

LITIO EN SUDAMÉRICA

Geopolítica

Energía

Territorios

Bruno Fornillo
(coordinador)

Melisa Argento
Martina Gamba
Martín Kazimierski
Florencia Puente
Gustavo Romeo
Elaine Santos
Ariel Slipak
Santiago Urrutia
Julián Zicari



Litio en Sudamérica

Geopolítica, energía y territorios

Bruno Fornillo (coordinador)

Colección
Chico Mendes



Buenos Aires, 2019

Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios / Bruno Fornillo [et al.]
Coordinación general de Bruno Fornillo. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Colectivo; CLACSO; IEALC - Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe, 2019.

320 p. ; 22 x 15 cm. (Colección Chico Mendes)
ISBN 978-987-47280-0-5

1. Geopolítica. I. Fornillo, Bruno, coord.
CDD 327.101

Coordinación: **Natalia Revale**
Diseño de tapa: **Alejandra Andreone**
Corrección: **Julieta Santos**
Diagramación: **Francisco Farina**

Editorial El Colectivo

Web: www.editorialelcolectivo.com

Correo: contacto@editorialelcolectivo.com


Facebook: Editorial El Colectivo

Twitter: @EditElColectivo

IG: @EditorialElColectivo


El libro *El litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios* contó con el apoyo y aval del Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe de la Universidad de Buenos Aires (IEALC-UBA) y, a su vez, del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

Copyleft

 Esta edición se realiza bajo la licencia de **uso creativo compartido** o **Creative Commons**. Está permitida la copia, distribución, exhibición y utilización de la obra bajo las siguientes condiciones:

 **Atribución:** se debe mencionar la fuente (título de la obra, autor/a, editorial, año).

 **No comercial:** se permite la utilización de esta obra con fines no comerciales.

 **Mantener estas condiciones para obras derivadas:** sólo está autorizado el uso parcial o alterado de esta obra para la creación de obras derivadas siempre que estas condiciones de licencia se mantengan para la obra resultante.



CLACSO

Consejo Latinoamericano
de Ciencias Sociales

Conselho Latino-americano
de Ciências Sociais

CLACSO - Secretaría Ejecutiva

Karina Batthyány - Secretaria Ejecutiva

Nicolás Arata - Director de Formación y Producción Editorial

Lucas Sablich - Coordinador Editorial



LIBRERÍA LATINOAMERICANA Y CARIBEÑA DE CIENCIAS SOCIALES

CONOCIMIENTO ABIERTO, CONOCIMIENTO LIBRE

Los libros de CLACSO pueden descargarse libremente en formato digital o adquirirse en versión impresa desde cualquier lugar del mundo ingresando a www.clacso.org.ar/libreria-latinoamericana

ISBN

© Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales | Queda hecho el depósito que establece la Ley 11723.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor. La responsabilidad por las opiniones expresadas en los libros, artículos, estudios y otras colaboraciones incumbe exclusivamente a los autores firmantes, y su publicación no necesariamente refleja los puntos de vista de la Secretaría Ejecutiva de CLACSO.

CLACSO

Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - Conselho Latino-americano de Ciências Sociais

Estados Unidos 1168 | C1023AAB Ciudad de Buenos Aires | Argentina

Tel [54 11] 4304 9145 | Fax [54 11] 4305 0875 | <clacso@clacsoinst.edu.ar> | <www.clacso.org>

Patrocinado por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional



Índice

Prefacio: La vida en la tierra y el litio <i>Martina Gamba</i>	9
A modo de introducción: antropoceno, litio y transiciones <i>Grupo de Estudio en Geopolítica y Bienes Comunes</i>	15
PARTE 1. LA ESFERA GLOBAL	
Transición energética, principios y retos: la necesidad de almacenar energía y el potencial de la batería ion-litio <i>Martín Kazimierski</i>	25
-Transformando el “metabolismo energético mundial”	27
-Almacenamiento energético, el gran desafío	
-Hacia un sistema descentralizado e inteligente	40
-Reflexiones sobre una transición energética desde la óptica sudamericana	44
El mercado mundial del litio y el eje asiático. Dinámicas comerciales, industriales y tecnológicas <i>Julián Zicari, Bruno Fornillo y Martina Gamba</i>	51
-La dinámica mundial del litio como recurso primario	53

-El consumo del litio y la dinámica industrial- tecnológica	62
-Investigación e innovación ligadas al litio a escala global.....	68
-China, nueva energía y mercado automotriz.....	73
-El mercado global del litio de Norte a Sur	75

PARTE 2. VISIÓN INTEGRAL DEL “TRIÁNGULO DEL LITIO”

Historias de la extracción, dinámicas jurídico-tributarias y el litio en los modelos de desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile

<i>Ariel M. Slipak y Santiago Urrutia Reveco</i>	83
-Condiciones de inicio en el “Triángulo del litio”: ¿recurso estratégico?	84
-Las políticas extractivas tras el <i>boom</i> del litio	103
-Más allá y más acá de la economía: Modelos de desarrollo	122

Política, ciencia y energía en el “Triángulo del litio”

<i>Bruno Fornillo y Martina Gamba</i>	133
-La emergencia histórica del litio como problema en el “Triángulo del litio”	135
-Tecnología y extracción de litio: organicidad, insularidad y privatización	141
-Materiales activos: política estratégica, nacional y provincial	147
-Industria y comercialización de baterías	152
-Conjunción y disyunción de las esferas: política, industria y ciencia	160

Entre el *boom* del litio y la defensa de la vida. Salares, agua, territorios y comunidades en la región atacameña

<i>Melisa Argento y Florencia Puente</i>	173
-Una región atacameña. Derecho indígena y expansión minera. Territorios en disputa	175
-Los tres tiempos del litio. Matrices de desarrollo, dinámicas territoriales y repertorios de acción colectiva	186

-Escenarios políticos y conflictividad actual en los territorios de la fiebre del litio	200
-Naturaleza, economía, comunidades: reflexiones para una articulación	211
 PARTE 3. PROBLEMÁTICAS CENTRALES: LA CUESTIÓN SOCIO-AMBIENTAL Y LA PROYECCIÓN SUDAMERICANA	
 Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile	
<i>Gustavo Romeo</i>	223
-Minería del agua, posibilidad de fiscalización y técnica de extracción como amenaza.....	225
-Agua dulce para el agua salada	233
-Racionalidad de los estudios ambientales previos, el conocimiento privatizado y el principio precautorio como directriz de decisiones.....	244
-“Para el que mira sin ver, la tierra es tierra nomás”.....	252
 El mapa estratégico del litio en Brasil	
<i>Elaine Santos, Ariel M. Slipak y Bruno Fornillo</i>	261
-El tratamiento del litio en Brasil. Un panorama	263
-¿Electromovilidad brasileña? Análisis de las políticas públicas de incentivo a escala nacional.....	271
-Neodependencia y patrón tecnológico futuro	281
 Epílogo: Ecología política y antagonismo social: ¿Estrategias de posdesarrollo?	
<i>Grupo de Estudios en Geopolítica y Bienes Comunes</i>	289
Anexos	297
Sobre las autoras y los autores	317

Anexo 2

¿Cómo funciona una batería?

Martina Gamba

Las baterías son dispositivos que nos permiten utilizar un artefacto eléctrico sin necesidad de enchufarlo, justamente porque convierten en energía eléctrica la energía química que almacenan sus átomos. Esto lo vemos claramente cuando encendemos nuestro celular: podemos utilizarlo sin problemas hasta que al cabo de algunas horas la batería está totalmente descargada y resulta necesario conectar el teléfono a la red eléctrica. Durante el proceso de carga, la energía eléctrica de la red se acumula en la batería del móvil en forma de energía química. Luego, al emplearlo estaremos transformando esa energía química en eléctrica y comienza nuevamente el ciclo.

¿De qué manera ocurren esos procesos? A través de reacciones electroquímicas. Y para continuar, es necesario introducir algunos conceptos fundamentales de química. Por ejemplo, mencionar que la materia se compone de átomos, los cuales están constituidos por un núcleo (masivo; formado por protones –de carga positiva– y neutrones –sin carga–) y electrones (cargados negativamente; de masa despreciable en relación al núcleo y moviéndose a gran velocidad alrededor de éste). La materia de todo el universo está conformada por átomos de diferentes elementos (aquellos contenidos en la tabla periódica) que se unen entre sí a través de fuerzas atómicas, generando moléculas discretas o redes infinitas que, a nuestros sentidos, se presentan en forma de gases, líquidos o sólidos.

Cualquier reacción química implica la ruptura de uniones entre los átomos de las especies que reaccionan, o reactantes, para formar especies nuevas, o productos. La particularidad de las reacciones electroquímicas, es que el pasaje de reactantes a productos ocurre

acompañado de un intercambio de electrones entre los reactantes. Dijimos que los electrones se movían a gran velocidad alrededor del núcleo, pues bien, en una reacción electroquímica, migran desde una especie reactante, hacia otra y ese flujo de electrones no es más ni menos que corriente eléctrica, con lo cual, el secreto de una batería radica en aprovecharla.

¿Cómo se logra “aprovechar” la corriente eléctrica producida en una reacción electroquímica? Separando físicamente las especies reactantes y obligando a los electrones a viajar a través de un circuito externo que se conecta con el artefacto que queremos hacer funcionar. Para graficar esto, en la Figura 1 se muestra un esquema de una batería de ion-litio, presente en la mayoría de nuestros teléfonos móviles. Podemos ver que al interior de este tipo de baterías prismáticas se encuentra un apilamiento de hojas. Hay, esencialmente, tres tipos de hojas: el ánodo, el cátodo y el separador. El ánodo y el cátodo se denominan de forma genérica electrodos. El ánodo es una lámina de cobre cubierta en una de sus caras por el material reactante que cede los electrones en la reacción de descarga. Por su parte, el cátodo es una hoja de aluminio cubierta en una de sus caras por una pintura que contiene el material reactante que recibe los electrones durante la reacción de descarga. En general, los materiales reactantes en las baterías de ion-litio son materiales de intercalación que llevan este nombre porque tienen la característica de albergar iones de litio (átomos de litio con carga positiva) que se intercalan en su estructura. Tanto en el ánodo como en el cátodo, los iones de litio pueden entrar o salir sin que el ordenamiento de los átomos que conforman al material se destruya, tal como nosotros entramos y salimos de un edificio sin que éste se venga abajo.

Repasando lo antedicho hasta aquí: las baterías de ion-litio se componen de tres láminas muy finas, ánodo, cátodo y separador; las hojas del ánodo y del cátodo están pintadas en una de sus caras por especies reactantes; estas especies son materiales de intercalación (grafito en el ánodo y un óxido metálico en el cátodo), que tienen la doble propiedad de ser capaces de intercambiar electrones y iones de litio, sin que su estructura colapse; en la reacción de descarga los electrones migran desde el ánodo a través del terminal negativo, enciendan el teléfono (o la lamparita esquematizada en la Figura 1) y llegan al cátodo a través del terminal positivo. Surge la pregunta ¿qué rol cumple el separador? Podemos ver en la figura que las caras del ánodo y del cátodo miran hacia el separador, es decir, las especies reactantes “se” miran a través del separador.

Éste consta de una lámina muy fina de plástico con pequeños poros, y está “embebido” con un líquido que se denomina electrolito: el separador “separa” los materiales reactantes a tiempo que el electrolito los une y les permite reaccionar. ¿Y los iones de litio? Para que la reacción ocurra, los iones de litio que se encontraban intercalados en el material reactante del ánodo, deben atravesar el separador en dirección al cátodo e intercalarse en el material reactante del cátodo. Esto evita que haya una acumulación de cargas negativas de un lado del separador y una acumulación de cargas positivas del otro lado, algo que está prohibido en la naturaleza. Los iones atraviesan el separador y el electrolito es su medio de transporte: una especie química que permite el movimiento de átomos cargados (iones) pero no de electrones. Éstos, al verse imposibilitados de atravesarlo, viajarán desde el ánodo hacia el cátodo a través del camino que se le imponga y que, no casualmente, es el camino que lo lleva al dispositivo que queramos hacer funcionar, en nuestro ejemplo, el teléfono celular.

Cuando la batería está totalmente descargada, no hay más iones de litio que se puedan extraer del material anódico (ni tampoco electrones), por lo tanto es necesario invertir la reacción. Al enchufar la batería, la corriente eléctrica proveniente de la red carga los electrodos, particularmente los electrones se acumulan en el ánodo, tal que los iones de litio viajan desde el cátodo hacia el ánodo, atravesando el separador. Al culminar la carga, los materiales vuelven a su forma inicial. Idealmente, los procesos de carga y descarga podrían repetirse infinitamente, porque las transformaciones de los materiales serían perfectamente reversibles. Sabemos, sin embargo, que esto no es así, y que luego de un determinado período de tiempo de uso de la batería, en general menor a tres años, éstas dejan de funcionar adecuadamente. Justamente, desde su introducción en el mercado en 1991, gran parte de las investigaciones se orientan a encontrar nuevas composiciones y estructuras de los materiales de intercalación anódicos y catódicos que maximicen la capacidad (energía que es capaz de suministrar) y estabilidad de la batería frente al ciclado.

