

Carta del CEISiL

PUBLICACIÓN N° 1
DICIEMBRE 2024

PRESENTACIÓN

La Carta del CEISiL será uno de los canales que utilizaremos en el **Centro de Estudios en Investigaciones Sino-Latinoamericano** para presentar trabajos (de investigación y artículos) y convocatorias. Nuestra idea es que este contacto tenga regularidad, y estimamos poder hacer de esta Carta una fuente de información para la comunidad académica. Queremos presentar al menos dos artículos en cada número y estamos abiertos a las colaboraciones externas, pero privilegiaremos los proyectos de investigación relacionados con China y Latinoamérica realizados por quienes hacemos la Especialización en Estudios en China Contemporánea en la UNLa, sus docentes regulares e invitados, egresados y estudiantes de dicha Especialización. En este primer envío presentamos una investigación en curso relacionada con la disputa entre China y EE.UU., y un artículo sobre el insumo energético de moda, el litio, y los intereses que se despliegan a su alrededor. Esperamos que sean de su interés, y que se contacten con nosotros vía correo-e para hacer las sugerencias y/o comentarios que estimen correspondientes. Muchas gracias.

ÍNDICE

["China en la batalla por la tecnología del litio"](#)

[Dr. Martín Burgos](#)

["China, EE.UU. y el nanométrico territorio de su disputa"](#)

[Mg. Gustavo A. Girado](#)

China en la batalla por la tecnología del litio



El litio pasó de ser un elemento desconocido del gran público a convertirse en el centro de la preocupación de los grandes centros de poder mundial. Ese insumo de las baterías utilizadas en los elementos portátiles como celulares y computadoras, y cada vez más en los vehículos automóviles, tiene un futuro atado a la transición energética en la cual el abandono de las energías fósiles como el carbón y el petróleo deja lugar a otras energías renovables. El auto eléctrico es una renovación muy importante respecto de los anteriores, ya que las regulaciones ambientales podrían cambiar los actores principales de la industria que hoy es dominada por los occidentales.

En la carrera para lograr una mayor porción del mercado mundial de autos eléctricos se encuentran Europa, Estados Unidos y China, cuyos esfuerzos tecnológicos e industriales son relevantes. Las marcas occidentales más importantes han comprometido muchas inversiones en realizar vehículos eléctricos o híbridos, con ayuda de sus gobiernos. Recientemente, la Unión Europea no dudó en proteger a su industria con aranceles: aplicará un arancel del 35,3% al fabricante chino SAIC (MG y Maxus, entre otras marcas), del 18,8 % a Geely y del 17 % a BYD, durante un máximo de cinco años. China ya fue a pedir un panel de resolución de conflictos comerciales en la Organización Mundial del Comercio aduciendo que lo hace para "salvaguardar los intereses del desarrollo de la industria de los vehículos eléctricos y la cooperación global en materia de transformación verde".

De la misma manera, Brasil aumentó los aranceles a los vehículos eléctricos de 10 a 18%, por lo que varias empresas chinas se están instalando en ese país para sortear las barreras impuestas. BYD tuvo el anuncio más importante al mencionar que fabricaría 100.000 autos por

año a partir de 2025 en sus instalaciones de Camaçari, en el estado de Bahía. De la misma manera, el holding estatal GAC (Guangzhou Automobile Group) anunció su llegada para empezar a producir automóviles eléctricos y híbridos en el gigante de América del sur. Esas inversiones parecen coyuntura de baja en la demanda por ese segmento de automóviles en todo el mundo.

Pero el conflicto económico no se da solo en la parte de mercado de los vehículos eléctricos, sino que aguas abajo resulta estratégico asegurarse la materia prima: el litio. Cada una de las automotrices viene tejiendo lazos con las minas de litio en todo el mundo, y en especial en Sudamérica donde existen grandes reservas en Argentina, Bolivia y Chile. En Argentina las mineras de litio que se encuentran produciendo son Livent en Catamarca (de origen estadounidense), Allhem de origen australiana pero controlada por Toyota (Japón), Eramin (asociación entre la francesa Eramet y la china Tsingshan Holding Group) y la china Jiangxi Ganfeng Lithium.

La empresa privada Tsingshan Holding Group fue fundada en 1988 por Xiang Guangda en Wenzhou y se convirtió en una referencia a nivel global por su producción de níquel y de acero inoxidable y que está presente en la fabricación de baterías de litio. En cuanto a Jiangxi Ganfeng Lithium, también es una empresa privada fundada en 2000 por Li Liangbin y Li Huabiao en la ciudad de Xinyu. No obstante, de los 43 proyectos en distintas etapas previas existen 5 de origen chino, liderados por las empresas ya citadas y también por Revotech Asia Limited, Zijin Mining Group (empresa pública de Shanghang, provincia de Fujian) y Zangge Mining (empresa originaria de Qinghai).

Proyectos mineros de origen chino

Nombre	Provincia	Estado	Empresa China	Parte controlada	Empresa asociada	Origen
Cauchari-Olaroz	Jujuy	Producción	Ganfeng Lithium	47%	Lithium Americas/JEMSE	Canadá
Centenario-Ratones	Salta	Producción	Tsingshan	49%	Eramet	Francia
Laguna Verde	Catamarca	Exploración Inicial	Zangge Mining	65%	Ultra Lithium	Canadá
Mariana	Salta	Construcción	Ganfeng Lithium	100%		
Pozuelos	Salta	Factibilidad	Ganfeng Lithium	100%		
Sal De Los Ángeles	Salta	Factibilidad	Revotech Asia	46%	Tibet Summit Resources	China
Tres Quebradas	Catamarca	Construcción	Zijin Mining	100%		

Fuente: elaboración propia sobre la base de Secretaría de Minería.

La pregunta que nos hacemos es si es posible que la batería de litio se fabrique en la región dado la existencia de la materia prima y la instalación de las primeras plantas de automóviles eléctricos en Brasil. Para lograr cubrir esa distancia entre la materia prima (hoy en países como Argentina, Chile y Bolivia) y las terminales automotrices implantadas en Brasil se debe cumplir varias condiciones que hoy se encuentran difíciles de cumplir:

La primera de todas es que se requiere política científica e industrial constante, y en los últimos años Argentina es el país que más se adelantó en la fabricación de batería de litio a través de la empresa Y-TEC, asociación entre YPF y CONICET. Los avances logrados son de primer orden, pero aún le falta una fuerte demanda para que esas baterías puedan tomar escala. La segunda condición es que debe existir demanda, es decir, que el sector privado tome ese proyecto o se inspire en ese proyecto para incorporarlo en su fabricación industrial. Ese es sin dudas una de las claves para lograr una autonomía regional en un sector con un futuro importante como el de la electromovilidad. En el caso de Y-TEC, la tecnología no se puede transferir al sector privado dado que no hay aún proyectos potentes que puedan justificar una producción a escala.

El tercer factor es un acuerdo entre gobiernos de la región para potenciar la especialización y coordinar los esfuerzos de cada uno. En ese sentido, las diferencias ideológicas que puedan existir entre los gobiernos pueden resultar una traba para cualquier desarrollo que, en este caso, debe pensarse a nivel regional. El cuarto condicionante es el desafío logístico: al estar tan alejado de los centros de consumo y de producción, el traslado de carbonato de litio desde los salares andinos hacia Brasil puede significar costos de transporte muy elevados. Este podría ser menor si se usa la vía marítima, saliendo por Chile y pasar por el sur del continente. El quinto condicionante es torcer las estrategias de las propias empresas, tanto las de carbonato de litio como las automotrices. Y-TEC vivió en carne propia las dificultades para lograr aprovisionarse de carbonato de litio nacional cuando las empresas mineras le cerraron la venta. Solo la negociación del gobernador de Catamarca pudo lograr que la empresa norteamericana Livent le venda a Y-TEC una cuota el carbonato de litio a precio internacional. Esto debe entenderse por la negativa que tienen esas empresas a que se desarrollen competidores en los países periféricos.

Todo parece indicar que la estrategia de las empresas piensa el negocio de la minería y de la automotriz a nivel global, y no se articulan localmente, como en el caso de Toyota que tiene un pie en la minería de litio y una planta automotriz en Argentina. Y la política seguida por la empresa japonesa parece ser la política llevada adelante por todas las empresas multinacionales, incluso las chinas.

Dr. Martin Burgos, Coordinador del CEISiL

China, EE.UU. y el nanométrico territorio de su disputa¹



El carácter de dependencia de una economía respecto de otra/s se puede apreciar, también, en el hecho que no sea dueña del conocimiento que utiliza para hacer las cosas. Una economía dependiente invierte poco (o no lo hace) en I+D, de allí que no genere inventos, tampoco patentes propias y por eso les resulta difícil y costoso innovar. Ergo, la riqueza de una economía dependiente se va al exterior, en gran parte porque paga por el conocimiento ajeno (activo inmaterial) en forma de patentes, royalties, dividendos y beneficios, especialmente. Digámoslo ahora: China es deficitaria en ese balance, lo sabe, y trabaja e invierte mucho para revertir ese déficit. En cambio EE.UU. tiene un balance fuertemente superavitario. Esos intentos de China por dejar de ser dependiente, constituye el trasfondo de una pelea por la hegemonía en los sectores en los que el conocimiento es el activo más importante. Es un hecho que el ascenso de China plantea una amenaza al liderazgo tecnológico de EE.UU. y aquí no indagaremos sobre la naturaleza de tal ascenso (será un dato), sino que nos concentramos en sus consecuencias.

También es un hecho que el país que establezca estándares globales tiene más posibilidades de liderar el desarrollo de nuevas tecnologías, asegurándose una ventaja decisiva sobre su competencia. De allí que al aprovechar las ventajas competitivas que desarrolló China en

¹ En estas líneas mostramos un sendero de investigación el cual, yendo de lo general a lo particular, va desde la disputa hegemónica entre países al tamaño de un semiconductor de tres nanómetros. Se hizo un gran esfuerzo de síntesis intentando hilar con consistencia todo el argumento.

sectores de alta tecnología (donde se concentra el conocimiento), EE.UU. inició una disputa que al comienzo se presentó como comercial, destinada explícitamente a restringir el acceso de Beijing a tecnologías esenciales para el desarrollo de sectores avanzados como los semiconductores, la 5G, la Inteligencia Artificial (IA) y la computación cuántica. Para evitar el escalamiento tecnológico chino, su ascenso en las Cadenas Globales de Valor (CGV) en productos de alta tecnología y el hecho que pueda fijar estándares y normas en sectores que aún no las establecieron, EE.UU. implementó una política industrial para mantener su predominio en las tecnologías más críticas, y tomó y toma múltiples decisiones políticas para evitar que las empresas chinas se hagan de los insumos que requiere su industria de alta tecnología. Ese es el entorno que tiene un capitalismo monopolista intelectual, en el que las multinacionales de China y Estados Unidos compiten por el liderazgo en las CGV a través del dominio de los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI). Y el único producto material, sofisticado, que se utiliza para hacer todos y cada uno de los productos de alta tecnología que marcan el ritmo de acumulación del capital en este siglo, son los semiconductores. Los chips.

Eso constituye el contenido material de la disputa, mientras que su contexto político está forjado por las iniciativas del gobierno de EE.UU., y las debidas respuestas de China. Biden continuó con la percepción negativa y la estrategia de su predecesor hacia China, identificándola como "el desafío geopolítico más importante de EE.UU.", reprimiéndola principalmente en los campos de la seguridad, la economía y la tecnología. La política tecnológica de esta administración hacia China es similar a la de Trump, pero con tácticas más específicas y centradas en los semiconductores para promover el "desacoplamiento tecnológico" de China.

¿Y qué son los semiconductores (chips o circuitos integrados)? Están hechos de elementos puros, generalmente silicio o germanio, o compuestos como el arseniuro de galio. En un proceso llamado dopaje, se agregan pequeñas cantidades de impurezas a estos elementos puros, lo que provoca grandes cambios en la conductividad del material. La fabricación del chip implica cientos de pasos que se dan en las salas limpias² de las fábricas ("fabs"), la calidad del aire y la temperatura se mantienen estrictamente controladas mientras robots transportan las obleas de una máquina a otra. Los chips modernos pueden tener hasta 100 capas, todas las cuales deben alinearse una encima de la otra con precisión nanométrica. El tamaño de las características impresas en el chip varía según la capa, o sea que se usan diferentes tipos de sistemas de litografía para diferentes capas. Las máquinas EUV (ultravioleta extrema) de última generación se utilizan para las capas más críticas con las características más pequeñas, y las máquinas DUV (ultravioleta profundo) para las capas menos críticas con características más grandes. La fabricación de chips depende de más de medio centenar de tipos de máquinas y dos millares de materiales, productos químicos y gases especiales. El silicio sobre el que se construyen abunda (aunque cada vez se usa más el grafeno y los nanomagnetos), pues se saca de la arena. Pero otras materias primas, no. Simplificando, los chips se imprimen sobre obleas circulares muy pequeñas de silicio ultrapuro, generalmente de 35/40 cms. de diámetro. Se van imprimiendo por capas, que se van limpiando con líquidos y gases, un proceso de gran complejidad e hiperprecisión llamado "de litografía o fotolitografía", porque se usa luz ultravioleta para grabar imágenes en la oblea, recubierta de una resina fotosensible. A medida que se agregan más capas, aumenta la densidad de bits, lo que permite productos con más capacidad de almacenamiento. El proceso

² ¿Qué tan limpio? Unas 10.000 veces más limpio que el aire exterior. La mayoría tienen salas limpias de "ISO clase 1" que son "cero polvo", lo que significa que no hay más de 10 partículas de entre 100 y 200nm de tamaño por m³ de aire, y ninguna mayor de 200nm. En comparación, un hospital limpio y moderno tiene unas 10.000 partículas de polvo por m³.

completo consta de miles de pasos, y durante el grabado la oblea se hornea y se revela el chip. Para extraerlos de la oblea, ésta se corta y trocea con instrumentos ultraprecisos³.

La fabricación de un chip avanzado, con transistores (pequeños interruptores que encienden o apagan una corriente eléctrica) de tres dimensiones y unos pocos nanómetros (un nanómetro es una trillonésima parte de un metro), requiere de una enorme interdependencia internacional, que todos los actores importantes quieren reducir. La CGV es muy compleja y está compuesta por una serie de monopolios concatenados, aunque el actor que tiene las riendas es EE.UU., si bien en una situación de dependencia de otros como Taiwán, Países Bajos, Corea y Japón, todos en diferente grado y lugar de la cadena. Los fabricantes de dispositivos integrados (IDM) como Intel y Samsung diseñan y fabrican chips. Las fundiciones, por su parte, son empresas que fabrican chips bajo contrato para otras empresas, y un tercer tipo de fabricante de chips es la “compañía de semiconductores sin fábrica” como Qualcomm, Nvidia y AMD, que evitan los altos costos de construir y mantener instalaciones de producción centrándose únicamente en el diseño de chips. Hoy, 3 empresas dominan el mercado mundial de chips de memoria: Micron (EE.UU.), Samsung y SK Hynix (ambas coreanas). La cadena es mundial: unos países diseñan (EE.UU., sobre todo), otros fabrican los aparatos con que cortar (Países Bajos), otros aportan el material necesario para crearlos (tierras raras, como China, o gases, como Japón) y finalmente otros fabrican en sus fundiciones (como Taiwán, para los chips de procesamiento de datos, y Corea, para los de memoria).

Estas *fabs* requieren ingentes inversiones, que ahora EE.UU. y Europa quieren instalar o desarrollar en su territorio. Los chips avanzados los diseñan y comercializan empresas de EE.UU. como Intel, Qualcomm y NVIDIA. Apple diseña sus propios chips (que suponen entre un 40% y un 60% del precio de sus celulares), pero no los fabrica. Las empresas estadounidenses dejaron de fabricar chips en favor de empresas taiwanesas, como TSMC, y precisamente ese habría sido un error estratégico que se intentó corregir, pero para varios es ya demasiado tarde. Tres empresas instaladas en EE.UU. (Cadence, Synopsys y Mentor -de Siemens-) son las que diseñan tres cuartas partes del *software* que usan los chips de todo el mundo, lo que les da un inmenso poder. Y de ahí el control que quiere ejercer el gobierno de EE.UU. en su venta, con el objetivo de asfixiar la capacidad de producción de chips de China (y por ende sus avances tecnológicos). EE.UU. ha armado herramientas de automatización de diseño electrónico y de avanzada para la fabricación de chips, áreas en las que tiene una ventaja tecnológica absoluta. El tipo de equipo de producción de semiconductores sujeto a las restricciones de exportación de EE.UU. es la litografía EUV (ultravioleta extremo, que se utiliza para crear las capas de base altamente complejas de los microchips más avanzados -nodos de 7nm, 5nm y 3nm-), monopolizada por ASML -holandesa-.

Sin sus máquinas no se pueden fabricar chips avanzados y cada una cuesta unos US\$ 100 millones. EE.UU. impide que ASML las venda a China -lo que dejó de hacer desde 2019-. La fundición china SMIC ha utilizado la litografía DUV (ultravioleta profundo) de la generación anterior para fabricar chips de 7nm, mientras que la japonesa Nikon dice que su sistema de litografía DUV más avanzado, puede “garantizar patrones de dispositivos de clase mundial y una productividad de fábrica óptima para satisfacer completamente los requisitos de nodos de 5nm y más”. Sin embargo, la tecnología anterior no es eficiente y no es competitiva en el mercado. En términos prácticos, 7nm es el límite de la litografía DUV. Los procesadores de 5nm y 3nm implementados por TSMC y Samsung, y los de 2nm que tienen en desarrollo,

³ Tres empresas estadounidenses son esenciales para fabricar los aparatos necesarios para algunos de estos procesos. Applied Materials para las máquinas que depositan finas películas de productos químicos sobre las obleas; Lam Research para grabar en ellas los circuitos, y KLA para las herramientas que detectan errores nanométricos en obleas y máscaras litográficas. Es decir, que se requieren máquinas estadounidenses para hacer chips avanzados (Japón tiene algunas).

dependen de EUV. Y aquí aparece un ejemplo de cómo restringir el acceso a tecnologías en una CGV fuertemente interdependiente: EE.UU. lleva a cabo el bloqueo de sus sistemas de litografía EUV a China, porque las fuentes de luz utilizadas en esos sistemas provienen de Cymer, una empresa estadounidense que ASML adquirió en 2013. El gobierno holandés apoyó esta decisión y ASML ha cumplido: no ha vendido ningún sistema de litografía EUV a China.

En todo el proceso se usan decenas de materiales sofisticados, desde el escaso hafnio a metales preciosos, desde algunas tierras raras (de las que China controla un 90% de la producción mundial, aunque otros países como Japón, España o Chile intentan extraer las suyas) hasta gases especiales (para limpiar las obleas), en los que Japón tiene casi un monopolio. Además de producir el 90% de la poliimida fluorada, empresas japonesas producen cerca del 70% del gas de grabado de todo el mundo y alrededor del 90% de las fotorresistencias, unas finas capas de material que se utilizan para transferir patrones de circuitos a las obleas.

Al acumular presión política y de seguridad, Washington obliga a aliados y socios a mantener la misma postura, restringiendo la exportación de chips de alta gama a China a través de controles de exportación de tecnología. De allí que Biden firmara una serie de proyectos de ley y órdenes ejecutivas. Entre otras, se destacan la "CHIPS and Science Act" (incluye subsidios por US\$ 52.700 millones para impulsar la investigación y producción de chips) y la "Coalición de Semiconductores en América" (alianza intersectorial de empresas en EE.UU. que los hacen y usan). Las gentilezas fueron devueltas oportunamente, con los controles a la exportación de galio, germanio y otras rarezas, que China se autoimpuso.

Mg. Gustavo Alejandro Girado, Director del CEISiL

**DEPARTAMENTO
DE PLANIFICACIÓN
Y POLÍTICAS PÚBLICAS**

EDIFICIO JOSÉ HERNÁNDEZ
CEISLATAM@UNLA.EDU.AR

PREDIO
29 DE SEPTIEMBRE 3901
REMEDIOS DE ESCALADA
BUENOS AIRES, ARGENTINA

