

Departamento de Economía
Universidad Nacional del Sur



Trabajo de Grado de la Licenciatura en Economía

**Análisis empírico de la inserción de
Argentina en la cadena global de valor de
las baterías de iones de litio**

Alumno: Franco Pennacchiotti

Profesora asesora: Mgtr. Kathia Michalczewsky

Abril de 2025

Resumen

El presente trabajo analiza empíricamente el desempeño comercial de Argentina en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. En la última década, estos acumuladores han adquirido una relevancia estratégica a nivel internacional debido al impulso de políticas de descarbonización y a la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Como insumo escaso dentro de la cadena productiva, el litio ha sido catalogado como un mineral crítico para garantizar el abastecimiento de baterías en línea con la creciente demanda global. Dada su abundante dotación natural de litio, Argentina ha desarrollado un rol concentrado en el segmento aguas arriba de la cadena de valor. A partir del análisis de datos de comercio exterior, utilizando indicadores de comercio intraindustrial, ventajas comparativas reveladas y complejidad económica, se corroboró esta hipótesis. Asimismo, los resultados evidencian que la inserción comercial del país se limita mayormente a compuestos de baja complejidad en su refinación, como el carbonato y el cloruro de litio. Por otro lado, se evaluaron las probabilidades de generar encadenamientos aguas abajo y se identificaron los eslabonamientos productivos más factibles a futuro dentro de toda la cadena de valor de las baterías, proporcionando una base empírica para futuras estrategias de desarrollo en torno al litio.

Contenido

Introducción.....	1
Revisión Bibliográfica	3
La importancia del litio	3
Cadena de valor de las baterías de iones de litio.....	6
Argentina en la cadena de valor de las baterías de iones de litio	9
Marco Teórico	11
Cadena global de valor	12
Comercio Intraindustrial.....	13
Ventajas Comparativas Reveladas	14
Complejidad Económica.....	16
Metodología.....	18
Criterios de selección de subpartidas arancelarias representativas	20
Índice de Grubel & Lloyd.....	23
Índice de Balassa.....	25
Espacio de productos de la cadena de valor de las baterías de iones de litio	26
Resultados	28
Comercio Intraindustrial.....	28
Ventajas comparativas reveladas	32
Espacio relacional de producto	38
Discusión.....	42
Conclusión.....	44
Referencias Bibliográficas	46
Anexos	49

Introducción

La transición energética y la expansión de la electromovilidad han impulsado la demanda de baterías de iones de litio, consolidando a este mineral como un insumo estratégico en la economía global. En este escenario, Argentina se posiciona como un actor clave dentro de la cadena de valor de las baterías, al formar parte del denominado “Triángulo del Litio” junto con Bolivia y Chile, una región que contiene más del 55% de las reservas de litio a nivel mundial.

La importancia del litio en la industria de las baterías radica en su capacidad para almacenar energía de manera eficiente, lo que lo convierte en un componente esencial para el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles. La estructura de la cadena de valor de las baterías de iones de litio comprende múltiples etapas, desde la exploración y extracción del mineral hasta la fabricación de celdas y su ensamblaje en módulos destinados a vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento energético. Cada una de estas fases presenta distintos niveles de complejidad tecnológica y agregación de valor, generando dinámicas comerciales y productivas diferenciadas entre los países participantes.

En este contexto, el análisis de la inserción de Argentina en la cadena global de valor de las baterías resulta fundamental para comprender su rol en el mercado internacional y evaluar las oportunidades que surgen ante el creciente aumento de la demanda global de litio. Este estudio no solo permite caracterizar la estructura de la cadena y la posición relativa del país dentro de ella, sino también identificar los factores que condicionan su desarrollo productivo. A partir de ello, es posible evaluar las perspectivas de integración en segmentos de mayor valor agregado y determinar los desafíos que enfrenta Argentina para avanzar en la consolidación de una industria nacional más sofisticada dentro de esta cadena estratégica.

Si bien Argentina se posiciona como uno de los principales proveedores mundiales de litio, su participación en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio se encuentra limitada a las etapas iniciales de extracción y refinamiento de compuestos, como el carbonato y el cloruro de litio. En contraste, las actividades de mayor agregación de valor, como la producción de precursores, la fabricación de celdas y el ensamblaje de baterías, se encuentran altamente concentradas en mercados asiáticos, particularmente en China, Corea del Sur y Japón. Esta configuración productiva refleja una marcada segmentación internacional, en la que Argentina enfrenta barreras estructurales para avanzar hacia etapas más sofisticadas de industrialización.

Entre los principales desafíos para la integración aguas abajo se encuentran la limitada demanda local de baterías, la ausencia de infraestructura industrial para la fabricación de insumos clave, la fragmentación institucional derivada del carácter federal del sistema

normativo y la falta de una estrategia nacional que articule la explotación del litio con el desarrollo de capacidades productivas en el país. A su vez, la regionalización del mercado de baterías, con plantas de producción ubicadas estratégicamente cerca de los principales polos de demanda, restringe aún más las posibilidades de inserción en los segmentos intermedios y finales de la cadena de valor.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo general analizar empíricamente la inserción de Argentina en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. A partir de este análisis, se establecen dos objetivos específicos: en primer lugar, examinar la hipótesis planteada en la literatura especializada respecto a las dificultades estructurales para generar encadenamientos aguas abajo dentro de la cadena de valor; y, en segundo lugar, identificar los encadenamientos productivos más probables a futuro, considerando la estructura productiva del país y su rol en el sector.

Para abordar estos objetivos, el estudio adopta un enfoque cuantitativo y descriptivo, basado en el análisis de datos de comercio internacional provenientes de bases de datos reconocidas, como United Nations COMTRADE y World Integrated Trade Solutions (WITS). A partir de estos datos, se examinan los flujos comerciales de los productos representativos de la cadena de valor de las baterías de iones de litio, permitiendo caracterizar la inserción argentina en el sector y evaluar sus posibilidades de desarrollo productivo.

El análisis se estructura en torno a tres indicadores clave que permiten abordar distintas dimensiones del posicionamiento comercial de Argentina. En primer lugar, el índice de Grubel & Lloyd permite medir el nivel de comercio intraindustrial, proporcionando una aproximación a los grados de integración del país en las distintas etapas de la cadena de valor. En segundo lugar, el índice de ventajas comparativas reveladas de Balassa identifica los productos en los que Argentina exhibe un desempeño exportador superior al promedio global, lo que permite evaluar su competitividad relativa dentro del sector. Finalmente, el concepto de proximidad en el espacio de productos, basado en la teoría de la complejidad económica, permite estimar la probabilidad de generar encadenamientos productivos en función de la estructura actual del comercio exterior del país y las capacidades productivas requeridas para la fabricación de bienes de mayor sofisticación.

En cuanto a la organización del estudio, el trabajo se estructura en varias secciones. En primer lugar, se presenta una revisión bibliográfica que contextualiza la relevancia del litio en la economía global y describe la estructura de la cadena de valor de las baterías de iones de litio. Luego, el marco teórico desarrolla los conceptos fundamentales para el análisis, abordando el estudio de las cadenas globales de valor, el comercio intraindustrial, las ventajas comparativas y la complejidad económica. A continuación, la sección de metodología detalla las fuentes de datos, los criterios de selección de productos y los índices de medición empleadas. Posteriormente, se exponen los resultados del análisis

empírico, seguidos de una discusión sobre sus implicancias económicas y productivas. Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio, destacando los principales hallazgos.

Revisión Bibliográfica

En esta sección se analiza la relevancia del litio en el escenario internacional, con un enfoque particular en Sudamérica y su creciente protagonismo en la transición hacia energías limpias y la electromovilidad. Este mineral desempeña un papel crucial en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio, convirtiéndose en un pilar clave para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la expansión de la electrificación, impulsado por iniciativas internacionales como el Acuerdo de París (Jones & otros, 2021).

Primero, se examinará la importancia estratégica del litio, analizando la evolución de su demanda y su impacto en la matriz energética global. Luego, se abordarán las características de la cadena de valor, desde la extracción de materias primas hasta el ensamblaje de módulos. Finalmente, se evaluará el papel de Argentina en este contexto, destacando tanto las oportunidades como los desafíos en la generación de encadenamientos productivos en la cadena.

La importancia del litio

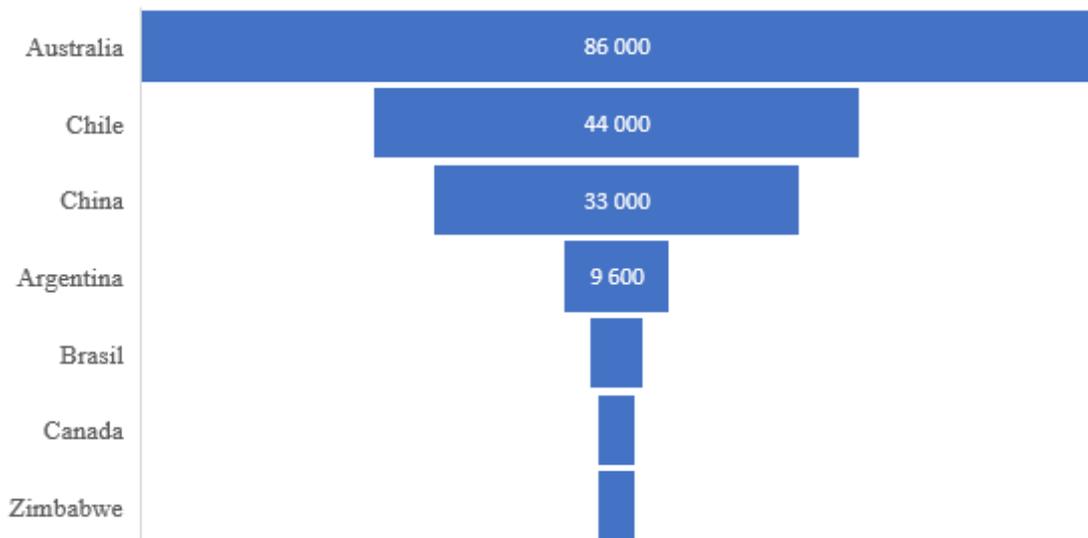
El litio es uno de los 25 elementos más abundantes de la Tierra. Sin embargo, debido a su alta reactividad, no es posible encontrarlo en estado puro, sino únicamente disuelto en compuestos con otros elementos. Por esta razón, para que su extracción sea económicamente viable, el mineral debe estar presente en depósitos con altos niveles de concentración.

Existen diversos tipos de depósitos que contienen litio en concentraciones suficientes para su explotación comercial. Los más importantes son los salares continentales y las rocas pegmatitas, que concentran el 58% y el 26% de los recursos mundiales de litio, respectivamente (Obaya & Céspedes, 2021). Los principales derivados de la producción de litio son el carbonato de litio y el hidróxido de litio, siendo el carbonato el de mayor flujo comercial, aunque se espera que esta diferencia tienda a reducirse en el mediano plazo (Secretaría de Minería de Argentina, 2021). En 2023, los principales productores de litio a nivel mundial fueron Australia, Chile, China y Argentina (U.S. Geological Survey, 2024), como se ilustra en la Figura N°1.

La producción global de litio se ha triplicado en la última década, con un notable impulso entre 2016 y 2018, motivado por el aumento de los precios internacionales. Australia lideró la expansión de la producción, favorecida por la rápida implementación de tecnologías avanzadas en la extracción minera de rocas pegmatitas. En contraste, los depósitos de salares continentales presentan procesos de explotación más lentos, con largos períodos de maduración, debido a los tiempos naturales de evaporación, las características específicas de cada depósito y las condiciones climáticas cambiantes (Obaya & Céspedes, 2021).

El incremento en la demanda global de litio durante la última década tiene sus raíces en las profundas transformaciones que buscan modificar la matriz energética. Estas transformaciones apuntan a mitigar el calentamiento global mediante la reducción del uso de combustibles fósiles, la expansión de las redes de electrificación, la mejora en la eficiencia energética y el desarrollo de fuentes alternativas de energía limpia (CEPAL, 2023). Iniciativas en torno a estos objetivos se han desarrollado durante décadas, desde la creación de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, hasta el Acuerdo de París de 2016, que ha sido un hito en la lucha contra el cambio climático. Este último cuenta con la adhesión de 197 países, comprometidos a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 2°C en comparación con los niveles preindustriales (Jones & otros, 2021).

*Figura N°1. Producción mundial de compuestos de litio en el 2023
(En toneladas)*



Fuente: Elaboración propia, con datos del U.S. Geological Survey (2024).

Un aspecto central en el cumplimiento de estos acuerdos ha sido el avance en la electromovilidad, que ha impulsado la inversión en la industria automotriz y en las

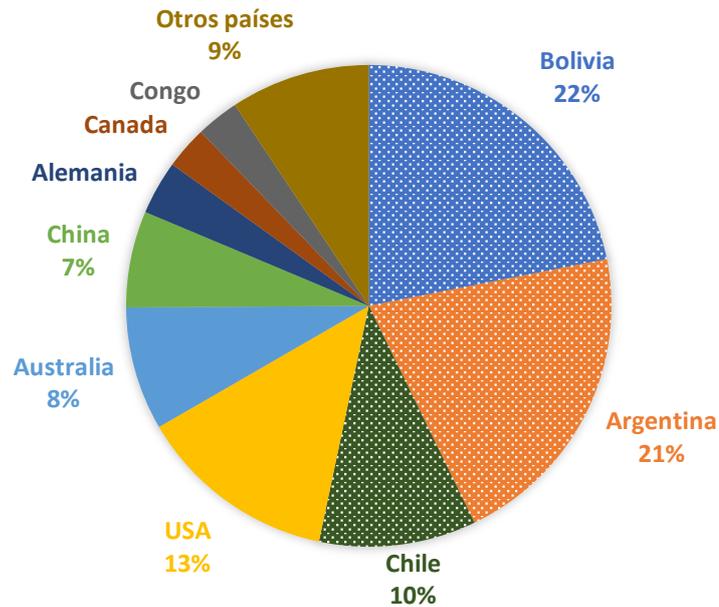
baterías de iones de litio. Como consecuencia, la creciente demanda de litio ha generado estrategias políticas orientadas a garantizar un suministro estable por parte de los países líderes en la transición energética. Con el ascenso de China como potencia económica, especialmente en la cadena de valor de las baterías de litio, se ha intensificado el interés por controlar estratégicamente la extracción de materias primas esenciales. Cada país evalúa la criticidad de estas materias primas considerando factores como la diversificación de las fuentes, la disponibilidad de recursos y reservas, y las relaciones bilaterales con los principales países productores (CEPAL, 2023).

La región en el mundo con la mayor concentración de salares continentales con altas concentraciones de litio es el llamado “Triángulo del Litio”, extendiéndose a través del suroeste del Estado Plurinacional de Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile. Esta zona, muestra una geografía caracterizada por múltiples cuencas endorreicas desarrolladas en un ambiente que tiene una altura media de 4000 metros sobre el nivel del mar (CEPAL, 2023). La región contiene más del 55% de las reservas mundiales de litio, de los cuales el 33% de todas las reservas le pertenecen a Chile y el 12% aproximadamente a Argentina. En el caso de Bolivia, a pesar de poseer alrededor del 22% de los recursos¹ mundiales del mineral, no posee reservas medidas, verificadas y publicadas (USGS, 2024). En la Figura N°2 se presentan gráficamente los porcentajes de recursos de litio a nivel mundial que se han explorado en cada país. En el gráfico, los países del triángulo se encuentran diferenciados del resto con un relleno de trama, lo que permite visualizar su relevancia en términos de recursos de litio.

La importancia estratégica del triángulo radica en su capacidad para proveer uno de los recursos esenciales para la expansión de la electromovilidad. Esta ventaja comparativa está respaldada por la concentración del mineral en pocos países, con niveles que permiten su explotación económicamente viable (Obaya & Céspedes, 2021). Sin embargo, varios factores amenazan esta ventaja. El rápido aumento de los precios internacionales del litio ha dificultado a los países del triángulo responder con la velocidad necesaria para satisfacer la creciente demanda, principalmente debido a la complejidad química de sus salares. Además, los elevados precios del litio incrementan los costos de producción de las baterías de iones de litio, incentivando la investigación en minerales y tecnologías alternativas, como las pilas de combustible de hidrógeno y las baterías de sodio-azufre. Estas condiciones subrayan la necesidad de implementar políticas de desarrollo eficaces que permitan capitalizar las ventajas comparativas en el corto y mediano plazo (Jiménez & Sáez, 2022).

¹ Resulta necesario distinguir entre los términos reservas y recursos de un mineral. **Reservas** son cantidades de minerales conocidas y económicamente viables para su extracción actualmente. Los **recursos** incluyen todas las concentraciones de minerales potencialmente explotables, independientemente de su viabilidad económica o legal actual (USGS, 2024).

Figura N°2. Recursos de litio a nivel mundial en el 2023



Fuente: Elaboración propia, con datos del U.S. Geological Survey (2024).

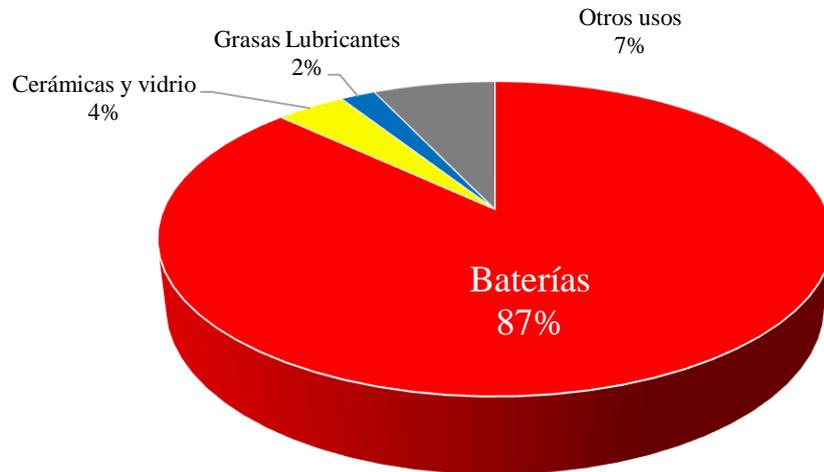
Cadena de valor de las baterías de iones de litio

El litio ha tenido diversas aplicaciones a lo largo de la historia, desde su uso en la industria de vidrios y cerámicas hasta la medicina y la psiquiatría (Baran, 2017). Sin embargo, su relevancia estratégica alcanzó niveles sin precedentes con la puesta en marcha de iniciativas contra la contaminación ambiental. La necesidad de transformar la matriz energética global impulsó la búsqueda de alternativas sostenibles a los vehículos de combustión interna, lo que otorgó al mercado de vehículos eléctricos un papel central (Jones & otros, 2021). Tanto es así que, como se ilustra en la Figura N°3, las baterías de iones de litio representaron el 87% de los usos finales del mineral en 2023 (USGS, 2024).

Las baterías de iones de litio están compuestas por celdas que pueden variar en tamaño según las necesidades específicas de su aplicación. Cada celda incluye dos electrodos: un ánodo (negativo) y un cátodo (positivo), separados por una fina membrana que los aísla eléctricamente e impregnada de un electrolito que actúa como medio conductor de iones (Sharova & otros, 2020).

El grafito es el material más utilizado en la fabricación del ánodo, mientras que para los materiales activos del cátodo se emplean principalmente óxidos metálicos de litio. El electrolito está compuesto por una mezcla de disolventes orgánicos con una sal conductora de litio, optimizando la conductividad iónica. Por último, el separador, crucial para evitar cortocircuitos, suele estar formado por membranas poliméricas (Sharova & otros, 2020)

Figura N°3. Sectores de usos finales del litio en 2023



Elaboración propia en base a USGS (2024).

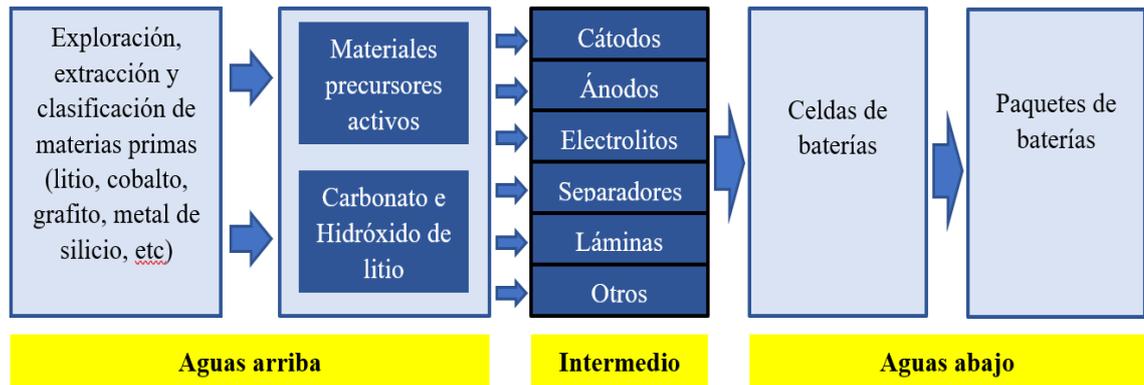
Las baterías son el componente más costoso y determinante en la producción de vehículos eléctricos. El aumento en la demanda de estos vehículos ha impulsado el mercado de baterías tanto en el mediano como en el largo plazo, seguido, aunque en menor medida, por el crecimiento en el uso de baterías para el almacenamiento de energía. Esta dinámica ha resaltado la importancia de garantizar la provisión de insumos necesarios en cada etapa de la cadena de valor de las baterías de iones de litio.

La cadena se compone de cinco etapas principales, que reflejan un aumento progresivo en la complejidad de los procesos productivos y en el valor agregado. La primera etapa, denominada “Exploración, extracción y clasificación de materias primas”, incluye actividades iniciales como la obtención de minerales esenciales, entre ellos el litio. La segunda etapa, conocida como “Precursores”, abarca los procesos químicos necesarios para transformar las materias primas en productos intermedios utilizables. A continuación, la etapa de “Componentes de celdas” incluye la producción de materiales fundamentales como ánodos, cátodos, electrolitos y separadores. La cuarta etapa, “Celdas”, se centra en la ensambladura de las celdas individuales que conforman las baterías, mientras que la etapa final, “Paquetes de baterías”, corresponde a la integración de las celdas en módulos y sistemas listos para su uso en aplicaciones como vehículos eléctricos. La Figura N°4 ilustra esta estructura y destaca la dinámica de agregación de valor en cada etapa (Jones & otros, 2021).

En el segmento aguas arriba, el mercado está altamente globalizado, con importantes flujos de comercio desde las regiones con dotaciones significativas de los minerales esenciales, como América del Sur, Australia, Europa, América del Norte y Asia. Sin embargo, a medida que se avanza en la cadena de valor, los mercados tienden a

regionalizarse, una dinámica que se vuelve más evidente a partir del segmento intermedio. En esta etapa, la cadena de suministro se localiza principalmente en áreas de alta demanda (Jones & otros, 2021).

Figura N°4. Cadena global de valor de las baterías de iones de litio



Fuente: Elaboración propia. Basado en Jones & otros (2021) y Obaya & Céspedes (2021).

El segmento intermedio se caracteriza por un alto grado de concentración de la producción de componentes de celdas y materiales precursores en Asia, debido a la capacidad de refinación de minerales clave en esta región. En el segmento aguas abajo, correspondiente a la fabricación de celdas y paquetes de baterías para vehículos eléctricos, la producción está intrínsecamente regionalizada. Esto responde a la fragilidad de los componentes, el riesgo de combustión y los elevados costos de seguro, lo que hace necesario ubicar las fábricas cerca de los centros de producción automotriz. Además, la integración vertical es una tendencia destacada, con empresas gestionando múltiples etapas del proceso productivo. Esta estructura ha dado lugar a cadenas de suministro altamente regionalizadas en áreas con alta demanda de vehículos eléctricos, lo que limita el comercio interregional de estos componentes (Jones & otros, 2021).

El desarrollo de la cadena de valor en el "Triángulo del Litio" presenta características distintivas y enfrenta desafíos significativos. Actualmente, la región no cuenta con productores de vehículos eléctricos ni con infraestructura industrial para la fabricación de precursores, cátodos y celdas de baterías. La actividad principal se centra en la extracción y, en menor medida, en la refinación del litio, reflejando una falta de desarrollo en las etapas avanzadas de la cadena. Aunque se han implementado políticas para incentivar el mercado de vehículos eléctricos, estas han sido insuficientes para consolidar una industria completa de baterías. Esto se traduce en una gobernanza deficiente y la ausencia de actores con el conocimiento técnico y las patentes necesarias (Obaya & Céspedes, 2021).

Las estrategias de vinculación a lo largo de la cadena de valor incluyen mecanismos de control, coordinación e intercambio de mercado, tanto a nivel intra-firma como entre distintas empresas. La coordinación intra-firma, donde una sola empresa internaliza diversas actividades de creación de valor, es común en los segmentos aguas arriba, particularmente en la producción química del litio. Sin embargo, las empresas locales enfrentan dificultades para integrar los recursos de litio en sus procesos productivos debido a la desconexión entre la dotación de litio y las etapas intermedias y aguas abajo, lo que genera una desventaja frente a los grandes compradores internacionales (Jones & otros, 2021).

La fabricación de baterías de iones de litio se caracteriza por una división internacional del trabajo. En los segmentos aguas arriba, la concentración productiva es notable en países con dotaciones naturales significativas, como Australia, Chile y Argentina. En los segmentos intermedio y aguas abajo, factores como los costos de transporte y la vida útil de los materiales impulsan el desarrollo productivo cerca de los principales focos de demanda en mercados desarrollados como Estados Unidos, la Unión Europea, Japón y Corea del Sur. Sin embargo, China se destaca como una excepción a esta dinámica, al desarrollar una estrategia que fomenta la localización de actividades a lo largo de toda la cadena de producción de baterías de iones de litio (Obaya & Céspedes, 2021).

Argentina en la cadena de valor de las baterías de iones de litio

Como participante en la cadena de valor de las baterías de iones de litio, Argentina ha centrado su desarrollo en las etapas iniciales de exploración, extracción y clasificación de materias primas. A pesar de ser el segundo país con mayores recursos de litio a nivel mundial, el cuarto en reservas y el cuarto en producción en 2023 (USGS, 2024), diversos factores han limitado su avance hacia actividades de mayor agregación de valor. Entre ellos destacan tanto factores internos como la marcada regionalización de los mercados en las etapas avanzadas de la cadena de valor, que dificultan el eslabonamiento productivo (Jones & otros, 2021).

El marco regulatorio argentino posee características particulares que lo diferencian de otros países de la región, con implicancias significativas para el desarrollo del sector. En primer lugar, la explotación del litio no cuenta con una normativa específica y se encuentra regulada bajo las leyes generales de minería, lo que proporciona flexibilidad, pero carece de un enfoque adaptado a las necesidades de este mineral estratégico. En segundo lugar, el carácter federal del sistema normativo, que otorga a las provincias el dominio originario de los recursos naturales, introduce fragmentación en la gestión del sector. Por último, destaca la apertura del sistema a la inversión privada, un factor que ha permitido atraer capital extranjero y dinamizar el segmento aguas arriba (Obaya & Céspedes, 2021). Sin embargo, estas ventajas también plantean desafíos importantes. La

falta de un marco nacional integrado dificulta la formulación de políticas públicas consistentes y orientadas a promover el desarrollo productivo en etapas más avanzadas de la cadena.

En relación con el desarrollo de actividades aguas abajo, Argentina enfrenta barreras estructurales que limitan su capacidad para avanzar en segmentos de mayor complejidad y valor agregado. La baja demanda interna de baterías de litio, resultado de un mercado automotriz con escasa penetración de vehículos eléctricos, restringe las posibilidades de desarrollar una industria competitiva a nivel local. Además, la naturaleza liberal del marco normativo dificulta la implementación de estrategias que vinculen las concesiones mineras con la promoción de capacidades productivas o la cooperación entre universidades y empresas. A esto se suma la fragmentación institucional derivada del carácter federal del sistema, que obstaculiza la coordinación entre los distintos niveles de gobierno. En este contexto, la abundancia de recursos de litio no se traduce automáticamente en ventajas competitivas para las etapas aguas abajo de la cadena (Obaya & otros, 2021).

A pesar de las dificultades evidentes que enfrenta Argentina en el segmento aguas abajo, tanto el país como la región han buscado avanzar hacia una mayor diversificación productiva en torno al litio, con el objetivo de integrar segmentos de mayor valor agregado dentro de la cadena global. La meta principal no se limita únicamente a la extracción y exportación de compuestos de litio, sino que apunta a fomentar un desarrollo industrial que permita generar encadenamientos productivos más sofisticados. Esta estrategia busca no solo fortalecer la economía nacional mediante la incorporación de procesos de transformación local, sino también mejorar el posicionamiento del país en la cadena global de valor, incrementando su competitividad y su relevancia en el mercado internacional (Obaya & Céspedes, 2021).

En contraste con la estrategia predominante de fomentar encadenamientos aguas abajo, los estudios de Obaya & otros (2021) y Obaya & Céspedes (2021) plantean la conveniencia de promover encadenamientos productivos dentro del propio segmento aguas arriba, donde Argentina ya posee una participación activa. Según estos autores, reorientar la estrategia hacia esta dirección resultaría beneficioso por diversas razones, entre ellas, el incremento de la renta generada por el litio, la mejora en la calidad de los productos, el desarrollo de proveedores locales, el impulso a la innovación tecnológica y la diversificación de la economía regional. Si bien estos eslabonamientos se caracterizan por una menor agregación de valor en comparación con etapas más avanzadas de la cadena, su impacto en términos de dinamización económica y desarrollo social podría ser significativo.

En los eslabones de la cadena correspondientes a la extracción de salmuera para su procesamiento, Argentina no solo se posiciona como un productor significativo de

compuestos de litio, sino que, además, las proyecciones de crecimiento para los próximos años resultan prometedoras. De cara al año 2030, se proyecta un crecimiento sostenido en la producción de compuestos de litio, con la posibilidad de cerrar la brecha productiva que actualmente lo separa de Chile, como se ilustra en la Figura N°1 (Jiménez & Sáez, 2022). Según la Secretaría de Minería (2025), Argentina cuenta con 60 proyectos distribuidos en diferentes etapas, concentrados en las provincias de Salta, Catamarca y Jujuy. Entre ellos, 4 proyectos están en producción, 6 en construcción, 4 en factibilidad, 3 en prefactibilidad, 3 en evaluación económica preliminar, 25 en exploración avanzada, 8 en exploración inicial y 6 en prospección². Además, la industria del litio en el país ha experimentado una dinámica intensa de fusiones y adquisiciones, lo que ha favorecido la diversificación de actores en el sector (CEPAL, 2023).

La creciente relevancia del litio en la transición hacia energías limpias y la electromovilidad subraya la importancia estratégica de Argentina en este sector. Si bien el país cuenta con grandes recursos y un potencial significativo para consolidarse como un proveedor clave a nivel global, enfrenta importantes desafíos para desarrollar una cadena de valor completa. La falta de integración vertical y las barreras estructurales en las etapas avanzadas de la cadena limitan las oportunidades de capitalizar plenamente las dotaciones de litio. En este contexto, resulta fundamental implementar políticas públicas integrales que transformen las ventajas naturales del país en ventajas competitivas sostenibles antes de que tecnologías alternativas o minerales sustitutivos reduzcan la demanda global de litio en la producción de vehículos eléctricos (Obaya & otros, 2020).

Marco Teórico

El presente marco teórico establece las bases conceptuales necesarias para analizar la inserción de Argentina en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. En primer lugar, se examina el concepto de cadenas globales de valor, destacando su papel en la fragmentación internacional de los procesos productivos. A continuación, se analiza el comercio intraindustrial, enfatizando su importancia para la integración económica y tecnológica entre países. Posteriormente, se presentan las ventajas comparativas reveladas como herramienta empírica clave para identificar los sectores más competitivos. Finalmente, se desarrolla la teoría de la complejidad económica, que relaciona los requerimientos en términos de capacidades productivas de los bienes dentro de la cadena y permite estimar las probabilidades de generar encadenamientos productivos. Este marco integral proporciona un enfoque sólido para interpretar los datos empíricos y establecer el posicionamiento comercial argentino dentro de la cadena.

² El estado de los proyectos en cartera corresponde a febrero de 2025.

Cadena global de valor

El concepto de cadenas globales de valor se refiere a un conjunto amplio de actividades necesarias para generar un producto o servicio, desde su concepción inicial, pasando por las fases intermedias de producción y su entrega a los consumidores finales, hasta el tratamiento de desechos posteriores al uso. La dimensión global de estas cadenas surge de la división de los procesos productivos en distintas ubicaciones geográficas, donde cada eslabón se especializa en una parte específica de la agregación de valor. Esta perspectiva enfatiza la capacidad de coordinar y controlar la producción a escala global sin la necesidad de poseer recursos en cada país involucrado. El estudio de estas cadenas tiene como objetivo principal determinar qué actividades y tecnologías deberían ser gestionadas dentro de una organización, cuáles podrían ser tercerizadas y en qué localizaciones estas actividades serían más eficientes (Kaplinsky, 2000).

El fenómeno de dividir físicamente las distintas partes del proceso productivo se conoce como “fragmentación”. La fragmentación a nivel internacional ha dado lugar a redes productivas transfronterizas, que pueden desarrollarse tanto dentro como fuera de las empresas líderes (Arndt & Kierzkowski, 2001). Este proceso refleja que la creciente integración del comercio entre países está estrechamente vinculada al aumento de la desintegración de los procesos productivos en la economía global (Feenstra, 1998).

Para comprender las raíces teóricas de la fragmentación productiva, es pertinente examinar los fundamentos básicos del comercio internacional establecidos por los economistas clásicos. Estos se basan en tres supuestos principales: mercados perfectamente competitivos, donde los productores obtienen retornos constantes a escala; homogeneidad entre los productores; y el comercio exclusivo de productos terminados entre países, utilizando únicamente factores de producción propios. La literatura sobre cadenas globales de valor ha revisado y reconstruido especialmente esta última premisa. El avance de las tecnologías de transporte, comunicación e información ha facilitado la división de los procesos productivos en segmentos específicos, permitiendo que cada tarea sea realizada en la ubicación que mejor se adapte a las ventajas comparativas. En consecuencia, los estudios actuales sobre comercio internacional no se limitan al análisis de productos terminados, sino que también abarcan la transferencia de tareas específicas entre naciones (Inomata, 2017).

La investigación de Gereffi (1994) recupera el concepto de cadenas globales de mercancías desarrollado por Hopkins & Wallerstein (1986) como un precursor de las cadenas globales de valor. Este enfoque subraya la creciente importancia de nuevos compradores globales como impulsores clave de la formación de procesos productivos y redes de distribución, caracterizados por su dispersión global y fragmentación organizativa. Los compradores, en este contexto, emplean mecanismos explícitos de

coordinación para construir bases de proveedores competentes, capaces de sostener sistemas de producción y distribución a escala global (Gereffi & otros, 2005).

El análisis empírico del comercio internacional desde el marco conceptual de las cadenas globales de valor permite identificar relaciones de poder asimétricas entre los actores involucrados en procesos productivos fragmentados. Estas asimetrías generan efectos relevantes dentro de las cadenas, como la concentración de beneficios en ciertos eslabones, la limitación de la competencia y la obstrucción del desarrollo en otros. De esta forma, el estudio de las cadenas globales de valor contribuye a una mejor comprensión de las dinámicas del comercio internacional y de las desigualdades inherentes a la fragmentación productiva (Gereffi, 1994; Inomata, 2017).

Comercio intraindustrial

El comercio intraindustrial se define como el intercambio de productos similares dentro de la misma industria, diferenciándose del comercio interindustrial, en el que se intercambian bienes pertenecientes a sectores completamente diferentes. Este concepto surgió como respuesta a las limitaciones del modelo tradicional de comercio internacional, particularmente el modelo de Heckscher-Ohlin, y a las discrepancias entre sus predicciones teóricas y las observaciones empíricas (Grubel & Lloyd, 1975). Según el modelo Heckscher-Ohlin, basado en las ventajas comparativas derivadas de las diferencias en las dotaciones de los factores de producción, los países tenderán a exportar bienes que utilicen intensivamente los factores de producción en los que tienen abundancia relativa y, al mismo tiempo, a importar aquellos que requieran un uso intensivo de factores en los que sean relativamente escasos (Appleyard & Field, 2014).

Sin embargo, el incremento del comercio internacional de productos con leves grados de diferenciación entre países con dotaciones similares de factores desafiaba los postulados de este modelo clásico. Este fenómeno, conocido como “trade overlap” o solapamiento comercial, evidenció que los países con niveles de desarrollo comparables y estructuras productivas similares comerciaban productos dentro de una misma industria, lo que llevó a Grubel & Lloyd (1975) a desarrollar un marco teórico y metodológico para medir este fenómeno disruptivo. En su análisis, los autores destacaron que el comercio intraindustrial estaba impulsado por la presencia de estructuras de mercado caracterizadas por competencia imperfecta y economías de escala crecientes. Estas condiciones, a su vez, respondían a la demanda de los consumidores, quienes buscaban una mayor variedad y diferenciación en los bienes que consumían, lo que estimulaba la diversificación dentro de las mismas industrias.

La existencia de un alto grado de comercio intraindustrial no solo facilita la especialización en la producción de ciertas variedades de productos, sino que también

permite a los países participantes aprovechar las economías de escala. Este fenómeno se traduce en una reducción de los costos unitarios asociados con la producción masiva de un número limitado de productos diferenciados, beneficiando tanto a los productores como a los consumidores. Además, el comercio intraindustrial contribuye a suavizar los costos de ajuste en contextos de expansión comercial, proporcionando un marco más equilibrado en el que todos los factores de producción pueden beneficiarse (Greenway & Milner, 1987).

En un esfuerzo por ampliar la comprensión empírica de los determinantes del comercio intraindustrial, Loertscher y Wolter (1985) identificaron diversos factores correlacionados con su aparición e intensidad. Entre los más relevantes se encuentran la similitud en los niveles de desarrollo económico entre los países involucrados, la proximidad geográfica, el tamaño de los mercados y la estructura de la industria. Asimismo, su investigación subraya el papel crucial que desempeñan las políticas comerciales y las barreras arancelarias en la promoción o inhibición de este tipo de comercio.

La medición del comercio intraindustrial en los artículos que forman parte de una cadena global de valor es una herramienta clave para caracterizar la inserción de un país en dicha cadena y para identificar las relaciones comerciales entre países y regiones específicas (Ahmad & otros, 2017). Según Grubel & Lloyd (1975), el intercambio de productos similares entre países no solo es un indicador relevante de integración económica, sino también de progreso tecnológico. A través del análisis del comercio entre mismas industrias, es posible cuantificar el intercambio de componentes intermedios y productos finales dentro de una cadena global de valor, proporcionando información detallada sobre los eslabones productivos en los que cada país participa.

Además, esta medición permite entender mejor la estructura de la cadena de valor global y sus dinámicas comerciales. Al identificar áreas donde la eficiencia y la competitividad pueden mejorar, el análisis del comercio intraindustrial se convierte en una herramienta estratégica para diseñar políticas que impulsen la participación de los países en cadenas globales de valor, particularmente en industrias complejas que requieren una alta integración tecnológica y económica.

Ventajas comparativas reveladas

Las ventajas comparativas reveladas son una herramienta fundamental para el análisis del comercio internacional, al proporcionar una aproximación empírica para identificar los sectores en los que un país tiene un desempeño competitivo destacado. El concepto de ventaja comparativa se refiere a la capacidad de un país para producir un bien o servicio con mayor productividad y diferenciación que sus socios comerciales (Stellian & Danna-

Buitrago, 2022). La teoría clásica de la ventaja comparativa, introducida por David Ricardo (1817), establece que los países se benefician del comercio al especializarse en aquellos bienes para los cuales poseen un costo de oportunidad relativamente menor. Sin embargo, las dinámicas del comercio internacional han evidenciado fenómenos que no siempre se ajustan a este modelo clásico.

En este contexto, la introducción de las ventajas comparativas reveladas por Bela Balassa (1965) representó un avance significativo al proporcionar un enfoque empírico *ex post*. Este enfoque permite analizar los flujos comerciales observados como reflejo de las ventajas comparativas, superando la dificultad de medirlas directamente. La hipótesis central planteada por Balassa es que los intercambios comerciales revelan estas ventajas, haciendo posible su cálculo a través de un índice numérico que sintetiza el grado de ventaja comparativa de un país para un producto específico en un período determinado (Stellian & Danna-Buitrago, 2022).

A diferencia de los métodos tradicionales que comparan costos de producción a partir de censos, la metodología propuesta por Balassa utiliza información comercial disponible, como los datos de exportaciones, que son más accesibles y confiables. La medición de las ventajas comparativas reveladas, por tanto, no solo facilita la identificación de estas en condiciones de información limitada, sino que también abre la posibilidad de explorar patrones comerciales más complejos (Balassa, 1965).

Sin embargo, el índice en su forma convencional presenta ciertas limitaciones que es necesario considerar al interpretarlo. En primer lugar, el índice es asimétrico: mientras que valores mayores a 1 indican ventajas comparativas, valores menores a 1 señalan desventajas, lo que genera un desequilibrio en la medición de las magnitudes. En segundo lugar, el índice sufre de un "sesgo de país pequeño", que tiende a sobreestimar las ventajas comparativas de países con bajos niveles de exportación total, distorsionando los resultados. Además, al centrarse exclusivamente en las exportaciones, omite aspectos como la calidad de los productos o la capacidad de diferenciación cualitativa, lo que limita su flexibilidad conceptual. También se ignoran variables macroeconómicas relevantes, como el PIB, que podrían influir en la demanda de bienes diferenciados. Finalmente, la falta de aditividad del índice dificulta la agregación de valores entre países o productos, lo que complica los análisis integrales de sectores o regiones (Stellian & Danna-Buitrago, 2022).

A pesar de estas limitaciones, el análisis de las ventajas comparativas reveladas es especialmente valioso en el contexto de las cadenas globales de valor, donde resulta crucial identificar los eslabones productivos en los que un país es más eficiente y competitivo. Este tipo de análisis permite destacar sectores estratégicos en los que un país puede especializarse y mejorar su posicionamiento en la economía global (Ahmad & otros, 2017). Además, comprender las ventajas comparativas de un país facilita la

formulación de políticas industriales y comerciales enfocadas en fortalecer su desempeño en aquellos segmentos de la cadena donde tiene mayor potencial de crecimiento. Por último, conocer las ventajas comparativas permite a los formuladores de políticas asignar recursos de manera más eficiente y focalizar los esfuerzos en eslabones clave de la cadena de valor. Esto no solo mejora la integración del país en las cadenas globales de valor, sino que también contribuye a maximizar su competitividad y capacidad de adaptación a los cambios en los mercados internacionales (Balassa, 1965; Ricardo, 1817).

Complejidad económica

El concepto de complejidad económica hace referencia a los conocimientos productivos acumulados por una sociedad, los cuales se reflejan en la diversidad y sofisticación de los bienes que esta produce. Cuantas más capacidades productivas adquieren los agentes económicos, más complejo será el tejido productivo de la economía, y más elaborados y variados serán los bienes que podrán generar. Según Hidalgo & Hausmann (2009), la necesidad de medir la complejidad económica surge de las significativas diferencias en los ingresos y niveles de producción bruta observados entre las naciones. Los autores plantean que estas disparidades están relacionadas con la existencia de ciertas capacidades productivas que no pueden ser importadas³. Así, las diferencias en los ingresos nacionales y en las estructuras productivas de los países se explican, en gran medida, por la diversidad de “capacidades” no transables disponibles en cada economía.

En su intento por entender cómo evolucionan y se transforman las estructuras productivas a lo largo del tiempo, Hausmann & Klinger (2007) introdujeron la idea de que los cambios en las ventajas comparativas de los países están determinados por un patrón relacional de productos a escala global. Este patrón sugiere que los países tienden a diversificarse hacia bienes cercanos a los que ya producen, en términos de las capacidades requeridas para su fabricación. Este enfoque empírico complementa y desafía las teorías tradicionales del comercio internacional, que tienden a subestimar la influencia del patrón inicial de especialización en la trayectoria de transformación económica de una nación.

Las teorías tradicionales del comercio internacional, como el modelo de H-O, sostienen que el patrón inicial de especialización de un país es simplemente un reflejo de sus dotaciones relativas de factores productivos. Según este modelo, las economías abiertas se especializan en bienes que utilizan intensivamente los factores en los que poseen abundancia relativa. Por otro lado, el modelo ricardiano de ventajas comparativas explica la especialización como un resultado de diferencias tecnológicas entre países, y atribuye los cambios en los patrones de especialización a la evolución relativa de la productividad de los sectores. Sin embargo, Hausmann & Klinger (2007) argumentan que la posición

³ Algunos activos no comercializables relativamente específicos pueden ser la infraestructura, los derechos de propiedad, las regulaciones o cualquier bien público específico en general.

inicial de un país en el espacio global de productos tiene un impacto significativo en sus oportunidades futuras de diversificación y transformación productiva.

Para explorar esta idea, los autores desarrollaron un enfoque empírico basado en la construcción de una matriz relacional conocida como el espacio de productos. Este espacio refleja las conexiones entre bienes en función de las capacidades necesarias para producirlos. Se caracteriza por áreas densas, con productos altamente interconectados, y zonas dispersas, con bienes más aislados, lo que refleja la heterogeneidad en la estructura productiva global. Según sus investigaciones:

...we find highly robust evidence that the evolution of comparative advantage in a country is significantly affected by these patterns of relatedness. Countries develop comparative advantage preferentially in nearby goods. A particular product's proximity to existing areas of comparative advantage is one of the most significant determinants of whether a country will develop an advantage in that product in the future (Hausmann & Klinger, 2007, p.3).

Los autores explican que la posición de un país en este espacio determina sus opciones futuras de diversificación. Parten del supuesto de que el capital humano específico⁴ requerido para producir un bien es un sustituto imperfecto⁵ del necesario para producir otro, y que el grado de sustituibilidad define la relación entre los bienes. Esta lógica explica por qué los países tienden a diversificarse hacia bienes cercanos a los que ya tienen ventajas comparativas, maximizando sus capacidades existentes y minimizando los costos de transición hacia nuevos productos.

En lo que respecta a la medición de la distancia entre los productos, Hausmann & Klinger (2007) se basaron en la idea de que la similitud de los activos específicos requeridos para producirlos se refleja en la probabilidad de que los países hayan revelado una ventaja comparativa en ambos bienes. Para determinar si un país tiene ventajas comparativas utilizaron datos de exportación como representativos de los productos que produce una economía, bajo el criterio de que si un país tiene ventajas comparativas en un bien de exportación debe tener las dotaciones y capacidades adecuadas para producir ese bien y exportarlo con éxito. Es decir, si dos bienes requieren la aplicación de similares capacidades para ser producidos, esto se debería reflejar en una mayor probabilidad de que un país tenga ventaja comparativa en ambos.

Los autores utilizan la probabilidad condicional $P(A/B)$ ante la necesidad de medir la distancia entre productos de tal manera que se aísle el grado de similitud⁶ entre los bienes

⁴ El capital humano específico es aquel que se forma a nivel firma (Hausmann & Klinger, 2007).

⁵ La imperfecta sustituibilidad se refiere a las capacidades especiales formadas a nivel firma que le permiten a un trabajador saltar (producir) hacia un producto cercano en el espacio relacional (Hausmann & Klinger, 2007).

⁶ El grado de similitud que buscan evitar cuantificar los autores aplicando la probabilidad conjunta es ejemplificado como sigue: Si cada país que exporta huevos de avestruz también exporta carne de

cuantificados y su prevalencia general en el comercio mundial. La probabilidad condicional tiene la característica de ser no simétrica, es decir $P(A/B)$ no es igual a $P(B/A)$. Sin embargo, las nociones estándar de distancia entre dos bienes si son simétricas. En consecuencia, los autores aplican el mínimo de las probabilidades condicionales en ambas direcciones como una medida inversa de distancia: $\min\{P(A/B), P(B/A)\}$ (Hausmann & Klinger, 2007).

A su vez, en la búsqueda de una medida rigurosa para capturar similitudes genuinas entre productos, los autores requieren que los países tengan ventajas comparativas reveladas en los bienes en lo que han desarrollado un patrón de especialización significativo. Es así como imponen rigurosidad a los datos, no solo requiriendo que un país exporte cualquier cantidad, sino que sus exportaciones del bien sean sustanciales. Otra característica destacable del indicador como medida de la relación entre productos es que se basa puramente en resultados, es decir que no se preocupa por el origen de las ventajas comparativas, sino solo por su manifestación observable en los flujos comerciales (Hausmann & Klinger, 2007).

La medición de la distancia entre productos con diferentes grados de complejidad en su producción permite, a empresarios y formuladores de políticas, realizar un análisis estratégico sobre las oportunidades y desafíos dentro de una industria. Identificando la posición actual de un país en el espacio relacional, dadas las habilidades y capacidades técnicas aplicadas a los productos que exporta con ventaja comparativas, es posible el avance hacia productos más complejos y de mayor valor agregado, impulsando el crecimiento económico y mejorando su competitividad internacional (Hausmann & otros, 2011) (Hausmann & Klinger, 2007).

Metodología

Esta sección describe la metodología empleada para analizar la inserción de Argentina en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. De esta manera se busca desarrollar un análisis fundamentado de las dinámicas comerciales del país en esta red productiva geopolíticamente relevante, utilizando indicadores clave y datos internacionales de alta confiabilidad.

Como se ha descrito en la introducción, el objetivo primario de este trabajo es analizar la participación de Argentina en la cadena de valor de las baterías. Adicionalmente, se busca corroborar la hipótesis de la imposibilidad de generar eslabonamientos aguas abajo en la

avestruz, ambos bienes parecerán cercanos en el espacio relacional, a pesar de requerir capacidades disímiles (Hausmann & Klinger, 2007).

cadena de valor y, a su vez, determinar los encadenamientos más probables a futuro considerando el rol productivo de Argentina en dicha cadena.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo descriptivo. El enfoque cuantitativo permite la obtención de datos precisos y objetivos, facilitando el análisis estadístico y la identificación de patrones y tendencias significativas. Además, la cuantificación de variables facilita la realización de comparaciones pertinentes que permitan corroborar eficazmente las hipótesis planteadas. Un enfoque descriptivo, por su parte, ofrece una presentación secuencial, detallada y estructurada de los datos, permitiendo una comprensión clara y precisa del fenómeno estudiado (Bickman & Rog, 2009).

En el desarrollo de esta investigación, se emplearon datos obtenidos de dos bases de datos fundamentales: United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN COMTRADE) y World Integrated Trade Solutions (WITS), las cuales fueron claves para el cálculo de los indicadores elegidos. Estas fuentes, reconocidas por su prestigio y fiabilidad a nivel internacional, proporcionaron un marco robusto y coherente a la investigación realizada.

La UN COMTRADE, gestionada por la División de Estadística de las Naciones Unidas, es una base de datos ampliamente reconocida por su exhaustividad y precisión, ya que recopila estadísticas de comercio internacional de más de 200 países. La información disponible en UN COMTRADE es conocida por su estandarización rigurosa, lo que asegura la comparabilidad y confiabilidad de los datos.

Por su parte, WITS, desarrollado por el Banco Mundial en colaboración con organismos internacionales como la WTO⁷ y UNCTAD⁸, facilita el acceso y análisis de estos datos. Es importante destacar que WITS integra y organiza los datos de UN COMTRADE, ofreciendo una plataforma que permite realizar análisis detallados y personalizados sobre los flujos comerciales y las políticas arancelarias.

Estos datos permitieron analizar los flujos comerciales en la cadena de valor, proporcionando información fundamental para evaluar las hipótesis planteadas. Las estadísticas tradicionales de exportación e importación bruta, obtenidas de estas fuentes, son valoradas por su alta disponibilidad y comparabilidad entre países. No obstante, presentan limitaciones que se han vuelto más evidentes con la creciente fragmentación internacional de la producción, especialmente al evaluar los beneficios del comercio para una economía. A pesar de estas restricciones, dichas estadísticas facilitaron una caracterización adecuada del rol productivo de Argentina, en concordancia con los objetivos del presente estudio (Ahmad & otros, 2017).

⁷ World Trade Organization

⁸ United Nations Conference of Trade and Development

La elección de los indicadores pertinentes para analizar el rol en cuestión se realizó en base al trabajo presentado por Ahmad & otros (2017). Los autores consideran al concepto de cadenas globales de valor como sinónimo de fragmentación internacional de la producción, y es por esto que la habilidad de identificar el comercio de productos intermedios puede brindar información valiosa para analizar la inserción de un país en una cadena. Por lo tanto, la selección de los indicadores recomendados por los autores buscó abarcar distintos aspectos del comercio internacional dentro de la cadena de las baterías.

Por otro lado, con el objetivo de evaluar adecuadamente los resultados obtenidos, se decidió presentarlos según la segmentación general en aguas arriba, intermedio y aguas abajo. En algunos casos, fue necesario introducir una diferenciación adicional por etapas específicas. El criterio de clasificación utilizado corresponde al presentado en la Figura N°4, que muestra gráficamente los distintos segmentos y etapas de la cadena de valor.

A continuación, se presentará, en primer lugar, la metodología utilizada para seleccionar los productos intermedios y finales representativos de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. Posteriormente, se expondrán los conceptos básicos y las fórmulas de los índices empleados para analizar el comercio intraindustrial, las ventajas comparativas reveladas y, finalmente, la distancia entre los productos desde la perspectiva de la complejidad económica.

Criterios de selección de subpartidas arancelarias representativas

La selección fundamentada y exhaustiva de los productos representativos de la cadena de valor de las baterías de litio constituye un pilar esencial para garantizar la rigurosidad y precisión del análisis de los datos obtenidos. En este sentido, cada una de las subpartidas aduaneras presentadas en este apartado fue seleccionada cuidadosamente para reflejar de manera adecuada los componentes clave en cada etapa productiva, desde la extracción de materias primas hasta la fabricación de baterías como producto final. Esta selección no solo asegura una representación fiel de los procesos involucrados, sino que también sienta las bases para comprender las dinámicas comerciales y productivas del sector.

La identificación de los bienes que componen la cadena de valor se basó, en primera instancia, en las propuestas de Jones & otros (2021) y Obaya & Céspedes (2021), cuyos trabajos proporcionan un marco general para estructurar la cadena de valor. Específicamente en el segmento aguas arriba, la elección de los bienes se sustentó en las investigaciones de Weimer & otros (2017), que ofrecen un análisis detallado de las materias primas esenciales en la producción de baterías de litio, y de LaRocca (2020), que asigna subpartidas representativas a los distintos procesos de refinación del litio. La selección de nomenclaturas que representan los componentes clave del segmento

intermedio se fundamentó, en mayor medida, en Sharova & otros (2020) y Rodríguez & otros (2020).

Más allá de las referencias bibliográficas empleadas, la selección de los códigos se contrastó con las clasificaciones establecidas en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías⁹, elaborado por la World Customs Organization (s.f.). Este contraste incluyó una revisión exhaustiva de las notas explicativas de cada sección, capítulo y partida involucrada, junto con la asistencia y consulta de profesionales despachantes de aduana, con el objetivo de minimizar posibles errores asociados a la agregación de productos similares. De esta forma, se logró una representación adecuada de los flujos comerciales asociados a la cadena de valor de las baterías de litio.

La estructura de referencia, presentada en la Figura N°4, pone de manifiesto la diversidad de minerales, procesos y componentes que intervienen en la producción de las baterías. Esta diversidad requirió que la construcción de la cadena se centrara principalmente en los bienes que utilizan al litio como insumo relevante, sin descuidar la inclusión de otros minerales estratégicos empleados en la fabricación de productos intermedios esenciales. Este enfoque permitió no solo una comprensión integral de la cadena, sino también un análisis detallado de las dinámicas comerciales asociadas al litio y a otros insumos secundarios de suma importancia.

Entre los diversos componentes químicos utilizados en la fabricación de baterías, el material activo del cátodo desempeña un papel particularmente estratégico. Según Obaya & Céspedes (2021), "el cátodo ha concentrado la mayor parte de las investigaciones y los esfuerzos de desarrollo relacionados con la batería, por su papel determinante en el rendimiento y los costos de esta" (p.30). Aunque existen diferentes tipos de óxidos metálicos de litio empleados en la industria, el material NMC (níquel, manganeso y cobalto) es el más utilizado debido a su efectividad operativa frente al litio, su elevada capacidad teórica y su desempeño comprobado en diversas aplicaciones (Sharova & otros, 2017). Este análisis asume como referencia la producción de baterías con dicho material de cátodo, lo cual influye directamente en la selección de los productos representativos de la cadena.

Partiendo de esta premisa, las dos etapas del segmento aguas arriba se estructuraron en función de los minerales que conforman el material químico NMC, considerando también al litio como un insumo transversal. En la etapa de "Exploración, extracción y clasificación de materias primas", se incluyeron las subpartidas "Minerales de manganeso y sus concentrados" (SA 2602.00), "Minerales de níquel y sus concentrados" (SA 2604.00) y "Minerales de cobalto y sus concentrados" (SA 2605.00), dado que son los componentes minerales principales en la producción del cátodo. Por parte del litio, la nomenclatura "Materiales minerales no expresados ni comprendidos en otra parte" (SA

⁹ En la selección de los bienes se utilizó la versión 2017 del sistema armonizado.

2530.90) es una subpartida residual, perteneciente a la sección de sales minerales, que abarca tanto la salmuera sin procesar como los materiales de espodumeno. En cuanto al grafito, utilizado como material principal en los ánodos, se incorporó la subpartida “Grafito natural, en polvo o en escamas” (SA 2504.10) dado que el grafito en escamas es el insumo principal del grafito purificado esférico recubierto.

La etapa siguiente, denominada “Precursores”, abarca los procesos de refinación necesarios para obtener compuestos químicos claves, por lo que su clasificación se centró en la sección 28 del sistema armonizado. Los insumos básicos para la preparación de los materiales precursores, utilizados en la sinterización del cátodo, son los sulfatos de níquel, cobalto y manganeso, productos químicos inorgánicos. Considerando que los precursores no tienen una clasificación arancelaria específica, la medición de sus principales insumos resulta una aproximación pertinente. El sulfato de níquel se encuentra en una subpartida propia, “Sulfatos de níquel” (SA 2833.24), mientras que los sulfatos de cobalto y manganeso fueron evaluados a partir de la subpartida residual “Los demás sulfatos” (SA 2833.29), que a su vez comprende una variedad de otros sulfatos.

En la misma etapa de “Precursores”, se consideraron los compuestos derivados del litio, como el “Cloruro de litio” (SA 2827.39), el “Carbonato de litio” (SA 2836.91) y el “Hidróxido de litio” (SA 2825.20). También se incorporó “Los demás fluoruros” (SA 2826.90), subpartida residual que incluye al hexafluorofosfato de litio, una sal compleja de fluoruro con fósforo y litio, esencial en la producción de electrolitos no acuosos (Rodríguez y otros, 2020).

En el segmento intermedio, se representaron los componentes principales de las celdas de baterías. Para el caso de los materiales activos de cátodo, y considerando el tipo NMC, dado que es un óxido inorgánico con una composición química bien definida, se clasificó apropiadamente bajo la subpartida residual “Las demás sales de los ácidos oxometálicos” (SA 2841.90). En cuanto al ánodo, se seleccionó la subpartida “Grafito artificial” (SA 3801.10), dado que abarca los materiales de grafito sometidos a algún tipo de tratamiento o proceso industrial.

En cuanto a los separadores, se identificaron las subpartidas “Las demás placas de polímeros de etileno” (SA 3920.10) y “Las demás placas de polímeros de polipropileno” (SA 3920.20), en función de su prevalencia en la fabricación de celdas de baterías según las tendencias del mercado. Finalmente, se incluyó la subpartida residual “Los demás productos químicos y preparaciones de la industria química o de industrias conexas, no expresados en otra parte” (SA 3824.99), la cual comprende mezclas químicas y preparaciones complejas que no pueden clasificarse bajo una sola sustancia química específica. Dentro de esta categoría se encuentran, entre otros, los electrolitos, cuya composición se basa en mezclas químicas con una función específica, así como materiales precursores utilizados en distintos componentes de la batería.

Finalmente, en el segmento aguas abajo, la etapa de “Celdas” y “Paquetes de baterías” se representaron en forma conjunta bajo la subpartida “Acumuladores eléctricos de iones de litio” (SA 8507.60). Dado que tanto las celdas como los paquetes de baterías son dispositivos recargables que almacenan y liberan energía, ambas se califican de acumuladores, independientemente sus tamaños o formas. Además, se incluyó la subpartida residual “Partes de acumuladores eléctricos” (SA 8507.07), destinada a los componentes específicos de los acumuladores eléctricos, dado que puede incluir desde electrodos hasta cubiertas y carcasas.

Estas clasificaciones arancelarias permiten captar los flujos comerciales asociados a la cadena de valor de las baterías de litio y, de este modo, reflejar de manera indirecta la existencia o ausencia de habilidades y capacidades productivas específicas. En el Anexo N°1 se presenta un listado detallado de las subpartidas seleccionadas para facilitar un análisis más exhaustivo.

Índice de Grubel & Lloyd

La caracterización inicial de la cadena de valor de las baterías de litio se llevó a cabo mediante la medición del comercio intraindustrial. Este análisis permitió abordar cuestiones clave para la comprensión de la inserción de Argentina en el comercio global, tales como identificar los niveles de especialización en productos específicos, evaluar la capacidad de aprovechar economías de escala en mercados internacionales y analizar los grados de integración comercial y tecnológica que Argentina ha alcanzado con otros países en el contexto del sector litífero.

Para la medición del comercio intraindustrial, se utilizaron datos de exportaciones e importaciones brutas correspondientes a los productos identificados como representativos de la cadena de valor, en base a los códigos arancelarios seleccionados. Los datos abarcaban el período comprendido entre los años 2018 y 2023, lo que permitió captar la evolución reciente de las dinámicas comerciales de los productos vinculados al litio. En aquellos casos en que se detectaron valores atípicos o faltantes en las bases de datos originales, se aplicó el método de datos espejo. Este procedimiento consistió en verificar las cifras a través de las estadísticas comerciales reportadas por los socios comerciales de Argentina. Gracias a este enfoque, fue posible identificar y corregir inconsistencias, garantizando así un mayor nivel de precisión en el análisis. El detalle completo de las cifras comerciales utilizadas para el cálculo del índice se encuentra disponible en el Anexo N°2.

La organización y análisis de los datos se desarrolló mediante un enfoque progresivo, diseñado para ofrecer una representación más completa y detallada de las dinámicas comerciales asociadas al litio. En un primer nivel, se seleccionaron únicamente aquellos

bienes en cuya producción se utiliza litio como insumo en algún grado. En una segunda etapa, se amplió el análisis para incluir todos los bienes que forman parte de la cadena de valor de las baterías de litio, cubriendo tanto los procesos intermedios como los productos finales. Finalmente, se adoptó un enfoque más integral, que buscó representar la industria del litio en su conjunto. Este nivel incluyó no solo los bienes producidos directamente con litio, sino también aquellos productos finales que pertenecen a los sectores estratégicos donde el mineral tiene una aplicación fundamental. Para garantizar la representatividad de los productos finales seleccionados, se revisaron en detalle los sectores de uso clave del litio según el análisis de Baran (2017). El desglose completo de las clasificaciones arancelarias agregadas en esta fase del análisis se encuentra en el Anexo N°3.

El índice utilizado en esta investigación es la versión tradicional del índice de comercio intraindustrial desarrollado por Grubel & Lloyd (1975). Este indicador fue diseñado originalmente para medir el grado de intercambio comercial dentro de una misma industria. Aunque en la literatura especializada existen variantes que refinan su cálculo, como las metodologías que ajustan por desequilibrios comerciales o que distinguen entre comercio horizontal y vertical (Greenaway & otros, 1994), el índice tradicional resulta adecuado para evaluar la participación de un país en una cadena global de valor. Su simplicidad metodológica y su eficacia para captar dinámicas comerciales en niveles agregados hacen que sea una herramienta alineada con los objetivos de este trabajo.

Los autores definen al indicador como la participación del comercio intraindustrial de un bien, grupo de bienes o industria i en relación al comercio total de ese bien, grupo de bienes o industria.

La fórmula del índice GL_i se expresa matemáticamente como:

$$GL_i = 1 - \frac{\sum_i^n |X_i - M_i|}{\sum_i^n (X_i + M_i)}$$

Donde:

- GL_i es el índice de comercio intraindustrial para la industria i .
- X_i son las exportaciones de la industria i .
- M_i son las importaciones de la industria i .

El índice toma valores que oscilan entre 0 y 1. Un valor de 0 indica la ausencia total de comercio intraindustrial, es decir, todo el comercio registrado pertenece a categorías interindustriales. En cambio, un valor de 1 señala que el comercio es completamente intraindustrial, lo que refleja un intercambio equilibrado entre exportaciones e importaciones dentro de una misma industria. La esencia del índice radica en comparar

el comercio total de un bien, medido como la suma de exportaciones e importaciones, con la diferencia absoluta entre estos dos valores. Cuando las exportaciones e importaciones de un bien o grupo de bienes son similares en magnitud, la diferencia absoluta es pequeña, y el índice se aproxima a 1, indicando un elevado nivel de comercio intraindustrial. Por el contrario, cuando existe una gran disparidad entre exportaciones e importaciones, el índice se aproxima a 0, reflejando una predominancia del comercio interindustrial.

Índice de Balassa

Con el propósito de identificar los productos finales e intermedios en los que Argentina posee ventajas comparativas respecto al resto del mundo en la cadena de valor de las baterías de iones de litio, se optó por emplear el índice de ventajas comparativas reveladas. Este índice, desarrollado por Balassa (1965), fue seleccionado debido a que cumple con las características esenciales para analizar de manera eficiente el desempeño comercial de un país dentro de una cadena de valor compleja.

Para calcular este indicador, se utilizaron datos de exportaciones brutas desde Argentina hacia el resto del mundo durante el período 2018-2023. Los datos empleados se encuentran detallados en el Anexo N°2. Al igual que en el caso del índice de comercio intraindustrial, se recurrió al uso de datos espejo para corregir valores atípicos o faltantes.

Los datos utilizados para el cálculo del índice fueron agrupados de manera progresiva, siguiendo criterios consistentes con los análisis previos. En una primera etapa, se agruparon los productos en función de su grado de utilización del litio como insumo productivo. Posteriormente, se incluyeron los bienes correspondientes a la totalidad de la cadena de valor de las baterías. Para cada una de las clasificaciones aplicadas, las subpartidas correspondientes se agruparon y sus valores de comercio se sumaron. Este procedimiento permitió representar de manera precisa las categorías analizadas y, al mismo tiempo, evitar el sesgo de aditividad identificado en el marco teórico.

El índice de Balassa (1965) se basa en la idea de que, si en un período t la proporción de un producto k en las exportaciones totales de un país i es mayor que la misma proporción en un grupo de países de referencia, que en este trabajo corresponde al resto del mundo, entonces el país i tiene una ventaja comparativa en la exportación del producto k en comparación con ese grupo de países. Este indicador sugiere que el país i posee una mayor capacidad exportadora para el producto k en comparación con otros países (Stellian & Danna-Buitrago, 2022). La fórmula de las ventajas comparativas reveladas se expresa como:

$$B_{ikt} = \left(\frac{X_{ikt}}{\sum_{j \in J} X_{jkt}} \right) / \left(\frac{\sum_{p \in K} X_{ipt}}{\sum_{j \in J} \sum_{p \in K} X_{jpt}} \right)$$

Donde:

- B_{ikt} : Es el indicador de Ventajas Comparativas Reveladas de Balassa para el país i , producto k , y período t .
- X_{ikt} : Es el valor de las exportaciones del producto k del país i en el período t .
- $\sum_{j \in J} X_{jkt}$: Es la suma de las exportaciones del producto k de todos los países j (o regiones) que pertenecen al mismo grupo de países que i en el período t . En otras palabras, es la suma de las exportaciones del producto k de todos los países del conjunto al cual pertenece el país i .
- $\sum_{p \in K} X_{ipt}$: Es la suma de las exportaciones de todos los productos p , conjunto al cual pertenece k , del país i en el período t . Esta suma representa las exportaciones totales del país i en el momento t .
- $\sum_{j \in J} \sum_{p \in K} X_{jpt}$: Es la suma total de todas las exportaciones de todos los productos de todos los países del conjunto i en el período t . En el presente trabajo, esta suma representa el valor total de las exportaciones de todos los productos a nivel global.

De la fórmula presentada se desprende que si el valor de B_{ikt} es mayor que 1, esto indica que el país i tiene una ventaja comparativa revelada en la exportación del producto k en el período t . Por el contrario, si el valor es menor que 1, significa que el país no tiene ventaja comparativa en ese producto.

La aplicación de este índice permitió identificar las ventajas comparativas específicas de Argentina dentro de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. Los resultados obtenidos proporcionan información clave sobre los productos en los que el país muestra un desempeño competitivo destacado, contribuyendo al análisis de su posicionamiento en el comercio internacional.

Espacio de productos de la cadena de valor de las baterías de iones de litio

Las nociones de especificidad del capital humano y de heterogeneidad en la sustituibilidad de este capital, expuestas por Hausmann & Klinger (2007), ofrecen un marco teórico sólido para analizar la evolución y transformación productiva de un país dentro de la cadena de valor de las baterías de litio. Este enfoque resulta fundamental para identificar encadenamientos productivos factibles, partiendo de los bienes finales e intermedios que la componen. En este contexto, se recurrió a los conceptos de distancia y proximidad desarrollados por los autores. A partir del cálculo de la proximidad entre bienes, se construyó un espacio de producto adaptado específicamente a la cadena de valor de las baterías, lo que permite evaluar tanto el posicionamiento actual como las oportunidades de diversificación productiva para Argentina.

La proximidad entre productos, definida en términos de sustituibilidad, se convierte en una herramienta estratégica para comprender el papel del país dentro de esta cadena global de valor. Permite además identificar oportunidades que podrían promover el desarrollo de encadenamientos productivos en sectores estratégicos. En palabras de los propios autores, “the level of complexity of a country’s economy predicts the types of products that countries will be able to develop in the future” (Hidalgo & Hausmann, 2009, p.5). Este principio resalta la importancia de evaluar las capacidades existentes y su potencial para diversificarse hacia productos más complejos y de mayor valor agregado.

Para este análisis, se utilizaron los flujos de exportación bruta correspondientes a los productos que integran la cadena de valor, considerando todos los países que reportan información a las Naciones Unidas. La selección del año 2023 como ventana temporal permitió reflejar con precisión las condiciones actuales de proximidad entre los bienes analizados, utilizando los datos más recientes disponibles al momento de la investigación.

El proceso de construcción del espacio relacional de productos implicó varias etapas metodológicas. En primer lugar, se organizaron matrices con los datos de exportación disponibles. Luego, se aplicó el índice de Balassa (1965) para calcular las ventajas comparativas reveladas de cada país con respecto a los productos de la cadena de valor. A partir de estos cálculos, se determinó la existencia o ausencia de ventajas comparativas en un bien específico para cualquier país c , de acuerdo con la siguiente formulación:

$$x_{i,c,t} = \begin{cases} 1 & \text{if } RCA_{i,c,t} > 1 \\ 0 & \text{if } RCA_{i,c,t} \leq 1 \end{cases}$$

Aquí, $x_{i,c,t}$ indica la existencia (1) o inexistencia (0) de ventajas comparativas del país c en la producción del bien i en el momento t .

Una vez identificadas las ventajas comparativas, se construyó una matriz relacional que mide la proximidad entre productos. Esta proximidad se calcula a partir de la probabilidad conjunta de que dos bienes sean exportados con ventajas comparativas por un mismo país, considerando la ubicuidad de los productos. Según Hausmann & otros (2011), la ubicuidad se refiere a la cantidad de países que exportan un producto dado con ventajas comparativas, en un año dado.

La fórmula aplicada fue la expuesta por Hausmann & Klinger (2007) correspondiente a la proximidad entre dos bienes, entendida esta como la inversa de la distancia entre dos bienes i y j en el año t , siendo x los bienes en consideración:

$$\varphi_{i,j,t} = \min\{P(x_{i,t}|x_{j,t}), P(x_{j,t}|x_{i,t})\}$$

donde $\varphi_{i,j,t}$ representa la proximidad entre los bienes i y j en el momento t . En otras palabras, si un país exporta el bien i revelando ventajas comparativas, $\varphi_{i,j,t}$ expresa la

probabilidad de que dicho país también exporte el bien j bajo las mismas condiciones de ventaja comparativa.

Dada la diversidad de posibles enfoques aplicables al desarrollo de este análisis, se optó por priorizar el estudio de aquellos productos en los que Argentina ha revelado ventajas comparativas o se encuentran próximo al umbral de referencia, y así poder caracterizar de mejor manera la inserción del país en la cadena de baterías de litio. El Anexo N°4 presenta el espacio de productos de la cadena de valor de forma completa, detallando cada una de las proximidades calculadas.

Resultados

Esta sección presenta los valores obtenidos en la investigación, organizados y explicados mediante gráficos y estadísticas que permiten visualizar las dinámicas de la cadena de valor de las baterías de iones de litio. Se analizan las tendencias del comercio intraindustrial, las ventajas comparativas reveladas y las mediciones de proximidad entre bienes clave. Los datos se exponen de manera estructurada, integrando figuras y tablas que facilitan la comprensión de los hallazgos más relevantes.

Comercio intraindustrial

En lo referente a los resultados obtenidos del análisis de comercio intraindustrial, se emplearon gráficos de columnas agrupadas para representar visualmente la evolución temporal del índice de Grubel & Lloyd (1975). Este enfoque permitió no solo medir y comparar los valores a lo largo del período 2018-2023, sino también identificar patrones específicos asociados con los distintos segmentos de la cadena de valor de las baterías de iones de litio.

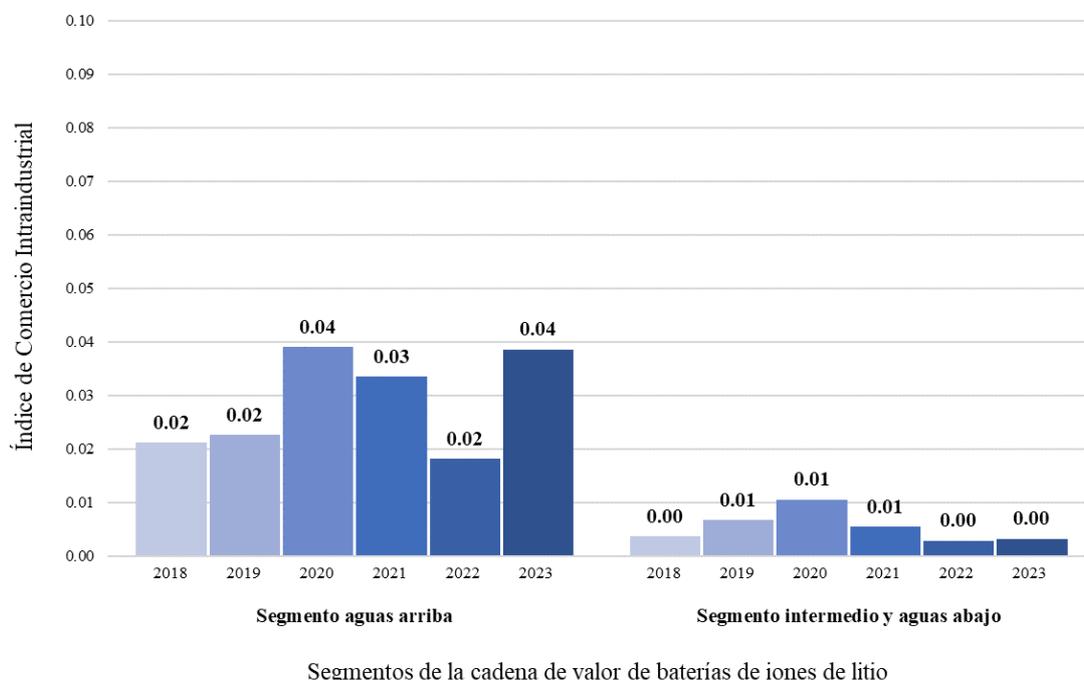
La Figura N°5 ilustra los valores del índice correspondientes a los bienes producidos con litio como insumo, clasificados según los segmentos de la cadena de valor. Los segmentos intermedio y aguas abajo¹⁰ se agruparon en la representación gráfica por dos razones. En primer lugar, el nivel de agregación empleado en estos segmentos es metodológicamente apropiado para calcular el índice (Grubel & Lloyd, 1975). En segundo lugar, la mayor complejidad de los procesos productivos a partir del segmento intermedio permite un análisis comparativo significativo con respecto a los procesos aguas arriba, particularmente desde una perspectiva argentina (Jones & otros, 2021).

Como se observa en la Figura N°5, todos los segmentos presentaron valores extremadamente bajos del índice de comercio intraindustrial. Ninguno de los segmentos

¹⁰ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 284190 y 8507.60.

alcanzó valores superiores a 0.04 durante los años analizados. En particular, los segmentos intermedio y aguas abajo registraron valores que no superaron el 0.01, evidenciando un marcado carácter importador para Argentina.

Figura N°5.



Fuente: Elaboración propia.

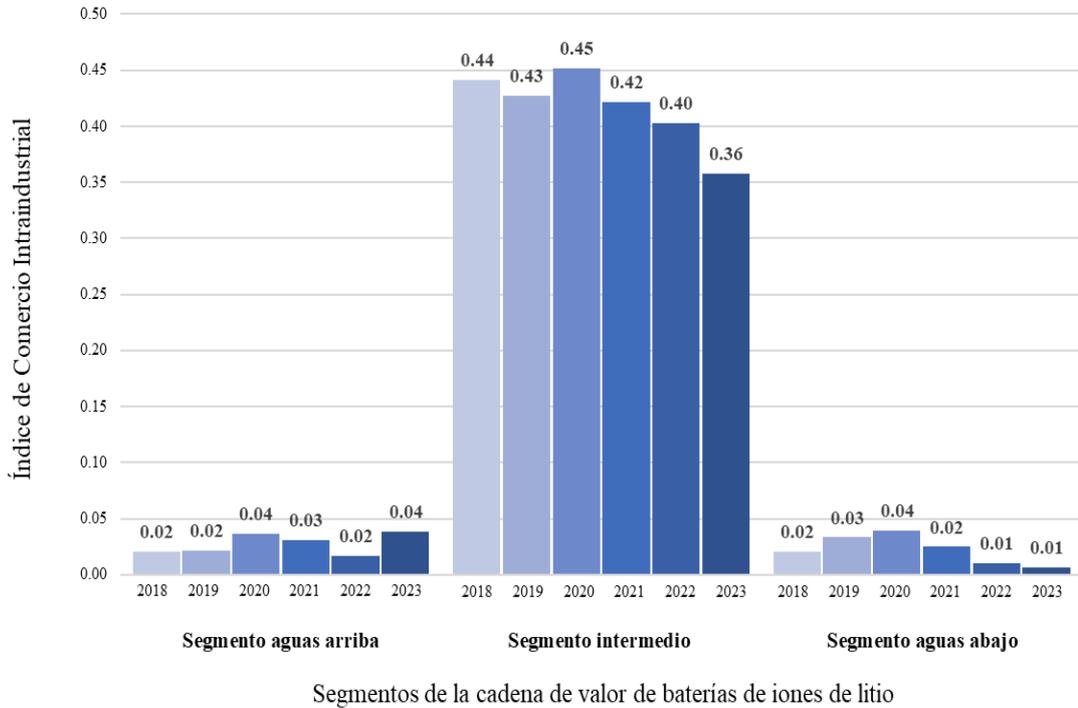
En el segmento aguas arriba¹¹, si bien los niveles del índice de comercio intraindustrial permanecieron bajos, esto se explicó principalmente por la elevada participación de las subpartidas asociadas al carbonato y al cloruro de litio, que concentraron más del 90% del comercio total registrado por Argentina en este segmento. Esta notable participación exportadora de ambos productos explica el marcado balance comercial positivo en esta etapa. Por el contrario, el resto de los productos del segmento mostraron tendencias mayoritariamente importadoras, a excepción de los materiales minerales de litio sin procesar, cuya dinámica comercial se transformó, pasando de ser importadora neta a exportadora neta en el año 2023.

Por su parte, la Figura N°6 presenta los niveles de comercio intraindustrial para los tres segmentos de la cadena de valor de manera independiente, incluyendo bienes representativos que no utilizan litio como insumo productivo. Este enfoque amplía la

¹¹ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2530.90, 2833.29, 2827.39, 2836.91, 2825.20 y 2826.90.

perspectiva del análisis al incorporar productos que, aunque no estén directamente relacionados con el litio, forman parte integral de las mismas redes de producción.

Figura N°6.



Fuente: Elaboración propia.

Los segmentos aguas arriba y aguas abajo mantuvieron valores prácticamente nulos en el índice de comercio intraindustrial a lo largo del período analizado, aunque, nuevamente, con tendencias opuestas en cuanto a su balance comercial. En el segmento aguas arriba¹², el comercio estuvo dominado por exportaciones de carbonato y cloruro de litio, consolidando el perfil netamente exportador. Por el contrario, el segmento aguas abajo¹³ mostró un balance comercial marcadamente importador, con más del 98% del comercio total del segmento correspondiente a importaciones en todos los años estudiados.

En el segmento intermedio¹⁴, el índice de comercio intraindustrial registró valores elevados y relativamente estables durante los primeros años del período analizado, con un promedio cercano a 0.44. A diferencia de los segmentos extremos de la cadena, en los

¹² Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2602.00, 2604.00, 2605.00, 2504.10, 2530.90, 2833.24, 2833.29, 2827.39, 2836.91, 2825.20 y 2826.90.

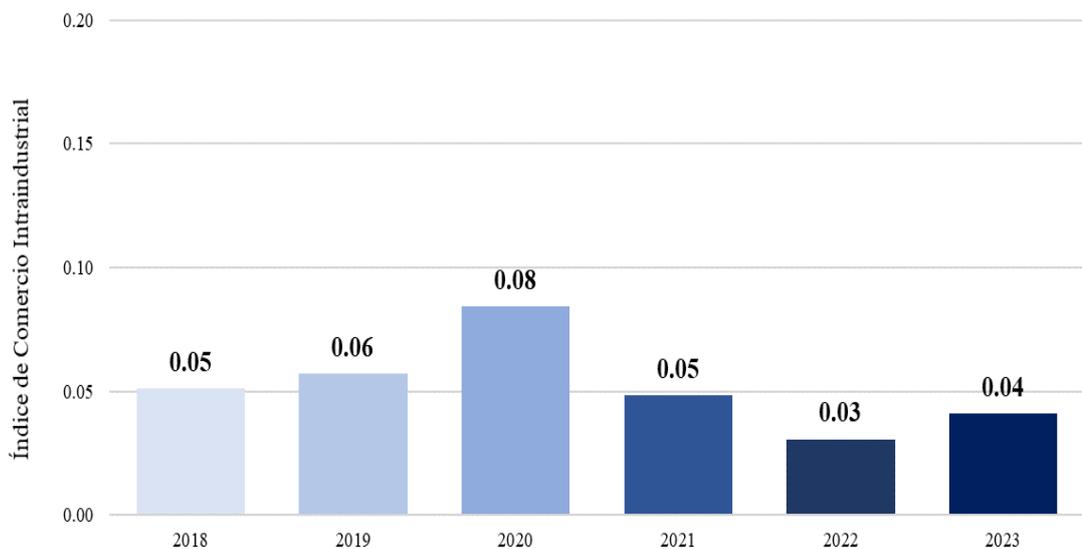
¹³ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 8507.90 y 8507.60.

¹⁴ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2841.90, 3801.10, 3920.10, 3920.20 y 3824.99.

cuales el comercio intraindustrial fue marginal, en este segmento se observó un equilibrio comercial más marcado, reflejando una mayor interacción entre exportaciones e importaciones dentro del mismo segmento. Sin embargo, a partir de 2020, se evidenció una tendencia decreciente sostenida en los valores del índice de Grubel & Lloyd, lo que resultó en una reducción del 20% al final del período estudiado, alcanzando en 2023 su menor nivel, con un valor de 0.35. Esta caída en la participación del comercio intraindustrial se explica, principalmente, por la disminución de las exportaciones de separadores de polímeros de etileno, cuya reducción en magnitud coincidió con un crecimiento sostenido de las importaciones de todos los productos que integran el segmento intermedio.

Finalmente, la Figura N°7 aborda el comercio intraindustrial de manera integral, incorporando todos los productos vinculados directamente con los procesos productivos del litio¹⁵. Este enfoque tiene como objetivo proporcionar una visión general de la industria del litio en Argentina, considerando tanto los productos de la cadena de valor de las baterías como aquellos de los sectores que representan los principales usos finales del mineral.

Figura N°7.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis del comercio intraindustrial en la industria del litio evidenció niveles consistentemente bajos, con un promedio del índice de 0.05 a lo largo del período

¹⁵ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2602.00, 2604.00, 2605.00, 2504.10, 2530.90, 2833.24, 2833.29, 2827.39, 2836.91, 2825.20, 2826.90, 2841.90, 3801.10, 3920.10, 3920.20, 3824.99, 8507.90 y 8507.60.

analizado. En términos de balance comercial, la industria presentó un marcado perfil exportador, aunque con particularidades relevantes. De las 17 subpartidas identificadas como representativas de la industria, únicamente tres registraron un saldo netamente exportador de manera sostenida durante todo el período de estudio. La baja participación del comercio intraindustrial se explica, en gran medida, por la elevada concentración de las exportaciones en el carbonato de litio, cuyo valor comercial representó, en promedio, el 60% del comercio total de la industria argentina. En 2023, esta participación alcanzó su punto máximo, concentrando el 70% del comercio total. En contraste, el segmento aguas abajo de la cadena de baterías exhibió un balance comercial altamente deficitario, donde las importaciones de acumuladores eléctricos de iones de litio constituyeron el principal flujo comercial del segmento.

El análisis del comercio intraindustrial en la cadena de valor de las baterías de iones de litio reveló niveles persistentemente bajos en todos los segmentos, destacándose las diferencias en los patrones comerciales. Los segmentos aguas arriba y aguas abajo mostraron índices prácticamente nulos, aunque con sesgos opuestos: mientras que el segmento aguas arriba presentó un marcado perfil exportador, impulsado principalmente por el carbonato y el cloruro de litio, el segmento aguas abajo mantuvo un balance comercial mayoritariamente importador. En contraste, el segmento intermedio registró los niveles más elevados de comercio intraindustrial en la medición que incluyó todos los bienes de la cadena. No obstante, esta tendencia decreció considerablemente a partir del año 2020.

Ventajas comparativas reveladas

Los resultados obtenidos al medir las ventajas comparativas de Argentina en la cadena de valor de las baterías se presentan mediante dos herramientas gráficas principales: un mapa de calor, que visualiza los valores del índice de Balassa para cada producto y año, y gráficos de líneas con marcadores, empleados para analizar las distintas clasificaciones de la cadena. Estas herramientas permiten explorar en detalle la evolución temporal de las ventajas comparativas en función de los segmentos y etapas productivas.

En la Tabla N°1 se presenta el mapa de calor, donde las denominaciones de las subpartidas representativas se disponen en las filas, mientras que las columnas corresponden a los años evaluados (2018-2023). El orden de las subpartidas sigue la secuencia de las etapas de la cadena: primero el segmento aguas arriba, luego el intermedio y, finalmente, el segmento aguas abajo. Para facilitar la interpretación, se emplearon líneas de mayor grosor que separan visualmente las etapas identificadas, según el esquema presentado en la Figura N°4.

El mapa utiliza dos colores para distinguir entre productos con ventajas comparativas reveladas y aquellos sin ellas. Los valores superiores al umbral de 1 se representan en

rojo, mientras que los inferiores se visualizan en azul. Con el propósito de destacar ciertas variaciones entre los bienes que no revelaron ventajas comparativas, el color azul se utilizó con diferentes tonalidades: los tonos más claros representaron los valores más cercanos al umbral, mientras que los tonos más oscuros indicaron aquellos más alejados de este¹⁶.

Tabla N°1.

SUBPARTIDAS \ AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Materiales de manganeso y sus concentrados.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Materiales de níquel y sus concentrados.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Materiales de cobalto y sus concentrados.	0.14	0.00	0.21	0.00	0.02	0.06
Grafito natural.	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Los demás materiales minerales.	0.02	0.03	0.17	0.16	0.05	0.27
Los demás sulfatos.	0.26	0.21	0.10	0.01	0.03	0.00
Sulfato de Níquel.	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cloruro de litio.	19.06	14.39	20.31	12.33	13.18	43.53
Carbonato de litio.	83.24	54.66	49.10	58.23	17.16	44.23
Óxido e hidróxido de litio.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Las demás sales complejas del fluor.	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Las demás sales de los oxometálicos o peroxometálicos.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grafito artificial.	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.04
Separadores de polímeros de etileno.	0.80	0.65	0.69	0.66	0.55	0.68
Separadores de polímeros de propileno.	0.32	0.35	0.36	0.28	0.34	0.46
Los demás productos químicos y preparaciones de la industria química o de industria conexas.	0.34	0.35	0.34	0.29	0.28	0.40
Partes de acumuladores eléctricos.	0.04	0.04	0.05	0.06	0.02	0.02
Acumuladores eléctricos de iones de litio.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa de calor destacan cinco bienes cuyos valores del índice de Balassa superan el umbral de 1 o resultan significativos para la investigación: el carbonato de litio, el cloruro de litio, los separadores de polímeros de etileno, los separadores de polímeros de polipropileno y los demás productos químicos y preparaciones de la industria química.

¹⁶ El valor de referencia, equivalente al doble del promedio en todos los años investigados (0.09) de los bienes sin ventajas comparativas, se seleccionó por las claras diferencias observadas entre estos, alrededor de dicho valor.

Los bienes con ventajas comparativas claras y sostenidas durante todo el período fueron el carbonato y el cloruro de litio. En el caso del carbonato, el valor máximo registrado se observó en 2018, a partir del cual se evidenció una tendencia decreciente constante, que culminó en 2023 con un repunte significativo. Sin embargo, este incremento final no logró recuperar ni la mitad del valor registrado al inicio del período. Por su parte, el cloruro de litio mostró un comportamiento estable a lo largo de los años, con un aumento en 2023 que marcó su valor máximo dentro del período analizado.

Entre las tres subpartidas que, si bien no superaron el umbral de 1, presentaron valores relevantes, los separadores de polímeros de etileno fueron los más destacados. En 2018 registraron su valor máximo, estabilizándose posteriormente en un promedio de 0.67 a lo largo del período. Los separadores de polímeros de polipropileno, en cambio, mostraron valores más bajos en el índice, aunque con menor variabilidad, manteniéndose en torno a un promedio de 0.35. Por su parte, la subpartida correspondiente a los demás productos químicos y preparaciones de la industria química, que abarca la comercialización de electrolitos, entre otros bienes, presentó valores similares a los de los separadores de polipropileno, con un promedio de 0.33. Un rasgo común entre estas tres subpartidas fue el incremento significativo del índice en 2023: el índice de los separadores de etileno aumentó un 23%, el de los separadores de polipropileno creció un 34%, y el de los productos químicos y preparaciones de la industria química se incrementó un 42%, alcanzando este último su valor máximo dentro del período analizado.

El resto de los bienes incluidos en el cálculo presentó valores muy bajos en el índice de Balassa. De hecho, solo cuatro de las 13 subpartidas superaron el 0.05 en algún momento del período estudiado, lo que enfatiza la alta concentración de las capacidades exportadoras de Argentina en un número reducido de bienes dentro de la cadena de valor de las baterías de litio.

Desde una perspectiva por segmentos, el análisis reveló que el segmento aguas abajo presentó consistentemente valores cercanos a 0 en los bienes que lo componen. En el segmento aguas arriba, aunque los valores del índice fueron generalmente bajos, destacaron significativamente el carbonato y el cloruro de litio, cuyos índices superaron ampliamente el umbral.

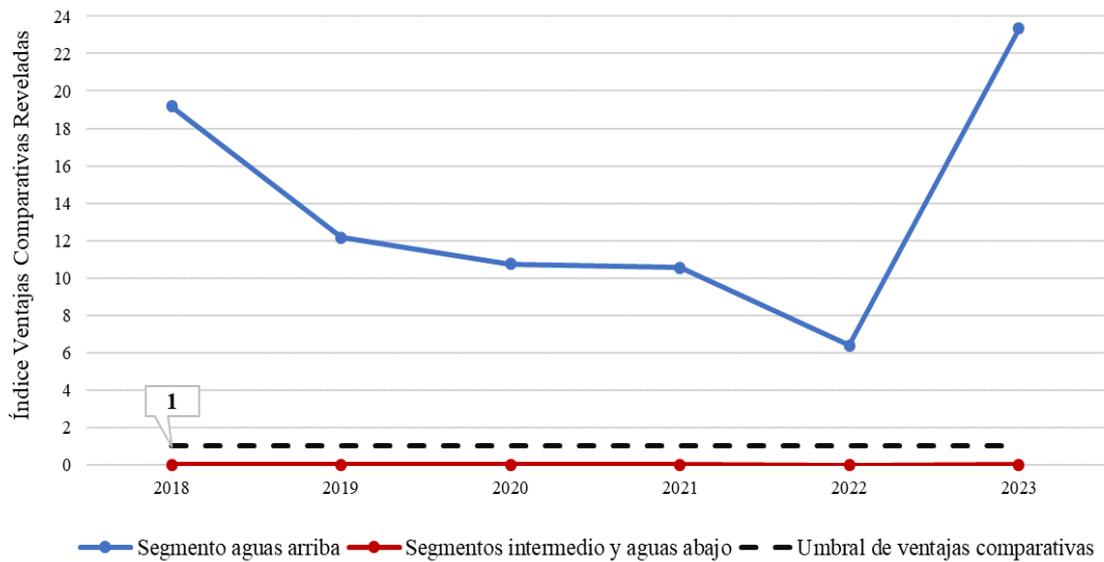
En la Figura N°8 se presenta la evolución de las ventajas comparativas por segmentos, considerando de manera conjunta los segmentos intermedio y aguas abajo¹⁷, y enfocándose en los bienes que utilizan litio como insumo productivo. El gráfico evidencia una tendencia decreciente en el segmento aguas arriba¹⁸ a lo largo de la mayor parte del período analizado, seguida de un repunte significativo en 2023. Durante todo el período,

¹⁷ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2841.90 y 8507.60.

¹⁸ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2530.90, 2833.29, 2827.39, 2836.91, 2825.20 y 2826.90.

los valores del índice en este segmento se mantuvieron consistentemente por encima del umbral de las ventajas comparativas, impulsados principalmente por el desempeño destacado de ciertos productos. El repunte observado en 2023 se explica por el incremento de las exportaciones brutas de tres subpartidas representativas de compuestos de litio con menores niveles de agregación de valor: los demás materiales minerales, el cloruro de litio y el carbonato de litio. Estas subpartidas experimentaron un aumento del 515%, 134% y 27%, respectivamente, en tan solo un año.

Figura N°8.



Fuente: Elaboración propia.

Por el contrario, la comercialización de bienes en los segmentos intermedio y aguas abajo reflejó índices prácticamente nulos. Esto se debe, en términos de cálculo, a que los separadores, representativos del segmento intermedio, no emplean litio como insumo en su producción.

Para complementar el análisis, las Figuras N°9 y N°10 presentan gráficos de líneas que examinan las ventajas comparativas de Argentina según la clasificación por etapas de la cadena de valor. Estas mediciones incluyen todos los bienes identificados, permitiendo un análisis integral de la cadena.

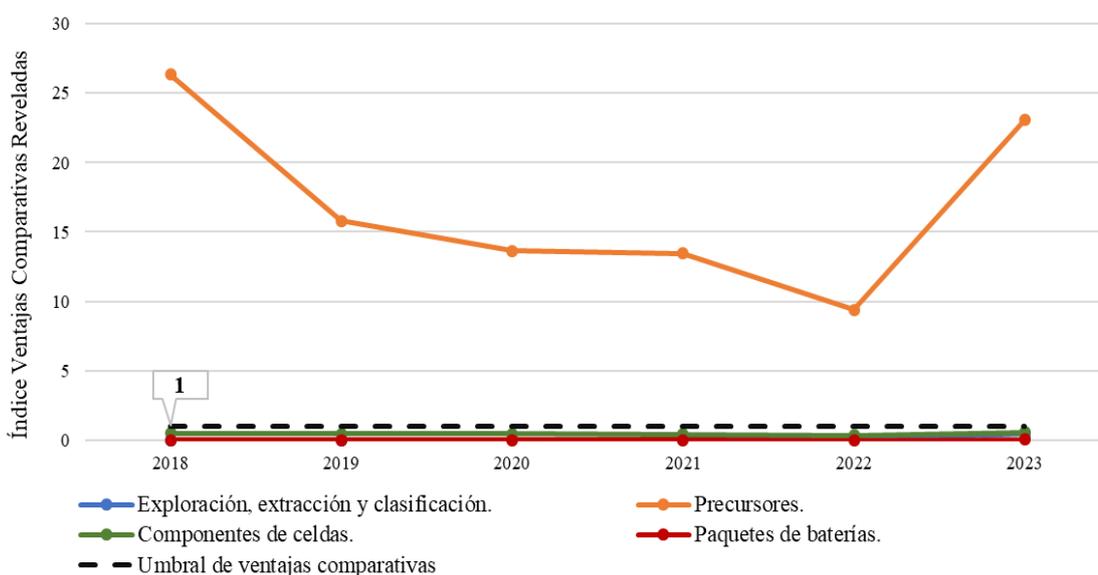
A partir de dicha clasificación, se identificaron dos etapas con valores del índice relevantes para su análisis. En primer lugar, la etapa de “Precursores”¹⁹ reveló ventajas comparativas con valores consistentemente altos durante todo el período estudiado. En

¹⁹ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2833.24, 2833.29, 2827.39, 2836.91, 2825.20 y 2826.90.

segundo lugar, la medición de la etapa de "Componentes de celdas"²⁰ arrojó valores equilibrados, en torno al 0.5.

A pesar de los elevados valores observados en la etapa de "Precursores" y las claras diferencias con respecto al resto de las etapas, la Figura N°9 revela una tendencia decreciente predominante a lo largo de gran parte del período analizado, seguida de un repunte importante en el último año. Estas fluctuaciones en los valores del índice coinciden con las variaciones detectadas en otros apartados, particularmente cuando el carbonato de litio y el cloruro de litio se incluyen en la medición. Este comportamiento resalta la relevancia de ambos bienes en los resultados, independientemente de la clasificación analizada dentro de la cadena de valor.

Figura N°9.



Fuente: Elaboración propia.

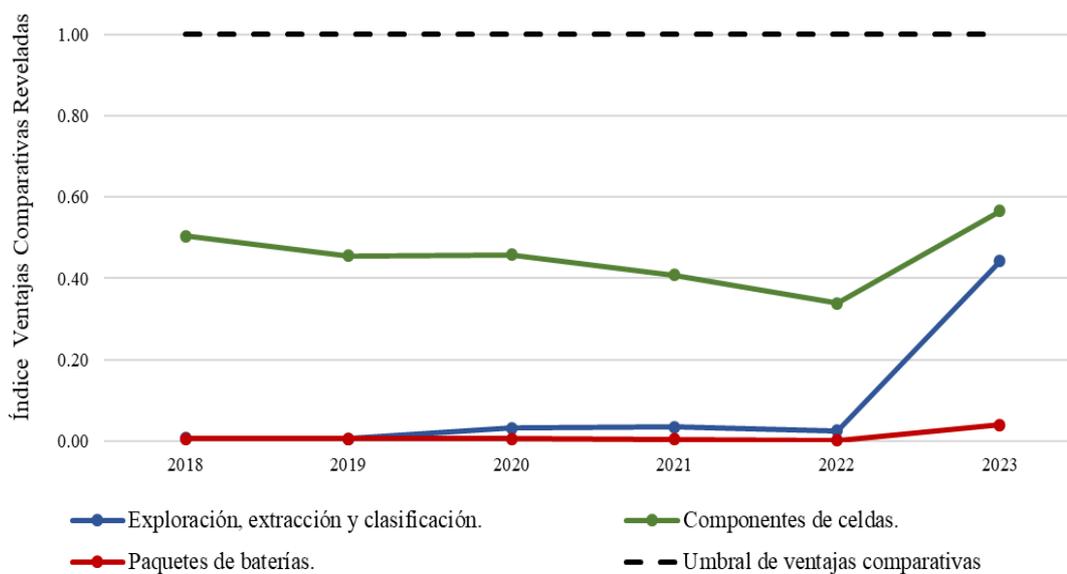
Por otro lado, en la Figura N°10 se visualizaron dinámicas temporales de las etapas cuyos valores del índice de ventajas comparativas se situaron por debajo del umbral. Entre estas, la etapa de "Componentes de celdas" mostró un desempeño relativamente equilibrado, con una ligera tendencia decreciente hasta el último año analizado, cuando logró superar los valores obtenidos al inicio del período. En contraste, el segmento aguas²¹ abajo mantuvo valores persistentemente bajos, en línea con los resultados generales observados para la cadena de valor. Un caso particularmente destacable fue el de la etapa de

²⁰ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2841.90, 3801.10, 3920.10, 3920.20 y 3824.99.

²¹ Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 8507.90 y 8507.60.

"Exploración, extracción y clasificación"²², perteneciente al segmento aguas arriba, que mostró un repunte extraordinario en 2023. El índice para esta etapa pasó de 0.03 en 2022 a 0.44 en 2023, un cambio impulsado principalmente por el significativo incremento en las exportaciones de materiales minerales como el espodumeno y las salmueras sin procesar, entre otros productos incluidos en esta subpartida.

Figura N°10.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del análisis de las ventajas comparativas reveladas de Argentina en la cadena de valor de las baterías de litio destacan al carbonato de litio y al cloruro de litio como los bienes más significativos dentro de la cadena. Estos productos registraron valores del índice consistentemente superiores al umbral establecido, a pesar de haber mostrado una tendencia decreciente hasta 2022. En cuanto a los separadores y demás productos de la industria química, aunque secundarios en términos de magnitud, demostraron un rol destacado al mantener valores estables y superiores a los bienes de la cadena que no revelaron ventajas comparativas. Por último, el segmento aguas arriba, impulsado principalmente por los productos mencionados, demostró una sólida ventaja comparativa a lo largo de todo el período estudiado, consolidando la importancia estratégica del país dentro de la estructura de la cadena de valor.

²² Códigos arancelarios incluidos en esta clasificación: 2602.00, 2604.00, 2605.00, 2504.10 y 2530.90.

Espacio relacional de producto

La construcción de un espacio relacional de productos, basada en los conceptos de proximidad y distancia desarrollados por Hausmann & Klinger (2007) y adaptada a la cadena global de valor de las baterías de iones de litio, permitió evaluar las posibilidades de generar encadenamientos productivos. Este análisis proporciona una herramienta empírica para identificar las conexiones entre bienes, analizando las capacidades productivas requeridas y las limitaciones existentes.

A pesar de que el presente estudio se centra en la dinámica comercial de Argentina, el análisis global del espacio de productos evidenció un nivel promedio de proximidad entre los bienes de la cadena de 0.10, reflejando una marcada heterogeneidad en las relaciones productivas, como destacan Hausmann & Klinger (2007) en su investigación. Esta heterogeneidad se manifiesta, principalmente, en las diferencias en las proximidades promedio entre los distintos segmentos de la cadena.

El segmento aguas arriba presentó una proximidad promedio similar tanto entre sus propios productos como en relación con los de los segmentos intermedio y aguas abajo. No obstante, la proximidad promedio calculada para los propios bienes de los segmentos intermedio y aguas abajo combinados duplicó la observada en el segmento aguas arriba. Esto sugiere una mayor densidad en el espacio de productos en las etapas de mayor complejidad productiva, lo que indica un nivel más elevado de interconexión en estos eslabones de la cadena de valor.

Por otro lado, los valores de proximidad más altos registrados corresponden a la relación entre el carbonato de litio y el hidróxido de litio, así como entre los separadores de polímeros de etileno y polipropileno. En ambos casos, las probabilidades de exportación conjunta alcanzaron un valor de 0.5.

En el caso particular de Argentina, el análisis se centró en los productos con valores significativos de ventajas comparativas reveladas: el carbonato de litio, el cloruro de litio, los separadores de polímeros de etileno y de polipropileno y los demás productos químicos y preparaciones de la industria química, en ese orden de importancia. En la Tabla N°2 se presentan las proximidades calculadas entre estos cinco bienes y el resto de la cadena. Las filas de la tabla contienen las subpartidas representativas seleccionadas, mientras que las columnas corresponden a los cinco bienes mencionados. Para facilitar el análisis según las clasificaciones de la cadena, se distinguieron los segmentos aguas arriba, intermedio y aguas abajo mediante colores: azul, amarillo y rojo, respectivamente. Adicionalmente, para diferenciar las nomenclaturas correspondientes a las distintas etapas, se incluyeron líneas de mayor grosor, delimitando de manera clara cada categoría.

Como complemento a la Tabla N°2, en la Figura N°10 se emplearon gráficos de barras para destacar las mediciones de proximidad más relevantes del carbonato de litio y el

cloruro de litio. En estos gráficos, las barras se presentan en colores que corresponden a los segmentos de la cadena, permitiendo identificar visualmente las tendencias de proximidad según cada etapa para los bienes con ventajas comparativas en Argentina.

Tabla N°2.

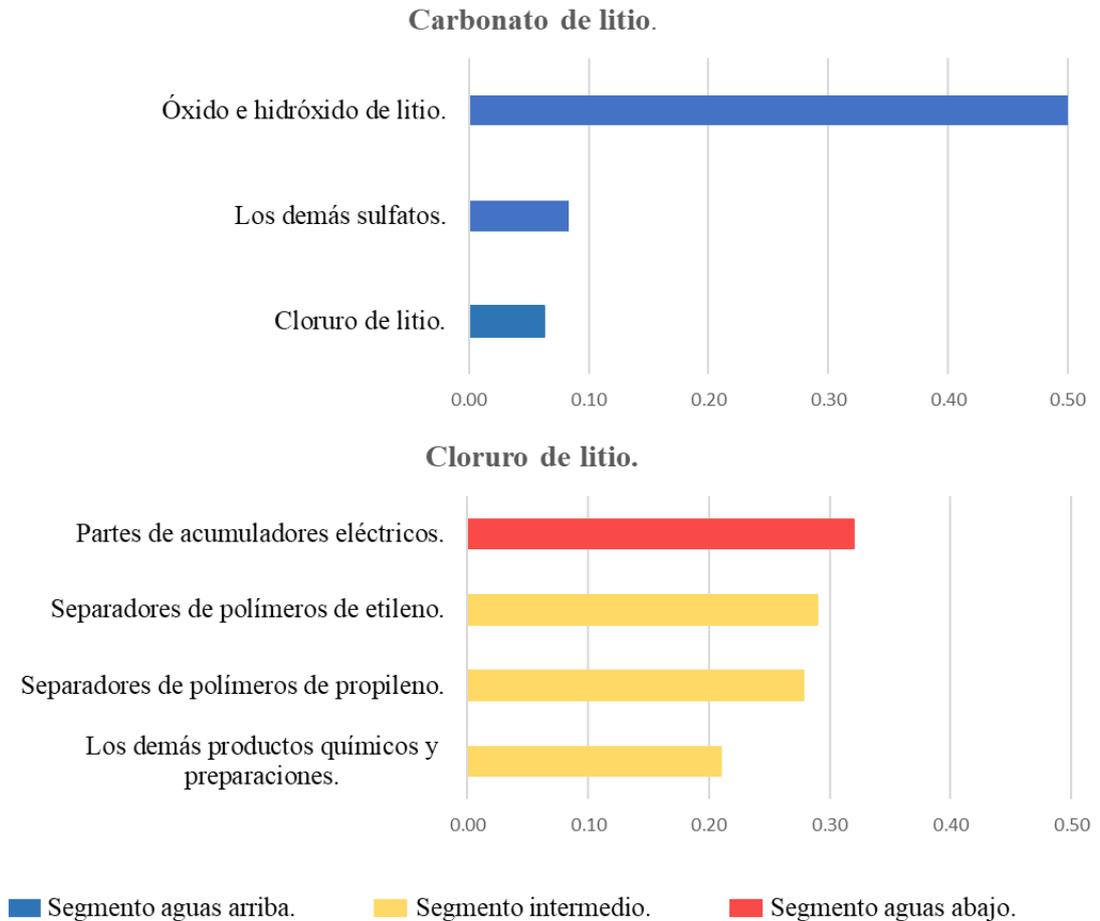
Principales productos argentinos.	Carbonato de litio.	Cloruro de litio.	Separadores de polimeros de etileno.	Separadores de polimeros de polipropileno.	Los demás productos químicos y preparaciones de la industria química o de industria conexas.
Cadena global de valor.					
Materiales de manganeso y sus concentrados.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Materiales de níquel y sus concentrados.	0.00	0.06	0.06	0.05	0.21
Materiales de cobalto y sus concentrados.	0.00	0.00	0.05	0.00	0.11
Grafito natural.	0.00	0.06	0.08	0.06	0.11
Los demás materiales minerales.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Los demás sulfatos.	0.08	0.13	0.13	0.08	0.05
Sulfato de Níquel.	0.00	0.00	0.07	0.16	0.21
Cloruro de litio.	0.06	1.00	0.29	0.28	0.21
Carbonato de litio.	1.00	0.06	0.00	0.00	0.00
Óxido e hidróxido de litio.	0.50	0.00	0.00	0.00	0.05
Las demás sales complejas del fluor.	0.00	0.06	0.05	0.08	0.26
Las demás sales de los oxometálicos o peroxometálicos.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Grafito artificial.	0.00	0.13	0.00	0.06	0.11
Separadores de polimeros de etileno.	0.00	0.28	0.50	1.00	0.21
Separadores de polimeros de propileno.	0.00	0.29	1.00	0.50	0.22
Los demás productos químicos y preparaciones de la industria química o de industria conexas.	0.00	0.21	0.22	0.16	0.16
Partes de acumuladores eléctricos.	0.00	0.32	0.32	0.31	0.24
Acumuladores eléctricos de iones de litio.	0.00	0.13	0.11	0.06	0.11

Fuente: Elaboración propia.

El carbonato de litio, producto con ventajas comparativas sobresalientes para Argentina, mostró una notable desconexión con la mayoría de los bienes de la cadena, registrando valores nulos o muy bajos en casi todos los casos. La única proximidad significativa, que además representó el valor más alto del análisis, fue con el hidróxido de litio, alcanzando 0.5. A su vez, cabe destacar que todos los valores no nulos calculados para este bien

correspondieron exclusivamente a productos del segmento aguas arriba, como se ilustra en la Figura N°10, reflejando dificultades de integración con las etapas de mayor valor agregado.

Figura N°11.



Fuente: Elaboración propia.

El cloruro de litio, un bien destacado por sus ventajas comparativas, presentó un patrón diverso y consistente, con valores positivos de proximidad registrados en todos los segmentos de la cadena de valor. A diferencia del carbonato de litio, este producto mostró valores significativos en los segmentos intermedio y aguas abajo, resaltando especialmente las “Partes de acumuladores eléctricos” como el bien con menor distancia calculada, según lo ilustrado en la Figura N°10. En términos promedio, la proximidad registrada en los segmentos aguas abajo e intermedio fue de 0.19 y 0.17, respectivamente, mientras que en el segmento aguas arriba su promedio alcanzó un valor de 0.13. Este último coincide con el promedio general de la cadena, aunque se sitúa por debajo de los segmentos caracterizados por mayores niveles de agregación de valor. Es importante

destacar que estos promedios representan los segundos valores más altos obtenidos por una clasificación arancelaria en relación con el segmento aguas abajo, superados únicamente por la nomenclatura correspondiente al hexafluorofosfato de litio, que alcanzó un promedio de 0.24 en dicho segmento y 0.18 en el segmento intermedio.

En cuanto a los separadores de polímeros de etileno y polipropileno, ambos mostraron valores de proximidad muy similares a lo largo de toda la cadena, dado que son sustitutos cercanos en la producción de celdas de baterías. El valor más alto registrado en todo el análisis fue de 0.5, correspondiente a la proximidad entre estos dos bienes. Adicionalmente, ambos presentaron una conexión significativa con las “Partes de acumuladores eléctricos”, que se posicionaron como el segundo bien más cercano a ambos separadores dentro del segmento aguas abajo. En el segmento aguas arriba, los separadores de etileno y polipropileno destacaron por su proximidad con el cloruro de litio, alcanzando valores de 0.29 y 0.28, respectivamente. Por otro lado, en el segmento aguas abajo los promedios de proximidad fueron de 0.15 para los separadores de etileno y de 0.17 para los de polipropileno, superando el promedio general de proximidad de la cadena.

Por último, la clasificación arancelaria correspondiente a los demás productos químicos “no comprendidos en otra parte”, que incluye electrolitos y otros componentes, presentó niveles de conexión relativamente elevados con toda la cadena de valor. En términos de proximidad promedio, esta categoría registró un valor de 0.14 con respecto a todos los segmentos de la cadena de baterías, constituyéndose como la segunda más alta después de las partes de acumuladores eléctricos. Su diversidad en las relaciones dentro de la cadena se refleja en que, a pesar de su proximidad relativamente alta con los segmentos intermedio y aguas abajo, es la clasificación arancelaria con mayor cercanía promedio al segmento aguas arriba en comparación con los otros bienes analizados en este apartado. En concreto, su proximidad con este segmento duplicó, como mínimo, la de los otros cuatro bienes con ventajas comparativas significativas, alcanzando un valor de 0.12.

En conclusión, el carbonato de litio evidenció escasas proximidades positivas dentro de la cadena, destacando únicamente su fuerte relación con el hidróxido de litio, con una proximidad de 0.5. En contraste, el cloruro de litio mostró un patrón más diverso, con valores positivos en todos los segmentos y un promedio de proximidad de 0.19 en el segmento aguas abajo, el segundo más alto registrado para una sola nomenclatura. A su vez, dentro del conjunto de bienes con ventajas comparativas reveladas, el cloruro de litio resultó ser el que presentó una mayor conexión con los segmentos intermedio y aguas abajo, un hallazgo que resulta contraintuitivo considerando que tres de los cinco bienes analizados pertenecen al segmento intermedio.

Discusión

El rol de Argentina en la cadena de valor de las baterías de iones de litio, según la bibliografía revisada en la materia, parece ser el de proveedor de una de las materias primas más escasas de todo el proceso productivo, el litio. El análisis empírico realizado en el presente trabajo ratifica dicha función, aunque con matices que merecen ser destacados.

Los datos muestran que la inserción comercial del país en la cadena se circunscribe, primordialmente, a las actividades de exploración, extracción y clasificación de litio. En particular, la explotación de salmueras subterráneas provenientes de los salares del denominado “Triángulo del litio” constituye la principal fuente de producción, exportándose mayormente como carbonato de litio tras un proceso de refinamiento de baja complejidad o, en menor medida, como cloruro de litio, cuya obtención requiere aún menos procesamiento. Más allá del aumento de las exportaciones de los “Materiales de minerales sin procesar” en el 2023, entendiendo por estos al espodumeno y la salmuera, Argentina mantiene una posición competitivamente relevante solo en los eslabones que involucran esta fuente de provisión del mineral. Dado que las fuentes de espodumeno en el país son limitadas, es probable que el crecimiento en la subpartida correspondiente a materiales minerales responda a un aumento en la exportación de salmuera sin procesar, lo que implicaría un retroceso en términos de agregación de valor.

Los bajos niveles de comercio intraindustrial observados a lo largo de la cadena, particularmente en el segmento aguas arriba, evidencian una limitada integración comercial y tecnológica de Argentina en el sector, en línea con lo planteado por Grubel & Lloyd (1976). Esta falta de integración se refleja, entre otros factores, en la ausencia de comercialización internacional del hidróxido de litio, un compuesto con alto potencial estratégico por su creciente demanda en tecnologías de almacenamiento de energía. A pesar de ser un sustituto cercano del carbonato de litio, su producción en Argentina no ha registrado avances significativos, lo que sugiere una oportunidad desaprovechada dentro de la propia estructura productiva del país. Dado que los procesos de refinación más complejos requieren un mayor desarrollo de capacidades tecnológicas y especialización en conocimientos productivos, fomentar el comercio intraindustrial se presenta como un mecanismo clave para mejorar la competitividad y ampliar la inserción argentina en eslabones de mayor valor agregado.

Asimismo, el estado comercial actual del país dentro de la cadena se correlaciona con los valores medidos en el índice de Balassa para el carbonato y el cloruro de litio. Si bien en el marco teórico advierte sobre la inconveniencia de comparar directamente magnitudes del índice, los elevados valores de ventajas comparativas reveladas en estos productos evidencian un posicionamiento comercial sólido. Este podría constituir un eje estratégico para impulsar actividades con mayor agregación de valor. Sin embargo, los indicadores sugieren que el desarrollo comercial ha permanecido estancado en el eslabón

directamente beneficiado por la dotación natural de litio, sin generar un proceso de diversificación productiva. En este sentido, la estructura comercial de Argentina en la cadena de valor parece alinearse con el esquema teórico clásico de las ventajas comparativas, en el cual los países se especializan en la producción de bienes para los que poseen factores productivos en abundancia.

En contraposición a lo esperado, el segmento intermedio, relacionado con la producción de componentes de celdas de baterías, presentó un desempeño comercial relativamente destacado a lo largo del período analizado. De hecho, fue el único segmento de la cadena que mostró valores equilibrados en el índice de comercio intraindustrial. No obstante, los productos con mayor flujo comercial dentro de este segmento fueron los separadores de polímeros de etileno, seguidos por los de polipropileno y, en menor medida, la subpartida residual que representa el comercio de electrolitos. Estos bienes no solo registraron valores relativamente altos en el índice de Balassa, sino que además explicaron gran parte de los resultados obtenidos para el segmento en el índice de Grubel & Lloyd.

Si bien los separadores y los electrolitos son componentes esenciales en la fabricación de celdas, no poseen la misma relevancia estratégica que los materiales de ánodo y, especialmente, los materiales activos de cátodo. De hecho, la bibliografía sobre la cadena de valor de las baterías se centra fundamentalmente en el desarrollo de las tecnologías para el electrodo positivo, dada su influencia directa en el rendimiento de las baterías y, en consecuencia, en el costo de almacenamiento de energía.

Considerando estos factores, los volúmenes comerciales registrados para los separadores y los demás productos químicos resultan lo suficientemente significativos como para justificar un análisis más profundo sobre el rol de Argentina en este segmento en futuras investigaciones. Además de los valores de comercio relativamente elevados, los resultados obtenidos en los distintos índices muestran una estabilidad considerable en estos productos, manteniéndose en niveles destacados a lo largo del período analizado. Esto indica que, dentro de componentes secundarios pero esenciales para la producción de celdas, Argentina ha desarrollado capacidades productivas con cierto nivel de relevancia en el contexto de la cadena global de valor.

En lo que respecta al segmento aguas abajo, los resultados obtenidos son consistentes con lo señalado por Obaya & otros (2020). Tanto el análisis del comercio intraindustrial como el índice de Balassa evidencian que, durante todo el período estudiado, la inserción comercial de Argentina en este segmento ha sido extremadamente baja. En este sentido, la principal característica del comercio argentino en aguas abajo no es tanto el volumen de importaciones en términos absolutos, sino la casi inexistente participación en exportaciones, lo que configura un mercado sesgo importador.

Asimismo, los posibles encadenamientos productivos futuros en el segmento aguas abajo no parecen claros, según las probabilidades calculadas en el espacio relacional. A partir

del cloruro de litio, las probabilidades de generar eslabonamientos aumentan, pero sin valores concluyentes que lo vinculen de manera determinante con los principales productos del segmento. De hecho, la clasificación arancelaria “Partes de acumuladores eléctricos”, que registró las conexiones más altas dentro del espacio relacional, es una subpartida residual que abarca tanto componentes del segmento intermedio como accesorios de baterías. En términos generales, la integración de Argentina en el segmento aguas abajo enfrenta barreras significativas, incluso en términos de proximidad productiva.

Dentro de los encadenamientos con valores de proximidad más significativos, existen dos opciones estratégicas en las que deberían centrarse las políticas de desarrollo del sector. En primer lugar, la proximidad entre el carbonato de litio y el hidróxido de litio representa la mayor oportunidad de integración productiva. A pesar de que el hidróxido de litio no ha registrado exportaciones en ninguno de los años analizados, su cercanía en términos de capacidades productivas con el carbonato de litio sugiere que el desarrollo de esta producción sería un eslabonamiento natural y altamente factible, en línea con lo propuesto por Obaya & otros (2020).

En segundo lugar, los datos sugieren que las capacidades productivas desarrolladas en la elaboración de cloruro de litio y separadores de polímeros podrían ser aprovechadas para promover encadenamientos hacia segmentos de mayor agregación de valor. A diferencia del hidróxido de litio, cuya proximidad es claramente identificable, en estos casos el camino hacia una mayor integración en la cadena no es tan directo, pero sí ofrece mayores posibilidades de diversificación productiva.

Conclusión

El presente trabajo tuvo como objetivo principal analizar la inserción de Argentina en la cadena global de valor de las baterías de iones de litio. A su vez, se establecieron como objetivos secundarios evaluar las posibilidades de generar encadenamientos productivos en el segmento aguas abajo y determinar cuáles de ellos presentan mayor probabilidad en el futuro. Es así como se examinaron los flujos comerciales del país en distintas clasificaciones de la cadena, utilizando indicadores clave como el índice de comercio intraindustrial y el índice de Balassa.

Los resultados evidenciaron que Argentina mantiene un rol predominante en el segmento aguas arriba, concentrando su comercio en la extracción y refinamiento de litio de baja complejidad, con ventajas comparativas consolidadas en la exportación de carbonato y cloruro de litio. Sin embargo, la ausencia de comercio de hidróxido de litio, a pesar de su proximidad en términos de capacidades productivas con el carbonato, sugiere un estancamiento en la agregación de valor dentro de esta etapa.

En el segmento intermedio, se encontró un desempeño comercial destacado en la producción de separadores de polímeros y algunos productos químicos. Este segmento fue el único que presentó valores equilibrados de comercio intraindustrial, con los niveles más altos medidos en la investigación. Mas allá de estos resultados, la inserción argentina en materiales estratégicos como los componentes de cátodo sigue siendo marginal, lo que limita su participación en las etapas de mayor sofisticación tecnológica. Por otro lado, en el segmento aguas abajo se confirmó las limitaciones estructurales del país en la producción de celdas y paquetes de baterías. Tanto los valores del índice de comercio intraindustrial como las ventajas comparativas reveladas reflejan una dependencia casi total de importaciones, sin indicios de desarrollo de capacidades productivas locales en este segmento.

En lo que respecta a las posibilidades de encadenamiento, los datos indican que la mayor oportunidad para Argentina reside en la producción de hidróxido de litio, dado su potencial crecimiento en la demanda global. Además, la presencia consolidada en la producción de separadores de polímeros podría ser aprovechada para fortalecer la participación en otros insumos clave dentro del segmento intermedio. En contraste, los encadenamientos aguas abajo presentan mayores dificultades, debido a la regionalización de la producción de baterías y la falta de infraestructura industrial local.

En conclusión, si bien Argentina ocupa un lugar estratégico en la provisión de litio, su inserción en la cadena de valor de las baterías sigue restringida a las etapas iniciales de producción. Para mejorar su posicionamiento y avanzar hacia encadenamientos de mayor valor agregado, es crucial el diseño de políticas industriales que fomenten la inversión en infraestructura productiva, la transferencia tecnológica y la articulación entre el sector público y privado. Sin estas estrategias, el país corre el riesgo de mantener un rol exclusivamente extractivo en una industria que se vuelve cada vez más competitiva y tecnológica a nivel global.

Referencias Bibliográficas

- Ahmad, N., Bohn, T., Mulder, N., Vaillant, M., & Zaclicever, D. (2017). *Indicators on global value chains: A guide for empirical work* (Working Papers No. 2017/08). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Appleyard, D. R., & Field, A. J., Jr. (2014). *International economics* (8va ed.). McGraw-Hill.
- Arndt, S. W., & Kierzkowski, H. (Eds.). (2001). *Fragmentation: New production patterns in the world economy*. OUP Oxford.
- Baran, E. J. (2017). *Litio: Un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN).
- Balassa, B. (1965). Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. *The manchester school*, 33(2), 99-123.
- Bickman, L., & Rog, D. J. (Eds.). (2009). *The SAGE handbook of applied social research methods* (2da ed.). Sage.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Extracción e industrialización del litio: Oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Feenstra, R. C. (1998). Integration of trade and disintegration of production in the global economy. *Journal of economic Perspectives*, 12(4), 31-50.
- Gereffi, G. (1994). The organization of buyer-driven global commodity chains: How U.S. retailers shape overseas production networks. En G. Gereffi & M. Korzeniewicz (Eds.), *Commodity chains and global capitalism* (pp. 95-120). Praeger.
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of international political economy*, 12(1), 78-104.
- Greenaway, D., & Milner, C. (1987). Intra-industry trade: current perspectives and unresolved issues. *Review of World Economics*, 123(1), 39-57.
- Greenaway, D., Hine, R., & Milner, C. (1994). Country-specific factors and the pattern of horizontal and vertical intra-industry trade in the UK. *Weltwirtschaftliches archiv*, 130(1), 77-100.
- Grubel, H. G., & Lloyd, P. J. (1975). *Intra-industry trade: the theory and measurement of international trade in differentiated products*. Macmillan.
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. (2010). Country diversification, product ubiquity, and economic divergence. *CID Working Paper Series*.

- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2011). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity*. The MIT Press.
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2007). The structure of the product space and the evolution of comparative advantage. *CID Working Paper Series*.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Hopkins, T. K., & Wallerstein, I. (1986). Commodity chains in the world-economy prior to 1800. *Review (Fernand Braudel Center)*, 10(1), 157-170.
- Inomata, S. (2017). Analytical frameworks for global value chains: An overview. *Global Value Chain Report: Analysis of the Impact on Economic Development*, 15-35.
- Jiménez, D., & Sáez, M. (2022). *Agregación de valor en la producción de compuestos de litio en la región del triángulo del litio* (Documentos de Proyectos LC/TS.2022/87). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Jones, B., Acuña, F., & Rodríguez, V. (2021). *Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos* (Documentos de Proyectos LC/TS.2021/86). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Kaplinsky, R. (2000). Globalisation and unequalisation: ¿What can be learned from value chain analysis? *The Journal of Development Studies*, 37(2), 117-146.
- LaRocca, G. M. (2020). *Global value chains: lithium in lithium-ion batteries for electric vehicles*. Office of Industries, US International Trade Commission.
- Loertscher, R., & Wolter, F. (1980). Determinants of intra-industry trade: Among countries and across industries. *Review of World Economics*, 116(2), 280-293.
- Obaya, M., & Céspedes, M. (2021). *Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio* (Documentos de Proyectos LC/TS.2021/58). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Obaya, M., López, A., & Pascuini, P. (2021). Curb your enthusiasm: Challenges to the development of lithium-based linkages in Argentina. *Resources Policy*, 70, 101912.
- Ricardo, D. (1817/1966). *On the principles of political economy and taxation*. John Murray.

- Rodríguez Carrillo, A. M., Ortiz, M. G., & Thomas, J. E. (2020). Baterías de ion litio: presente y futuro. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
- Secretaría de Minería de Argentina. (s.f.). *Proyectos mineros del litio en Argentina*. [Ministerio de Economía de la Nación]. Recuperado el 05/02/2025, de <https://public.tableau.com/app/profile/sec.mineria/viz/ProyectosMineros/Dashboards/Proyectos>
- Secretaría de Minería de Argentina. (2021). *Litio en Argentina: Oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor* (Informe técnico). Ministerio de Desarrollo Productivo.
- Sharova, V., Wolff, P., Konersmann, B., Ferstl, F., Stanek, R., & Hackmann, M. (2020). *Evaluation of lithium-ion battery cell value chain* (Working Paper Forschungsförderung No. 168). Hans-Böckler-Stiftung.
- Stellian, R., & Danna-Buitrago, J. P. (2022). ¿Qué indicador de ventajas comparativas reveladas escoger? Consideraciones teóricas y empíricas. *Revista de la CEPAL*, 2022(138), 49-71.
- United Nations. (s.f.). *UN COMTRADE database*. <https://comtrade.un.org/>
- United States Geological Survey. (2024). *Mineral commodity summaries 2024*. U.S. Geological Survey.
- Weimer, L., Braun, T., & vom Hemdt, A. (2019). Design of a systematic value chain for lithium-ion batteries from the raw material perspective. *Resources policy*, 64, 101473.
- World Bank. (s.f.). *World Integrated Trade Solution (WITS)*. <https://wits.worldbank.org/>
- World Customs Organization. (s.f.). *World Customs Organization (WCO)*. <https://www.wcoomd.org/>

Anexos

Anexo N°1. Subpartidas representativas de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio.

Código de nomenclatura.	Descripción Sistema Armonizado.	Segmento en la cadena de valor.	Detalle.
2602.00	Minerales de manganeso y sus concentrados.	Aguas arriba.	Minerales de manganeso sin procesar.
2604.00	Minerales de níquel y sus concentrados.	Aguas arriba.	Minerales de níquel sin procesar.
2605.00	Minerales de cobalto y sus concentrados.	Aguas arriba.	Minerales de cobalto sin procesar.
2530.90	Materias minerales no expresadas ni comprendidas en otra parte. / Las demás.	Aguas arriba.	Minerales de litio sin procesar. Contiene materiales de espodumeno y salmuera sin procesar.
2504.10	Grafito natural. / En polvo o en escamas.	Aguas arriba.	Contiene grafito natural en escamas.
2833.24	Sulfatos. / De níquel.	Aguas arriba.	Sulfato de níquel.
2833.29	Sulfatos. / Los demás.	Aguas arriba.	Contiene, entre otros, al sulfato de cobalto, manganeso y litio.
2827.39	Cloruros, oxiclорuros e hidroxiclорuros. / Los demás.	Aguas arriba.	Contiene, entre otros, al cloruro de litio. Compuesto de litio procesado.
2836.91	Carbonato de litio.	Aguas arriba.	Compuesto de litio procesado.
2825.20	Óxido e hidróxido de litio.	Aguas arriba.	Contiene hidróxido de litio. Compuesto de litio refinado.
2826.90	Fluoruros y demás sales complejas del fluor. / Los demás.	Aguas arriba.	Contiene, entre otros, al fluoruro de litio y el hexafluorofato de litio. Compuestos de litio refinado.

2841.90	Sales de los ácidos oxometálicos o peroxometálicos. / Los demás.	Intermedio.	Contiene al material catódico NMC, por ser un óxido inorgánico con una composición química bien definida.
3801.10	Grafito artificial.	Intermedio.	Contiene al grafito con algún tipo de tratamiento o proceso. Representa el ánodo.
3920.10	Las demás placas, láminas, hojas y tiras. / De polímeros de etileno.	Intermedio.	Contiene a los separadores de polímeros de etileno.
3920.20	Las demás placas, láminas, hojas y tiras. / De polímeros de propileno.	Intermedio.	Contiene a los separadores de polímeros de propileno.
3824.99	Productos químicos, mezclas y preparaciones, no comprendidos en otra parte. / Los demás.	Intermedio.	Contiene a los materiales electrolitos y algunos tipos de precursores, entre otros.
8507.90	Acumuladores eléctricos / Partes.	Aguas abajo.	Piezas y componentes específicos de acumuladores eléctricos. No representa acumuladores completos en sí mismos.
8507.60	Acumuladores eléctricos / De iones de litio.	Aguas abajo.	Contiene paquetes de baterías y celdas de iones de litio de diversas características.

Elaboración propia en base a Weimer & otros (2019), Jones & otros (2021), LaRocca (2020), Rodríguez & otros (2020) y World Customs Organizations (s.f.).

Anexo N°2. Datos de comercio internacional argentino de la cadena de valor analizada.

Exportaciones brutas desde Argentina hacia el resto del mundo (en miles de dólares).

Código de nomenclatura	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2602.00	0.00	0.00	0.28	1.55	1.63	1.00
2604.00	0.00	0.71	0.06	0.00	0.00	0.00
2605.00	3.87	0.00	1.99	0.00	2.34	2.31
2504.10	15.45	7.26	2.41	0.78	6.31	0.00
2530.90	168.43	207.24	935.35	1412.38	1845.79	11363.05
2833.29	956.94	714.94	308.76	37.04	223.77	7.66
2833.24	64.10	4.90	2.98	4.28	4.34	1.80
2827.39	35507.24	28244.07	34060.81	31262.77	42608.79	100083.92
2836.91	363138.12	231947.21	148941.42	257062.70	663013.07	844865.68
2825.20	0.00	0.00	0.00	0.00	121.29	0.00
2826.90	0.00	15.50	4.41	0.00	0.00	0.00
3824.99	38728.12	42281.50	39004.37	44769.29	57088.21	57784.01
2841.90	5.11	2.27	2.58	2.52	3.32	1.89
3801.10	56.48	129.98	112.38	84.62	14.41	248.78
3920.10	42334.44	36951.34	37036.48	49152.04	44977.43	35639.22
3920.20	10111.89	11885.51	11465.32	12261.09	17374.43	13346.83
8507.90	546.19	679.98	733.70	1045.95	539.49	330.46
8507.60	89.50	134.56	184.79	208.68	125.11	231.83
8702.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8703.80	0.00	115.05	4.55	26.00	123.38	0.00
8711.60	0.00	1.59	121.01	1.88	60.75	34.16
6909.90	118.33	67.55	23.31	136.51	136.62	0.65
7002.00	5.88	4.19	6.59	17.12	40.84	7.14
7003.19	3093.55	3849.91	2181.65	3758.44	2870.62	6507.25
7005.29	3339.52	2448.63	1680.65	1935.24	1481.01	9425.12
2915.70	204.74	266.62	1134.09	141.38	1024.17	663.23
3403.99	5110.41	4616.50	4823.97	3220.88	4080.26	5410.19

Fuente: WITS (s.f.) & UNCOMTRADE (s.f.).

Importaciones brutas desde Argentina hacia el resto del mundo (en miles de dólares).

Código de nomenclatura	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2602.00	7591.90	2614.74	3165.88	7393.86	2957.66	3468.28
2604.00	0.00	7.53	8.08	0.00	8.09	7.85
2605.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	0.00
2504.10	423.80	390.02	270.92	961.32	926.41	770.01
2530.90	6242.51	5271.40	6140.52	8932.71	7975.14	9696.04
2833.29	18169.27	16756.60	12477.05	19150.36	34706.28	20353.18
2833.24	412.46	324.81	369.72	402.27	738.11	852.65
2827.39	838.76	792.97	1751.23	1996.36	3014.22	6004.16
2836.91	2501.01	1448.84	1102.30	1739.99	1218.66	1999.03
2825.20	5712.67	4925.01	3017.16	3184.10	6355.98	6274.00
2826.90	639.61	554.25	762.07	888.76	1416.20	1223.86
3824.99	221770.76	207191.09	172772.61	231000.60	281425.67	276998.91
2841.90	464.55	174.56	176.58	521.36	242.37	268.28
3801.10	1918.76	1925.20	1317.77	2110.42	1852.29	2967.42
3920.10	56396.71	67563.74	68306.94	78622.73	104560.66	122199.00
3920.20	41325.25	58657.12	58067.49	86081.20	85044.81	88400.53
8507.90	12495.62	7846.00	10330.97	23590.93	47053.79	30156.26
8507.60	49532.94	40373.61	35046.58	76469.29	86587.92	140957.38
8702.40	680.69	7358.11	0.00	0.00	77.04	2163.21
8703.80	392.76	668.73	696.93	842.17	2156.23	12268.48
8711.60	3582.63	9286.39	8577.82	16641.08	18090.50	12444.47
6909.90	258.30	275.82	315.78	387.95	494.33	465.38
7002.00	879.93	1308.79	1215.27	2849.93	3651.04	1986.96
7003.19	525.81	667.14	375.04	674.12	881.50	654.50
7005.29	8450.99	8026.97	8029.98	15180.46	16646.49	597.45
2915.70	5118.05	4020.94	3107.54	4552.07	7088.72	5313.10
3403.99	26255.68	27384.93	18102.88	22421.43	28140.26	27270.33

Fuente: WITS (s.f.) & UNCOMTRADE (s.f.).

Anexo N°3. Subpartidas representativas de usos finales del litio.

Código de nomenclatura.	Descripción Sistema Armonizado.	Sector de uso final del litio.
8702.40	Vehículos automóviles para el transporte de diez o más personas. / Motor eléctrico.	Vehículos Eléctricos.
8703.80	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles concebidos principalmente para el transporte de personas. / Motor eléctrico.	Vehículos Eléctricos.
8711.60	Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocípedos equipados con motor auxiliar. / Motor eléctrico.	Vehículos Eléctricos.
6909.90	Aparatos y artículos, de cerámica, para usos químicos o demás usos técnicos. / Los demás.	Cerámicas y vidrio.
7002.00	Vidrio en bolas, barras, varillas o tubos, sin trabajar.	Cerámicas y vidrio.
7003.19	Vidrio colado o laminado, en placas, hojas o perfiles. / Los demás.	Cerámicas y vidrio.
7005.29	Vidrio flotado y vidrio desbastado o pulido por una o las dos caras. / Los demás.	Cerámicas y vidrio.
2915.70	Ácido palmítico, ácido esteárico, sus sales y sus ésteres.	Grasas y lubricantes.
3403.99	Preparaciones lubricantes. / Los demás.	Grasas y lubricantes.

Elaboración propia en base a Baran (2017) y World Customs Organizations (s.f.).

Anexo N°4. Espacio relacional de productos de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio en el año 2023.

Códigos arancearios	2602.00	2604.00	2605.00	2504.10	2530.90	2833.29	2833.24	2827.39	2836.91	2825.20	2826.90	3824.99	2841.90	3801.10	3920.10	3920.20	8507.90	8507.60
	1.00	0.27	0.00	0.10	0.23	0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.27	1.00	0.09	0.09	0.23	0.08	0.20	0.06	0.00	0.00	0.09	0.21	0.00	0.00	0.06	0.05	0.04	0.09
	0.00	0.09	1.00	0.00	0.00	0.08	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.08	0.05	0.12	0.00
	0.10	0.09	0.00	1.00	0.15	0.08	0.13	0.06	0.00	0.10	0.20	0.11	0.10	0.20	0.06	0.08	0.12	0.20
	0.23	0.23	0.00	0.15	1.00	0.08	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.00	0.20	0.13	0.08	0.17	0.08	0.05	0.00	0.08	0.08	0.13	0.12	0.25
	0.07	0.20	0.07	0.13	0.20	0.20	1.00	0.25	0.00	0.00	0.13	0.21	0.07	0.07	0.17	0.16	0.16	0.20
	0.00	0.06	0.06	0.06	0.00	0.13	0.25	1.00	0.06	0.00	0.06	0.21	0.00	0.13	0.28	0.29	0.32	0.13
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.06	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.17	0.00	0.00	0.50	1.00	0.14	0.05	0.00	0.17	0.00	0.00	0.04	0.13
	0.00	0.09	0.00	0.20	0.00	0.08	0.13	0.06	0.00	0.14	1.00	0.26	0.29	0.43	0.08	0.05	0.16	0.25
	0.05	0.21	0.11	0.11	0.05	0.05	0.21	0.21	0.00	0.05	0.26	1.00	0.11	0.21	0.22	0.16	0.24	0.11
	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.29	0.11	1.00	0.33	0.00	0.08	0.13	0.13
	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.08	0.07	0.13	0.00	0.17	0.43	0.21	0.33	1.00	0.06	0.00	0.20	0.25
	0.00	0.06	0.08	0.06	0.00	0.08	0.17	0.28	0.00	0.00	0.08	0.22	0.00	0.06	1.00	0.50	0.31	0.06
	0.00	0.05	0.05	0.08	0.00	0.13	0.16	0.29	0.00	0.00	0.05	0.16	0.00	0.00	0.50	1.00	0.32	0.11
	0.00	0.04	0.12	0.12	0.00	0.12	0.16	0.32	0.00	0.04	0.16	0.24	0.08	0.20	0.31	0.32	1.00	0.20
	0.00	0.09	0.00	0.20	0.00	0.25	0.20	0.13	0.00	0.13	0.25	0.11	0.13	0.25	0.06	0.11	0.20	1.00

Elaboración propia en base a WITS (s.f.) & UNCOMTRADE (s.f.).