategias de políticas que fomenten la construcción de una industria del litio que contribuya al desarrollo del país.

## Bibliografía:

- Ámbito (15 de septiembre de 2023) Litio: YPF suma socio alemán para impulsar cadena de valor y las baterías argentinas. Disponible en: <https://www.ambito.com/economia/litio-y-pf-suma-socio-aleman-impulsar-cadena-valor-y-las-baterias-argentinas-n5822012>
- Argentina Gob (28 de Julio de 2022). *Convenio de cooperación científico-tecnológica con Bolivia para la producción de celdas y baterías de ion litio*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias>
- Barberón, A. (2022). El litio en Argentina: Impacto productivo y políticas científico-tecnológicas. *Ciencia, tecnología y política*, 5(9), 081. <https://doi.org/10.24215/26183188e081>
- Barbesgaard, M., Zhang, H., Hertanti, R., Gagyi, A. y Vervest, P. (25 de julio de 2024). The 'new Darwinian world' of the energy transition. CATL, capitalist strategies and emerging state-capital alliances. Transnationalistite. Disponible en: <https://www.tni.org/en/article/the-new-darwinian-world-of-the-energy-transition>
- Barletta, M. F., y Yoguel, G. (2017). ¿De qué hablamos cuando hablamos de cambio estructural? In M. Abeles, M. Cimoli, y P. Lavarello (Eds.), *Manufactura y Cambio Estructural* (pp. 27–54). UN. <https://doi.org/10.18356/4fde9b15-es>
- Blagoeva, D., Pavel C., Wittmer, D., Huisman, J., Pasimeni, F., (2019), Materials dependencies for dual-use technologies relevant for Europe's defence sector, JRC Science for Policy Report, EUR 29850 EN, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg. doi:10.2760/570491, JRC117729
- BloombergNEF(2021) *Lithium-ion battery pack price and demand outlook*. Londres.
- Bridge, G., y Faigen, E. (2022). Towards the lithium-ion battery production network: Thinking beyond mineral supply chains. *Energy Research y Social Science*, 89, 102659. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102659>
- Carlsson, B., y Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1, 93-118.
- CEPAL. (2023). *Lithium extraction and industrialization. Opportunities and challenges for Latin America and the Caribbean*.
- Cheng, M., Rehman, S., Seneviratne, M., y Zhang, S. (2015). *Reaping the benefits from global value chains*. International Monetary Fund.
- Chesnaï, F. (1992). National systems of innovation, foreign direct investment and the operations of multinational enterprises. En: Lundvall, B.-Å. (Ed.). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Anthem Press, p. 259-292.
- Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A., y Vergara, S. (2005). Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en Latinoamérica. In *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina* (p. 162). CEPAL.
- Consejo Interuniversitario Nacional. (27 de mayo de 2021) *Litio 2021 en la Argentina ¿Una política soberana?* Disponible en: <https://www.cin.edu.ar/litio-2021-en-la-argentina-una-politica-soberana/>
- Comisión Chilena del Cobre. (2020). *El mercado de litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2030*. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Produccion%20de%20Litio%20hacia%20el%202030%20edicio%20de%202021%20versi%C3%B3n%20def.pdf>
- Comisión Chilena del Cobre. (2023). *El mercado de litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2035*. Disponible en: [https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20\(002\).pdf](https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20(002).pdf)
- Codner, D. G., Becerra, P., y Díaz, A. (2012). Blind Technology Transfer or Technological Knowledge Leakage: A Case Study from the South. *Journal of Technology Management y Innovation*, 7(2), 184–195. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242012000200015>
- Cretini, I. y Robert, V. (2023). De la inflación. Qué esperar del FMI. Argentina y el litio: ¿ventana de oportunidad o riesgo de reprimarización? *Lecciones desde África: El. Fundación de Investigaciones para el Desarrollo*, 411.
- Cúneo, D. (en prensa). Sistemas Estratégicos de Producción e Innovación: hacia una nueva anatomía del cambio estructural. *Cuadernos de Economía Crítica*. en Febrero de 2024.
- Cúneo, D. (2024). La Planificación estatal de grandes programas tecnológicos desde la semiperiferia: los proyectos CAREM y ARSAT. *Realidad Económica*. 54(363), 89-120.

- Diputados (2004) Régimen de Incentivos para Grandes Inversiones (REGI). Disponible en: <https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2024/PDF2024/TP2024/0018-D-2024.pdf>
- Durand, C., y Milberg, W. (2020). Intellectual monopoly in global value chains. *Review of International Political Economy*, 27(2), 404–429. <https://doi.org/10.1080/09692290.2019.1660703>
- Fernández, V. R. (2015). Global Value Chains in Global Political Networks: Tool for Development or Neoliberal Device? *Review of Radical Political Economics*, 47(2), 209–230. <https://doi.org/10.1177/0486613414532769>
- Ferrari, P. (3 de marzo de 2024) El proceso privatizador de YPF. Página 12. Disponible en <https://www.pagina12.com.ar/716759-el-proceso-privatizador-de-ypf>
- Flexer, V., Baspineiro, C. F., y Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of the Total Environment*, 639, 1188-1204.
- Forbes (3 de junio de 2024) 7 Best Lithium Stocks of June 2024. Disponible en: <https://www.forbes.com/advisor/investing/best-lithium-stocks/>
- Fornillo, B. (2014) ¿A qué llamamos Recursos Naturales Estratégicos? El caso de las baterías de litio en Argentina (2011-2014). *Revista estado y políticas públicas*; 3; 9-2014; 79-89
- Fornillo, B. y M. Gamba (2019). Política, ciencia y energía en el 'Triángulo del litio'. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30(58), 1–38. <https://doi.org/10.33255/3058/447>
- Gobierno de Jujuy (23 de junio de 2022) De Perico al mundo. Morales y la china Gotion firmaron un segundo acuerdo para fabricar en Jujuy celdas para baterías de litio. Disponible en: <https://prensa.jujuy.gob.ar/baterias-litio/morales-y-la-china-gotion-firmaron-un-segundo-acuerdo-fabricar-jujuy-celdas-baterias-litio-n107268>
- Gómez Lende, S. (2024) Extractivismo, narrativas del desarrollo y el mito del «efecto derrame»: el caso de la minería del litio en Argentina; *Ería. Revista Cuatrimestral de Geografía*; 43; 3; 3-2024; 311-335
- Humphrey, J., y Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017–1027. <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2021). Cambio climático 2021: Bases Físicas. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_Spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf)
- Júnior, G. G. S., Arend, M., y Lemos, T. R. (2023) Lithium-ion battery global patent race (1990-2019). *Revistas de Estudos Sociais*. 50(25), 83-106
- Juste, S., y Rubiolo, F. (2023). Litio y desarrollo en Argentina: los desafíos del sistema de gobernanza multinivel y el vínculo con China. *Si Somos Americanos. Revista de Estudios Transfronterizos*, 23.
- Kowalski, P., Gonzalez, J. L., Ragoussis, A., y Ugarte, C. (2015). Participation of developing countries in global value chains: Implications for trade and trade-related policies.
- Kriljenko, J. I. C., Chen, W., Gonzalez-Garcia, J., Kitsios, E., y Treviño, J. (2016). *Trade Integration and Global Value Chains in Sub-Saharan Africa*. International Monetary Fund, Publication Services, Washington, DC, USA
- Lan, J., Wei, R., Huang, S., Li, D., Zhao, C., Yin, L., y Wang, J. (2022). In-depth bibliometric analysis on research trends in fault diagnosis of lithium-ion batteries. *Journal of Energy Storage*, 54, 105275.
- Lauxmann, C. T., Trevignani, M. F., y Fernández, V. R. (2021). Las cadenas globales de producción industrial en América Latina desde una perspectiva estructuralista. *Apuntes del CENES*, 40(71), 75-101.
- Lavarello, P. J., Robert, V., y Vázquez, D. (2023). Global value chains and national innovation systems: a strained integration. *Revista de Economía Contemporánea*, 27, 1-31.
- López, A., Obaya, M., Pascuini, P., y Ramos, A. (2019). *Litio en la Argentina: Oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor (Vol. 698)*. Inter-American Development Bank.
- Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2011). Plan Argentina Innovadora 2020: Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Lineamientos estratégicos 2012-2015.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan\\_nacional\\_de\\_cti\\_2030.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_nacional_de_cti_2030.pdf)
- Obaya, M., López, A., y Pascuini, P. (2021). Curb your enthusiasm. Challenges to the development of lithium-based linkages in Argentina. *Resources Policy*, 70.
- Obaya, M., y Pascuini, P. (2020). *Estudio comparativo de los modos de gobernanza del litio en la Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia. La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*, 17-85.
- Obaya, M. (2021). *Una mirada estratégica sobre el triángulo del litio. Serie: Recursos Naturales*. Fundar ORBITA (2021). *Industrialización del litio en la Provincia de Buenos Aires*. Observatorio Regional Bonaerense de Innovación Tecnológica.

- Página 12 (2 de septiembre de 2023) Primera exportación del proyecto Cauchari-Olaroz. Disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/584301-primera-exportacion-del-proyecto-cauchari-olaroz>
- Periferia (10 de noviembre de 2023) Jujuy presentó su prototipo de autobús eléctrico con baterías de litio. Disponible en: <https://periferia.com.ar/innovacion/jujuy-presento-su-prototipo-de-autobus-electrico-con-baterias-de-litio/>
- Pohl, H., y Marklund, M. (2024). Battery Research and Innovation—A Study of Patents and Papers. *World Electric Vehicle Journal*, 15(5), 193.
- Prensa Jujuy (23 de junio de 2022) De Perico al Mundo. Disponible en: <https://prensa.jujuy.gob.ar/baterias-litio/morales-y-la-china-gotion-firmaron-un-segundo-acuerdo-fabricar-jujuy-celdas-baterias-litio-n107268>
- Rikap, C., y Lundvall, B.-Å. (2020). Big tech, knowledge predation and the implications for development. *Innovation and Development*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2020.1855825>
- Rikap, C. (2020). Innovation as economic power in Global Value Chains. *Revue d'économie Industrielle*, 163, 35–75. <https://doi.org/10.4000/rei.7226>
- Sanders, M. (2017). Lithium-Ion Battery Raw Material Supply and Demand 2016-2025. Paper presented at the Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A., y Vergara, S. (2005). *Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en Latinoamérica*. CEPAL.
- Schmitz, H., y Knorrinda, P. (2000). Learning from Global Buyers. *Journal of Development Studies*, 37(2), 177–205. <https://doi.org/10.1080/713600073>
- Schteingart, D., y Rajzman, N. (2021). Del litio a la batería: análisis del posicionamiento argentino. *Documentos de Trabajo del CCE*, 16.
- Secretaría de Asuntos Estratégicos (2023) *Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno*. Argentina Presidencia
- Secretaría de Minería. (2021). *Informe Litio*. Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación
- Selwyn, B. (2018). Poverty chains and global capitalism. *Competition y Change*, 23(1), 71–97. <https://doi.org/10.1177/1024529418809067>
- Slipak, A. M., y Argento, M. (2022). Ni oro blanco ni capitalismo verde. Acumulación por desfosilización en el caso del litio ¿argentino? *Cuadernos De Economía Crítica*, 8(15), 15-36.
- Slipak, A. y Urrutia Reveco, S. (2019) Historias de la extracción, dinámicas jurídico-tributarias y el litio en los modelos de desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile. En Fornillo, B. (Coord.) *Litio en Sudamérica. Geopolítica, Energía y Territorios* (pp. 83-131). Editorial El Colectivo.
- Smichowski, B., Durand, C., y Knauss, S. (2021). Participation in global value chains and varieties of development patterns. *Cambridge Journal of Economics*, 45(2), 271–294. <https://doi.org/10.1093/cje/beaa046>
- SyP Global (21 de junio de 2024) CHINA DATA: May lithium carbonate imports hit record high; hydroxide exports also rise. SyP Global. Disponible en: <https://cilive.com/commodities/metals-mining/news-and-insight/062124-china-data-may-lithium-carbonate-imports-hit-record-high-hydroxide-exports-also-rise>
- Sztulwark, S. (2020). La condición periférica en el nuevo capitalismo. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 51(200). <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2020.200.68283>
- Télam (18 de agosto en 2022). YPF industrializará el litio junto a una empresa china. Disponible en: <https://www.telam.com.ar/notas/202208/602137-argentina-china-litio-ypf-energia.html>
- UNJU Noticias (6 de julio de 2015) investigación y desarrollo de litio en Jujuy. Disponible en: <https://noticias.unju.edu.ar/noticia.php?id=269>
- Wali, S. B., Hannan, M. A., Ker, P. J., Abd Rahman, M. S., Mansor, M., Muttaqi, K. M., ... y Begum, R. A. (2022). Grid-connected lithium-ion battery energy storage system: A bibliometric analysis for emerging future directions. *Journal of Cleaner Production*, 334, 130272.