

PACTO VERDE EUROPEU E AS PERSPECTIVAS PARA A AMÉRICA LATINA

Por Katarine Costa · 03/05/2021

Bacias de evaporação (YLB), Salar Uyuni, Bolívia. Créditos: Martina Gamba/Grupo de E
Mineração de lítio. Bacias de evaporação (YLB), Salar Uyuni, Bolívia.
Créditos: Martina Gamba/Grupo de Estudios en Geopolítica y Bienes
Comunes.

Uma das questões centrais do debate contemporâneo é a sustentabilidade do planeta face à gigantesca devastação ambiental acumulada e aos contínuos fracassos, ou progressos mínimos, da comunidade internacional na construção de uma agenda global capaz de desacelerar e retardar as alterações climáticas. [Leia o artigo elaborado pela pesquisadora Monica Bruckmann](#), como parte integrante dos debates sobre os processos de transição energética no mundo e, especificamente, na América do Sul, no âmbito do programa latino-americano de clima da Fundação Rosa Luxemburgo.

[LEIA O ARTIGO EM ESPANHOL](#)

EL PACTO VERDE EUROPEO Y LAS PERSPECTIVAS DE AMÉRICA LATINA

Monica Bruckmann[1]

Uno de los temas centrales del debate contemporáneo es la sustentabilidad del planeta frente a la gigantesca devastación ambiental acumulada y los continuos fracasos, o ínfimos avances -como prefiera el lector- de la comunidad internacional en la construcción de una agenda global capaz de desacelerar y frenar el cambio climático. El tema ambiental adquiere aún más relevancia en un momento en que la humanidad atraviesa por una de las mayores crisis de los últimos tiempos, generada por la pandemia del COVID 19 pero que ha impactado todas las dimensiones de la vida social y económica, e incluso paradigmas y visiones de mundo. La forma diferenciada en que la crisis está impactando regiones, países y pueblos, muestra con mayor nitidez los límites del sistema de acumulación global y la necesidad de construir un amplio consenso planetario de defensa de la vida en todas sus formas y del medio ambiente como principios de un nuevo orden internacional multilateral y democrático.

Actualmente han ganado visibilidad tres grandes proyectos de descarbonización de la economía: el Pacto Verde Europeo, el Green New Deal de Estados Unidos y los planes estratégicos que viene desplegando China en el desarrollo de nuevas tecnologías para la producción de energía limpia. En este artículo nos referiremos al primer proyecto y sus impactos geopolíticos a nivel global y, principalmente, en relación con América Latina.

Se equivoca quien piensa que el Pacto Verde Europeo es apenas una política restringida al tema ambiental. Se trata más bien de una estrategia ambiciosa de transformación de la economía y de la sociedad europea con el objetivo de conseguir la neutralidad climática y con pretensiones de colocar la UE como líder mundial de este proceso, dispuesta a establecer relaciones estratégicas con Asia, principalmente China, África y América Latina, a través de la denominada “Diplomacia por el Pacto Verde”.

Esta estrategia multidimensional se coloca como el eje articulador de las diversas políticas de la UE en todos los sectores. Por lo tanto, tiene implicaciones científico tecnológicas, de seguridad y defensa y un potencial impacto geopolítico a nivel global. Sus principales metas son:

- Modernización y transformación de la economía para obtener la neutralidad climática en 2050, es decir, una reducción drástica de emisión de gases de efecto invernadero a niveles equivalentes a los que la tierra es capaz de absorber;
- Transformación del sector industrial en todas sus cadenas de valor en los próximos 5 años. Esto ciertamente, significará la destrucción o reconversión de complejos industriales completos, que serán substituidos por nuevos complejos industriales que dependerán, a su vez, de nuevos ciclos tecnológicos;

Joseph Schumpeter analizó en detalle esta dinámica que denominó “la destrucción creadora” que coloca la innovación como elemento central del capitalismo contemporáneo y que obliga a las empresas a incluir, permanentemente, innovaciones tecnológicas en los procesos productivos como condición de sobrevivencia en el mercado. Este proceso produce la obsolescencia tecnológica de complejos industriales que dependen de ciclos tecnológicos que entran en desuso y son substituidos por nuevas tecnologías y nuevos parques industriales.

- La Comisión de la UE prepara una Estrategia Industrial y un nuevo **Plan de acción económica circular** que busca establecer “derechos de reparación ambiental”, colocar un “coto a la obsolescencia programada” por las empresas y establecer prácticas de “uso compartido de productos y servicios”;

- Creación de un sistema de financiamiento a partir de diversos instrumentos y productos financieros con fondos del presupuesto del bloque y los Estados miembro e inversiones privadas (InvestEU, Fondo de Innovación del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la EU, etc.). Además, la Comisión ha propuesto que el 25% del presupuesto de todos los programas de la UE sea destinado a la dimensión climática. Se estima que a lo largo de 10 años, el bloque destine al menos 1 billón de euros a la transición ecológica;
- El desarrollo de tecnologías de vanguardia en sectores industriales claves. Entre las áreas prioritarias se contemplan: la producción de hidrógeno limpio, pilas de combustible y otros combustibles alternativos, así como el almacenamiento de energía, y la captura, almacenamiento y utilización de carbono;
- Creación de un sistema de tarificación a los procesos económicos que no atiendan las demandas y directrices del Pacto Verde y/o que dependan intensivamente de la energía fósil;
- Creación de sistemas de información y bases de datos actualizadas para la toma de decisiones de empresas, gobiernos en todos los niveles, inversionistas, científicos, académicos y ciudadanía;
- Protección del llamado “capital natural” europeo, que incluye biodiversidad, recursos hídricos, pisos ecológicos, etc.

Eficiencia energética y vehículos eléctricos

Según la evaluación de la Comisión Europea, la producción de energía en el bloque representa 75% de la emisión actual de carbono, lo que coloca la eficiencia energética como prioridad central de su estrategia. Esto supone tres condicionantes: disponer de un sector eléctrico con fuentes renovables; descarbonización del gas y creación de un mercado energético totalmente integrado, interconectado y digitalizado.

Se trata pues de una propuesta de transición de matriz energética de la energía fósil (petróleo, gas y carbón) hacia el uso intensivo de fuentes primarias renovables y limpias, en el marco de un proyecto estratégico de transformación económica que incluye nuevos paradigmas tecnológicos, industriales y de consumo. Si bien es cierto el cambio de matriz energética es una tendencia cada vez más nítida de la economía mundial, la estrategia europea, y el conjunto de políticas y planes de acción que ésta articula, tiene el impacto de acelerar este proceso a partir de una decisión política de la Comisión Europea y un considerable esfuerzo de planificación y creación de un nuevo cuerpo normativo para el bloque en todos los niveles. El tema climático va asumiendo, cada vez más, un papel transversal en la elaboración de políticas y estrategias sectoriales de la UE.

Un aspecto clave que debe tenerse en cuenta es que una transición de matriz energética hacia fuentes limpias y renovables exige la creación de tecnologías de vanguardia en el almacenamiento de energía. En la medida en que las principales fuentes renovables dependen del clima (energía fotovoltaica, eólica, undimodriz - producida por las ondas marinas, etc.) la existencia de grandes reservorios que permitan el flujo energético continuo, inclusive en aquellos días sin sol o sin viento, para atender las demandas de la industria y de las ciudades, es indispensable. Las tecnologías más avanzadas en la producción de baterías de gran capacidad de almacenamiento energético desde las fuentes renovables antes de su conversión en energía eléctrica dependen del uso intensivo del litio y la combinación de éste con otros materiales críticos.

Otro ámbito primordial es el sector transporte, que representa 25% de la emisión de gases de efecto invernadero en Europa. La meta de reducción de 90% de las emisiones de carbono en este sector hasta 2050, implica necesariamente una sistemática y creciente sustitución de los vehículos convencionales, que utilizan diferentes fuentes de energía fósil, por vehículos híbridos eléctricos (VHE) y

vehículos eléctricos (VE). El objetivo trazado establece que en 2025 circulen en la UE por lo menos 13 millones de VE y se disponga de un millón de estaciones públicas de recarga.

Como vemos en el gráfico 1, el **volumen de minerales utilizados en las baterías de vehículos eléctricos es cinco veces superior al requerido en las baterías de vehículos convencionales**. En primer lugar de destaque tenemos el cobre, con una participación de más del 50% del peso total de minerales utilizados en cada batería de VE, en segundo lugar el manganeso, seguido del cobalto, níquel, litio, silicio, zinc, molibdeno, según participación en el consumo total de minerales para la fabricación baterías, cuyo peso total supera los 170 kg por unidad.

La descarbonización del sector transporte, a través de la sustitución del parque automotriz convencional por VHE y VE implica un aumento creciente y sostenido de la demanda mundial de un conjunto de minerales no energéticos de los cuales depende la fabricación de las baterías de estos vehículos.



La posición de América Latina en relación a minerales de alta demanda en la fabricación de VHE y VE

América Latina tiene una posición central para el nuevo ciclo tecnológicos de los VE al detentar reservas importantes de los minerales que este proceso productivo demanda. El 40% de las reservas mundiales de cobre, que representa el 50% del

total de minerales utilizado en la producción de una batería de VE, se encuentran en tres países de la región: 23% en Chile, 11% en Perú y 6% en México. En relación al Níquel, 17% de las reservas mundiales se localizan en un único país latinoamericano: Brasil. Al mismo tiempo, la región detenta 25% de las reservas de Molibdeno (Perú, 15.5%; Chile, 8%; México 1%; Argentina 0.5%) y 83% de las reservas de Litio, que por su participación en los principales ciclos tecnológicos e industriales de los que dependen la transición energética y descarbonización de la economía, constituye un caso especial de análisis.

Una discusión importante, que no profundizaremos en este artículo pero conviene dejar señalada, es que la descarbonización del sector transporte producirá, paradójicamente, una devastación ambiental ampliada, asociada al incremento significativo de la actividad extractiva minera para atender la creciente producción de vehículos eléctricos.

La fabricación de equipos de alta tecnología para la generación de energía limpia e hidrógeno verde requiere el uso intensivo de un conjunto de minerales metálicos y no metálicos, convirtiéndolos en recursos extremadamente estratégicos para la descarbonización de la economía en su conjunto. Las tierras raras tienen una demanda intensiva en la producción de energía solar y eólica, para la producción de paneles de captación de energía fotovoltaica y de imanes permanentes para turbinas generadoras de energía eólica, especialmente en turbinas marinas, pues permiten una alta densidad de potencia en tamaños reducidos, además de ofrecer una mayor eficiencia en todas las velocidades, lo que permite una alta producción de energía a bajo costo. Según un informe del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea (JCR, 2020) en 2018, los generadores que contienen imanes permanentes se utilizaron en casi todas las turbinas eólicas de Europa, que representan 76% del total de turbinas eólicas marinas del mundo.

Además, los imanes permanentes son utilizados también en la producción de turbinas para los motores de tracción de los vehículos eléctricos. Como podemos ver en el gráfico siguiente, la producción de motores para VE será responsable de más del 65% de la demanda proyectada de tierras raras para 2050, en un escenario de alta demanda. Las turbinas para producción de energía eólica son responsables del consumo remanente.

En general, podemos observar que la demanda mundial de un conjunto importante de tierras raras se puede multiplicar casi 25 veces de 2018 a 2050, apenas en los ciclos industriales mencionados.



China tiene 37% de las reservas mundiales de tierras raras, mientras que Vietnam detenta el 18% y Brasil, en tercer lugar, con 17,5% de las reservas mundiales[2].

Si consideramos que la producción china de estos minerales está fundamentalmente dirigida a su consumo interno o a filiales de sus empresas en el mundo, la creciente demanda mundial de este mineral estratégico depende de la producción y reservas de los demás países y regiones que detentan estos recursos.

Entre el conjunto de minerales estratégicos para la transición energética podemos mencionar también el Niobio, que en aleación con el cobre puede ser utilizado para reducir a cero la pérdida de energía a través de las líneas de transmisión de larga distancia.[3] Además de permitir la fabricación de superconductores con gran capacidad energética, como los utilizados en el acelerador de partículas de CERN (Organización Europea para Pesquisa Nuclear) que produce colisión de partículas con una velocidad superior a la velocidad de la luz. Esto abre todo un campo de investigación y posibilidades en el ámbito de la producción y conducción de energía sin precedentes en la historia de la humanidad. Brasil tiene 94% de las

reservas mundiales de Niobio.

Otro mineral estratégico es la grafita, utilizada en la producción de supercapacitores que tienen la capacidad de elevar drásticamente la eficiencia de las baterías recargables, de los paneles fotovoltaicos y de grandes dispositivos de almacenamiento de energía. Nuevos materiales como el grafeno, con características de súper conductor son producidos a partir de la grafita. Turquía tiene la mayor reserva mundial de este mineral: 28%, en segundo lugar, China con 23% y en tercer lugar Brasil, con 22% de las reservas.

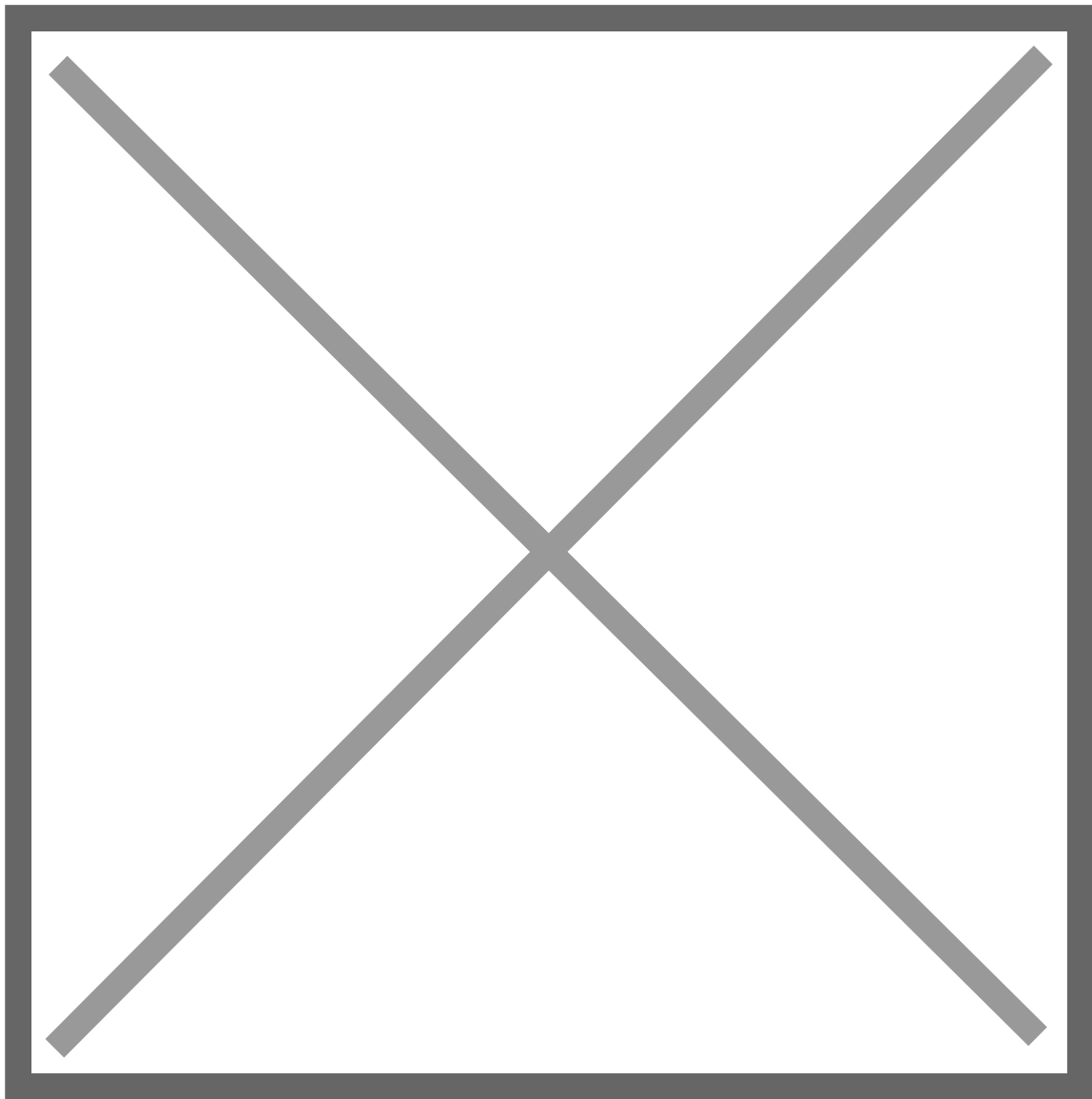
Queda claro que la descarbonización de la economía y la transición energética dependen de una demanda creciente de minerales no energéticos que se tornan estratégicos en la medida en que son indispensables para los nuevos ciclos tecnológicos e industriales. Como podemos observar a partir de los datos mostrados, América Latina, y particularmente América de Sur, continúa siendo una región clave para este proceso, pues detenta reservas importantes de estos recursos.

Las perspectivas de las principales agencias internacionales indican un aumento extraordinario de la demanda mundial de estos minerales, generando creciente presión en la producción mundial. Esta actividad extractiva y el impacto socioambiental correspondiente afectará, evidentemente, los territorios donde se encuentran estos recursos naturales, es decir, América Latina y particularmente América del Sur, como mostraremos de manera más detallada enseguida.

Este análisis debe conducir, lógicamente, a incluir una inversión maciza en el desarrollo de nuevas tecnologías para disminuir el impacto ambiental de la actividad extractiva en los países productores de estas materias primas. Del mismo modo, se hace necesaria una legislación internacional que impida procesos extractivos altamente contaminantes que, además de producir devastación

ambiental, son responsables de crecientes conflictos socioambientales y de procesos violentos de expulsión de poblaciones locales, generalmente indígenas y campesinas, de los territorios donde se concentra grandes reservas recursos minerales estratégicos. La contaminación de recursos hídricos, la devastación de los ecosistemas y la contaminación de las tierras de cultivo retiran cualquier posibilidad de producción económica y reproducción de la vida de comunidades y naciones enteras.

Como observamos en el Gráfico 2, el número de vehículos híbridos eléctricos y vehículos eléctricos se ha incrementado drásticamente desde 2010. En 2019 se calcularon más de 7 millones de unidades en el mundo, de los cuales más de 45% se localizaban en China (2.58 millones de VE y 0,77 millones de VHE); 24% en Europa (0,97 millones de VE y 0,78 de VHE) y 20% en Estados Unidos, con 1,45 millones de unidades. China lidera el mercado mundial de vehículos eléctricos, seguido de la UE y luego de EUA. La política de China en relación a la transición energética y sus planes de aumento del parque automotriz eléctrico nos llevan a prever que continuará liderando el mercado mundial y la innovación tecnológica en este sector durante las próximas décadas. Sin embargo, la transversalidad del Pacto Verde Europeo coloca a la UE en un segundo lugar a nivel mundial en esta transición.



El Pacto Verde establece una meta de por lo menos 13 millones de vehículos eléctricos en el 2050, lo que significaría un incremento de 1,340% del parque automotriz eléctrico en la región y un aumento correspondiente en la demanda de minerales estratégicos necesarios para esta producción. Si tenemos en cuenta que el consumo de minerales en la producción de baterías de un vehículo eléctrico es 5 veces superior a la producción de baterías de vehículos convencionales, podemos estimar que, solo con el aumento de la producción europea, la demanda mundial de estos recursos naturales para este sector se multiplicará por 67 veces en relación al consumo en 2019.

Un ejercicio prospectivo de la demanda mundial de minerales estratégicos a partir del aumento global de la producción de VHE y VE, nos muestra que América Latina, y particularmente América del Sur, estará nuevamente en el centro de la disputa geopolítica por minerales estratégicos y corre el riesgo de convertirse en un gigantesco cantero de producción mineral con todos los impactos ambientales, ecológicos y sociales que esto significa.

El litio como mineral estratégico del siglo XXI

La utilización del litio en nuevos ciclos tecnológicos ligados a la transición energética hacia fuentes renovables y limpias se concentran en tres áreas industriales:

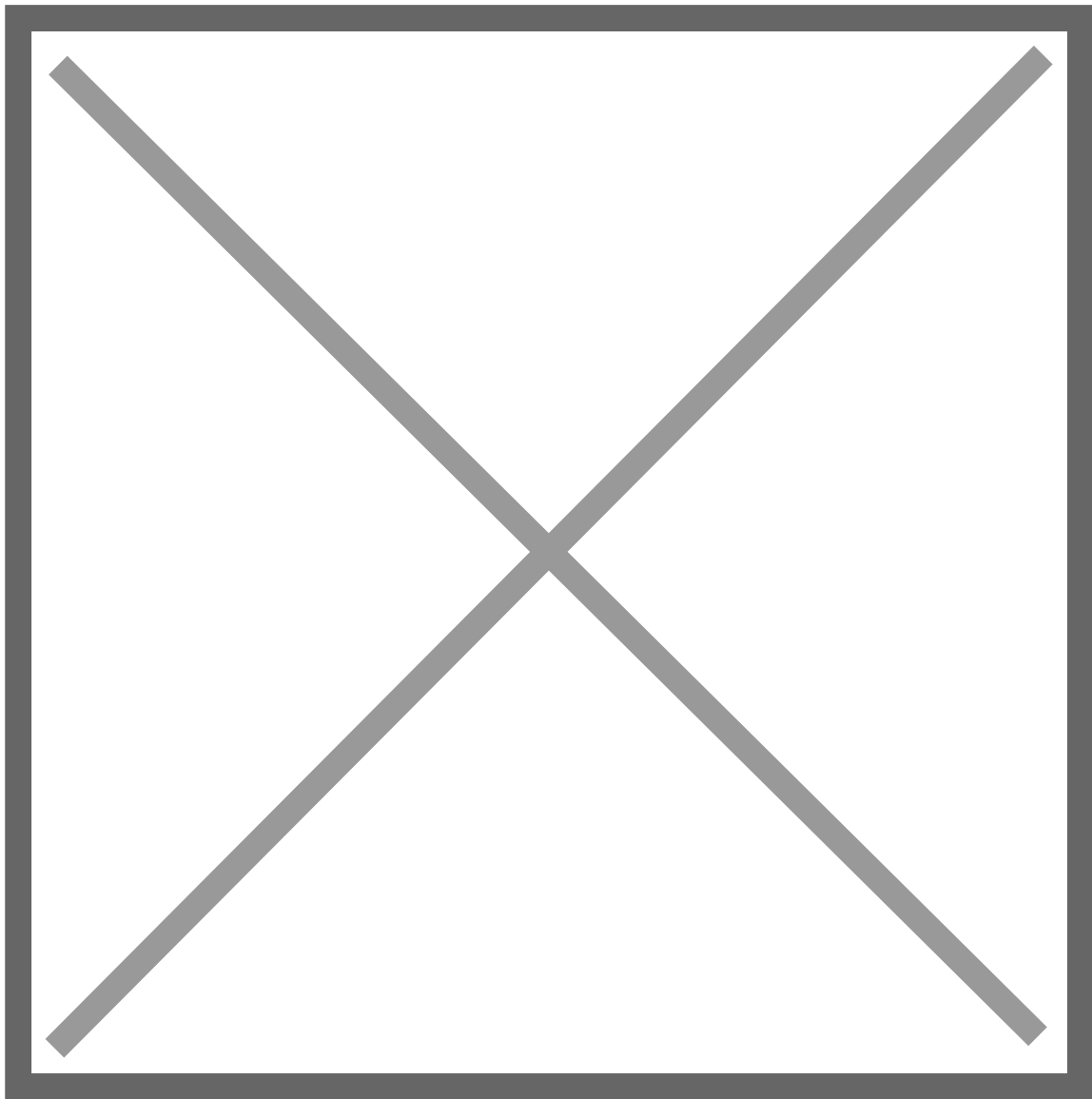
1. Producción de baterías recargables de dispositivos electrónicos portátiles. En 2004 la producción mundial de baterías de litio y litio-ion superó la producción de baterías de cadmio y níquel, que dominaban el mercado mundial hasta el año de 2003. Podríamos afirmar que el ciclo tecnológico de litio en este sector productivo se inicia en 2004 y ha tenido un comportamiento expansivo capaz de substituir el ciclo tecnológico anterior, llevando a la obsolescencia a fábricas de baterías de cadmio y níquel, que han quedado reducidas a una producción residual en el mercado mundial. Prácticamente todas las baterías de dispositivos electrónicos portátiles que se producen y consumen en el planeta son fabricadas a partir de litio y litio combinado con gas, lo que incrementa la densidad energética de este mineral, que en pocas unidades de peso puede almacenar grandes volúmenes de energía.
- Producción de grandes reservorios para almacenar la energía producida a partir de fuentes renovables antes de su conversión en energía eléctrica. Este es un aspecto crítico en un escenario de cambio de matriz energética, pues

esta depende de la posibilidad de garantizar un flujo energético continuo a las ciudades y la industria, inclusive en aquellos días que, por razones climáticas de falta de sol, vientos, olas marinas, etc. no sea posible captar energía. Sin estos reservorios, las energías renovables encuentran grandes dificultades de instalarse como dominantes en la cesta energética mundial. La producción de estos megadispositivos de almacenamiento energético, a partir de las tecnologías desarrolladas hasta el momento, dependen del uso intensivo de litio, como insumo principal.

- La producción de Vehículos Híbridos Eléctricos (VHI) y Vehículos Eléctricos, que hemos referido líneas arriba.

Estas tres áreas de producción industrial, que implican tres ciclos tecnológicos independientes y al mismo tiempo articulados, son fundamentales en un horizonte de cambio de matriz energética y en una agenda de descarbonización de la economía. Podemos afirmar que, si proyectamos el inicio y duración de cada uno de estos tres ciclos tecnológicos que dependen intensivamente de este mineral, el siglo XXI será el siglo del litio como uno de los recursos estratégicos más importantes en la economía mundial.

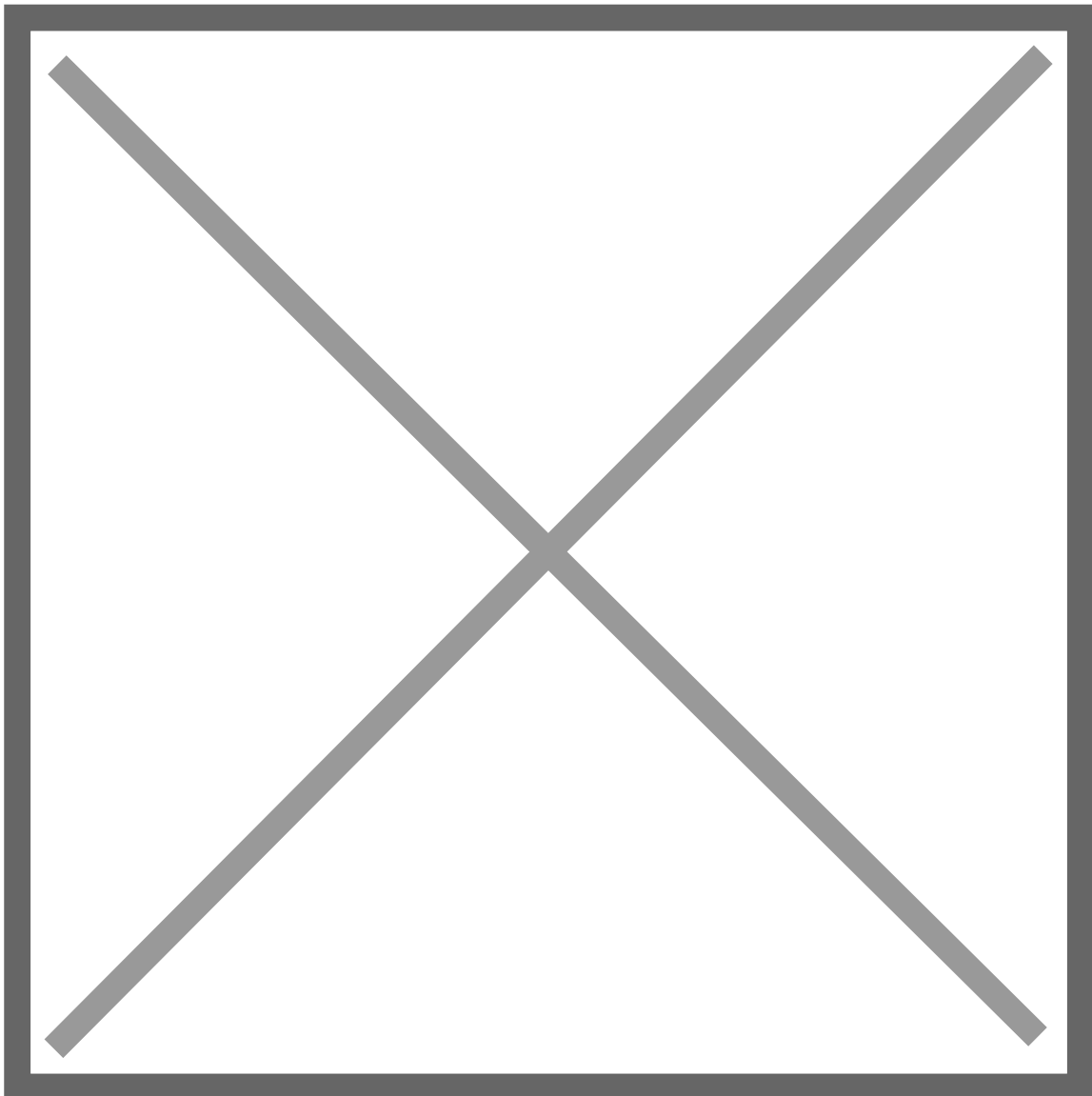
Además, como vimos anteriormente, las tecnologías de bajo carbono van a incrementar fuertemente la demanda y la producción de un amplio grupo de minerales industriales a nivel mundial. Según proyecciones de Banco Mundial^[4], hacia 2050 la demanda mundial de litio aumentará en 965% en relación a 2017. En el mismo periodo, el Cobalto tendrá un aumento de 585%, la Grafita 383%, el Indio 241%, Vanadio 173%, Níquel 108%, Plata 60%, Neodimio 37%, Molibdeno 11%, Aluminio 9%, Cobre 7% y Manganeso 4%. De todos los minerales que intervienen intensivamente en las industrias de bajo carbono, el litio muestra el mayor crecimiento de la demanda proyectada.



Un análisis geo económico adecuadamente alertado debe tener en consideración la proyección de la demanda mundial en relación a la producción de este mineral estratégico, pero también, y fundamentalmente, en relación a las reservas mundiales, en la medida en que es necesario asegurar una producción de largo plazo, tan largo cuanto la duración estimada de los ciclos tecnológicos a los cuales está articulado este mineral, hasta que sea sustituido por nuevos materiales.

El gráfico 4 muestra que la producción mundial de litio ha tenido un aumento expresivo de 2014 a 2019. Entre los mayores productores mundiales se ubica

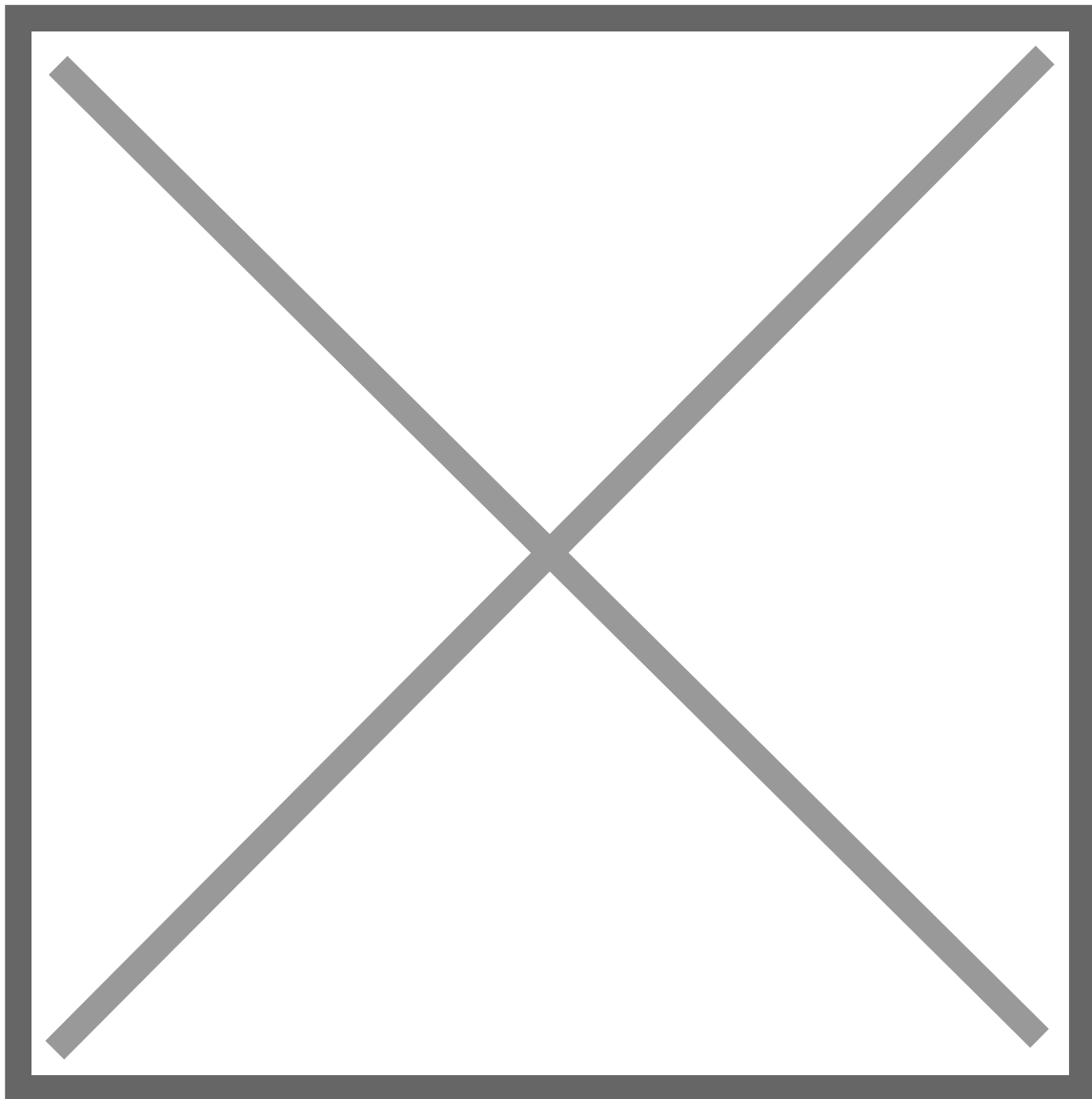
Australia, en segundo lugar Chile, seguido de China, Argentina, Zimbabwe, Portugal, Brasil y Namibia. Es decir, de los diez mayores productores de litio en ese periodo, tres son latinoamericanos. Sin embargo, un análisis estratégico suficientemente alertado, considerará una dimensión aún más importante: la ubicación y dimensión de las reservas mundiales de este mineral cuya demanda se proyecta a lo largo de todo el siglo XXI.



Como podemos observar en el Gráfico 4, 83% de las reservas mundiales de litio se concentran en América del Sur: 56% en Bolivia, 23% en Chile y 4,5% en Argentina,

convirtiendo la subregión en un centro de disputa por este mineral extremadamente estratégico. Australia, que fue responsable de casi el 50% de la producción mundial en media, durante este periodo, detenta apenas 7,4% de las reservas mundiales, lo que quiere decir que, a menos que se descubran nuevas vetas importantes, este país avanza hacia un proceso de sobreexplotación y agotamiento prematuro de sus reservas.

Mientras que Bolivia, que tiene las mayores reservas mundiales, con casi 56% de participación, no tiene aún presencia importante en la producción mundial. Entre otras razones, porque desde el descubrimiento de las reservas de litio en el salar de Uyuni, durante el gobierno del presidente Evo Morales, este recurso natural fue objeto de una política estratégica de desarrollo nacional promovida por el gobierno boliviano. El litio en este país fue nacionalizado y colocado bajo la gestión de Estado, que desarrolló un plan de industrialización del mineral, tanto en la producción de baterías como en la fabricación de vehículos eléctricos con tecnología boliviana. De hecho, una de las últimas apariciones públicas del presidente Morales, antes del Golpe de Estado de 2019, fue para presentar el primer prototipo de vehículo eléctrico fabricado con tecnología boliviana.



El consumo mundial de litio en los últimos años se concentró en China. En 2019^[5] este país consumió 39% de la producción mundial, luego se ubica Corea del Sur, responsable de 20% del consumo mundial, Japón 18% y Europa 10%, seguida de América del Norte con 6% y el resto del mundo 7%. Con las políticas elaboradas en el contexto del Pacto Verde Europeo, orientadas a las industrias de bajo carbono y principalmente a la sustitución del parque automotriz convencional por vehículos eléctricos, la participación de la UE en el consumo mundial de litio va a acentuarse considerablemente. El comportamiento de las tendencias lleva a prever que, en poco tiempo, Europa se convertirá en la segunda región

consumidora de litio, después de China, sea directamente, a través de industrias desarrolladas en el bloque, o indirectamente a partir de industrias producidas en otras regiones para atender el mercado europeo.

El papel de Bolivia en la prospección de la producción mundial de litio para atender la creciente demanda mundial a partir de nuevos ciclos tecnológicos e industriales en el contexto de la transición energética hacia las renovables y la descarbonización de la economía es central. Como muestran los datos, este país posee actualmente la mayor reserva de litio del planeta con 21 millones de toneladas métricas de reservas comprobadas (que es la cifra considerada en la elaboración del gráfico 4) y más de 80 millones de toneladas métricas de reservas estimadas. De comprobarse las reservas estimadas en Bolivia, las reservas mundiales de litio podrían triplicarse, y el papel de este país se fortalecería aún más en un proceso de expansión de las industrias de bajo carbono a nivel mundial.

Impacto geopolítico del Pacto Verde Europeo

Como vimos líneas arriba, el Pacto Verde Europeo representa un plan estratégico de grandes dimensiones: lejos de restringirse al tema ambiental, propone la transformación económica de Europa para acelerar el cambio de matriz energética, impactando, todas las cadenas de valor regionales y globales de las que forma parte, así como promoviendo y creando un conjunto de instrumentos financieros, capacidades locales de producción científica y tecnológica, que aspiran a convertir el bloque en un líder mundial en el cambio climático.

El objetivo central del Pacto Verde es alcanzar la neutralidad climática en 2050. Este objetivo depende de dos aspectos centrales: la descarbonización de la producción energética, responsable por 75% de las emisiones de gases de efecto estufa y la sustitución del parque automotriz europeo por VHE y VE, ya que el

sector transporte representa 25% de las emisiones contaminantes. Ambos procesos dependen del uso intensivo de recursos minerales estratégicos cuya demanda se intensificará radicalmente.

El acceso a estos recursos minerales críticos es considerado por el documento oficial elaborado por la Comisión Europea “una cuestión de seguridad estratégica para la ambición de Europa de sacar adelante el Pacto Verde”. Como hemos demostrado en este estudio, las principales reservas de minerales estratégicos indispensables para los ciclos tecnológicos que permitirían alcanzar la neutralidad climática se encuentran en América Latina. Por lo tanto, América Latina se convierte en una región fundamental para los objetivos de la estrategia europea. Veamos la siguiente cita que ilustra claramente estos aspectos.

El acceso a los recursos también es una cuestión de seguridad estratégica para la ambición de Europa de sacar adelante el Pacto Verde. Por tanto, uno de los requisitos previos para hacer realidad esta transición es asegurar el suministro de materias primas sostenibles —en particular, de las materias primas críticas necesarias para las tecnologías limpias y las aplicaciones digitales, espaciales y de defensa— mediante la diversificación del abastecimiento de fuentes primarias y secundarias.[\[6\]](#)

Al mismo tiempo, la Comisión Europea reconoce que los retos que impone una agenda mundial en materia de clima representa una fuente de inestabilidad y amenazas, impactando los intereses económicos, las relaciones comerciales y geopolíticas y los intereses de seguridad y defensa de la UE, como queda explícito en la siguiente cita:

La UE también reconoce que los retos mundiales en materia de clima y medio ambiente constituyen un importante multiplicador de las amenazas y una fuente de inestabilidad. La transición ecológica reconfigurará las relaciones geopolíticas,

incluidos los intereses económicos, comerciales y de seguridad a escala mundial, lo que creará desafíos para una serie de Estados y sociedades (...) Las implicaciones de la política climática deben convertirse en parte integrante de la reflexión y la acción de la UE sobre asuntos exteriores, también en el contexto de la política común de seguridad y defensa.[\[7\]](#)

La gran paradoja de la transición energética a nivel planetario es que los ciclos tecnológicos e industriales de los cuales depende la descarbonización de la economía, causarán un aumento colosal del consumo de minerales industriales, causando un impacto ambiental ampliado en la fase extractiva del ciclo productivo. Fase que se desarrollará en las regiones productoras de estas materias primas. Ciertamente, las industrias de bajo carbono tienen un impacto contaminante mucho mayor en algunas fases del ciclo productivo: sabidamente la fase extractiva que se realizará fuera del territorio europeo para atender las demandas de Europa, de China o de EUA.

Esto muestra la importancia de incluir en las estrategias de descarbonización de la economía, sea en Europa o en cualquier otra región del mundo, inversiones macizas en innovaciones tecnológicas orientadas a disminuir el impacto ambiental de la fase extractiva, donde quiera que ésta se realice, así como restricciones a tecnologías de minería altamente contaminantes y destructivas del medio ambiente y de la vida.

Finalmente, otro aspecto importante que muestra la dimensión geopolítica del Pacto Verde es la visión clara de la necesidad de utilizar todos los instrumentos diplomáticos, comerciales y financieros para articular las relaciones con las diferentes regiones del mundo, entre las que destacan África y América latina y El Caribe, que constituyen principales fuentes de recursos críticos para Europa.

De forma más general, la UE utilizará sus instrumentos diplomáticos y financieros para garantizar que las alianzas verdes formen parte de sus relaciones con África y otros países y regiones socios, especialmente en América Latina, El Caribe, Asia y el Pacífico.[\[8\]](#)

Ciertamente, cabe el entendimiento que cualquier aspecto crítico que impacta aspectos de seguridad y defensa de un país o región, tienen la capacidad de movilizar todos los instrumentos de los Estados para garantizar la seguridad nacional o regional, desde mecanismos diplomáticos, hasta instrumentos comerciales y militares.

Recursos naturales y ciclos tecnológicos: ¿Cuáles son los desafíos de América Latina?

Una de las características más nítidas de la sociedad contemporánea es la centralidad del conocimiento, la ciencia y la tecnología como organizadores del proceso productivo, que requiere grandes concentraciones de capacidades humanas y recursos naturales. El conocimiento es agente de transformación de la naturaleza y de la vida y, al mismo tiempo, dependiente del acceso a estas para desarrollarse y profundizarse. Los avances colosales en las ciencias de la vida, como los estudios del genoma, la creación de nuevas formas de vida en laboratorio, la biotecnología y producción de nuevos materiales dependen del acceso a regiones de gran concentración de biodiversidad.

Al mismo tiempo, las tecnologías de comunicación e información, que articulan sistemas productivos planetarios, requieren de equipos tecnológicos cada vez más complejos y sofisticados capaces de almacenar y procesar volúmenes de información sin precedentes en la civilización humana. La infraestructura para la

producción de estos nuevos instrumentos está articulada a nuevos ciclos tecnológicos que crean nuevos complejos industriales globales que substituyen y, al mismo tiempo, destruyen las bases industriales de las tecnologías que entran en desuso.

Es precisamente la dinámica de este proceso tecnológico e industrial lo que va a determinar el carácter estratégico de un recurso natural. Por lo tanto, se trata de un concepto dinámico, pues depende de su utilización en ciclos tecnológicos en desarrollo o emergentes; de la importancia de este nuevo ciclo tecnológico en la economía y de la proyección de la demanda mundial en función de la duración del ciclo tecnológico e industrial al que está articulado.

Para avanzar en una definición más adecuada de **recurso natural estratégico** es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La identificación de los ciclos tecnológicos que dependen del uso intensivo de un determinado recurso natural;
- La extensión del impacto de ese ciclo tecnológico en las diversas industrias y cadenas de valor de la economía mundial;
- La demanda mundial estimada del recurso natural en función de duración y expansión del ciclo tecnológico al que está articulado;
- La medición del impacto de escases o agotamiento del recurso natural en función de las reservas existentes y producción necesaria para atender la demanda mundial.

Parece más útil construir un enfoque a partir de los criterios señalados que a partir de la visión predominante de definir la condición estratégica de un recurso natural a partir apenas a su impacto de escases o, como lo hicieron algunos países, especialmente a partir de los gestores públicos ligados al área de defensa, por su participación en la producción de energía nuclear. El Consejo de Defensa

Sudamericano de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), avanzó en esta discusión entre 2012 y 2014 cuando se proponía un debate amplio orientado a la elaboración de una estrategia de aprovechamiento de los recursos naturales para el desarrollo integral de los países del bloque. Este debate continúa siendo un desafío y una tarea de construcción conceptual y epistemológica desde la perspectiva y los intereses de América Latina y de sus pueblos.

El imperativo tecnológico politiza la naturaleza, pues está condicionado por los centros de poder mundial que promueven y dirigen el desarrollo científico-tecnológico y la dinámica de acumulación del capitalismo contemporáneo. Para estos centros de poder, los recursos naturales son la base y el objetivo de la producción de conocimiento y son convertidos en materias primas para la producción industrial en las cadenas globales de valor.

El sistema mundial moderno se estructuró a partir de una división internacional del trabajo entre las zonas industriales y manufactureras y las zonas productoras de materias primas, especialmente productos agrícolas, metales y piedras preciosas. La inserción dependiente de América Latina en el sistema mundial estuvo fuertemente subordinada a la lógica y los intereses de los centros económicos. La elaboración industrial en las zonas periféricas durante la era colonial fue prácticamente inexistente o reducida al mínimo posible a partir de una serie de condicionamientos y prohibiciones de las metrópolis. Estas limitaciones, que durante la era colonial eran impuestas a partir de leyes expresas, en la era pos colonial se mantienen a través de mecanismos más sofisticados, de restricciones económicas, comerciales e ideológicas, que llevaron a continuar reproduciendo el patrón primario exportador y una cierta actitud el desprecio por la creación de capacidades locales para la producción científica y tecnológica en los países periféricos.

Para una cierta visión dominante, promovida a través de algunas agencias internacionales, como el Banco Mundial, la periferia del sistema mundial debe mantener su posición de productora de materias primas sin ningún o con el menor valor agregado posible, aprovechando las llamadas “ventajas comparativas” de ser regiones que poseen las mayores reservas de recurso naturales a nivel mundial. En un informe sobre recursos naturales elaborado por el Banco Mundial en 2010 (TORRE, 2010. p.64), los autores dejan claro que la ventaja comparativa “real” de América Latina es la producción de materias primas, o *commodities*. Según este informe, el papel del Estado es desnecesario e inclusive contraproducente en este sector, debiendo restringir su papel a desarrollar vínculos con los entornos empresariales “correctos”.

Esta visión, que re-edita el paradigma de la división internacional del trabajo, continúa impactando fuertemente la inserción de América Latina en el sistema mundial, como región exportadora de materias primas hacia las economías centrales bajo la forma de *commodities*, sujetas a los intereses de los especuladores tradicionales y de nuevo tipo que operan en el sector y a las demandas e imposiciones de los centro hegemónicos que si tienen una estrategia científica, tecnológica, económica y geopolítica de acceso y gestión de recursos naturales en sus propios territorios y a nivel planetario.

Tal vez una de los grandes desafíos políticos y epistemológicos de América Latina sea pensar sus recursos naturales no apenas como *commodities* y si como la base para la industrialización y la producción científica y tecnológico en el marco de proyectos de desarrollo soberano e inclusivos.

Consideraciones finales: Integración regional, UNASUR y el Pacto Ecosocial del Sur

Durante los primeros quince años del siglo XXI América Latina vivió importantes procesos de integración regional que buscaban promover una integración y unidad de largo plazo y de carácter multidimensional: económico, político, cultural, educacional, de infraestructura, etc. En este contexto, temas claves como soberanía, recursos naturales e hidro-energéticos, preservación de la biodiversidad, recursos bio-genéticos, la Amazonía como área de preservación y de disputa, se colocaron en el centro del debate político, académico y al interior de los movimientos populares.

La lucha por la soberanía, en su sentido más amplio: soberanía de los pueblos, soberanía económica y política de los Estados y gobiernos, soberanía en la gestión de los recursos naturales o “bienes comunes” (como prefirieron llamar actores importantes de este debate y construcción social), se convirtió en un elemento profundamente movilizador y dinamizador de los procesos políticos en nuestro continente. El surgimiento de nuevas visiones políticas y nuevas prácticas sociales produjeron también una nueva concepción de la integración regional, encarándola como un proceso más profundo, que colocaba el principio de la soberanía como el derecho de los Estados y los pueblos a la gestión de sus territorios y de los recursos naturales que estos abrigan. En el ámbito económico se buscó ir más allá de la visión comercial como eje central de la integración para proponer políticas comunes de desarrollo regional y de intervención económica internacional.

A lo largo de este periodo, se fue configurando una agenda política en la región que exigía cambios teóricos muy profundos y la elaboración de una visión estratégica regional para viabilizarse. Ciertamente, este continúa siendo un desafío que convoca a un conjunto de actores sociales: desde los gobiernos locales, los movimientos populares, la academia, el activismo y los partidos políticos, etc.

UNASUR y la estrategia suramericana para la gestión soberana de sus recursos naturales

El 30 de noviembre de 2011, la VI Cumbre de Jefas y Jefes de Estado de UNASUR aprobó lo que puede ser una de las medidas más trascendentes de los últimos tiempos en la región: la elaboración de una estrategia regional orientada al pleno aprovechamiento de los recursos naturales para el desarrollo integral de América del Sur.

De 2011 a 2014 la UNASUR promovió una amplia movilización regional para avanzar en esta elaboración estratégica que planteaba cuatro ejes principales: la gestión económica, científica tecnológica, social y ambiental de los recursos naturales. A continuación resumimos de manera muy sintética el contenido de este debate (Bruckmann, 2011):

1. La gestión económica: la creciente demanda de la economía mundial en relación con recursos naturales cuyas principales reservas están en América del Sur indica que la región posee condiciones de mejorar enormemente los términos de intercambio y negociación de las materias primas que produce y al mismo tiempo desarrollar políticas de industrialización de las mismas. La región tiene la oportunidad histórica de dejar de ser exportadora de materias primas de bajo o ningún valor agregado y avanzar hacia el desarrollo de políticas regionales de industrialización que busquen aprovechar las complementariedades económicas existentes para atender las demandas del mercado interno, promover el comercio intrarregional y agregar valor a las exportaciones extra regionales. Esto significa desarrollar matrices industriales de gran envergadura que necesitarán de instrumentos capaces de viabilizarlas, como el Banco del Sur que garantice la base

financiera; la elaboración de una tabla regional de insumo-producto como instrumento de planificación y gestión; la creación de una infraestructura vial y de comunicaciones para integrar los centros de extracción, producción, industrialización y consumo; el desarrollo de proyectos energéticos articulados a los proyectos industriales; etc. La gestión económica soberana de los recursos naturales significa colocar como prioridad el desarrollo regional, aprovechando las reservas y excedentes financieros para agregar valor a las materias primas que la región produce y atender la expansión del mercado interno suramericano. Significa también identificar matrices industriales a partir de la posición estratégica que la región tiene en relación con reservas importantes de un conjunto de recursos naturales fundamentales para la economía mundial y sus ciclos de innovación tecnológica.

2. La gestión científica: como consecuencia de lo anterior y como sustento de cualquier política industrial es indispensable que la región avance hacia una política de apropiación de la gestión científica de sus recursos naturales, que significa no solo la capacidad de establecer alianzas estratégicas que permitan transferencia tecnológica sino también desarrollar investigación científica de punta e innovación tecnológica en sectores considerados estratégicos. Al mismo tiempo, es necesario elaborar instrumentos teórico-metodológicos capaces de estudiar los ciclos de innovación tecnológica de la economía mundial a partir del uso intensivo de recursos minerales fósiles y no fósiles, que permitan un análisis prospectivo, indispensable como instrumento de planificación y de gestión de estos recursos, con el objetivo de establecer políticas y tasas de extracción y explotación de los mismos, diseñar políticas regionales de industrialización, etc.

3. La gestión social: gran parte de los conflictos sociales y medioambientales en la

región están relacionados a la actividad extractiva y la minería. Según datos de la CEPAL, el 35% de los conflictos en América Latina y el Caribe durante los últimos años están relacionados a la minería de oro, 23% a la minería de cobre y 15% a la de plata. Se hace indispensable una política regional para disminuir drásticamente las tensiones sociales generadas por una actividad extractiva irracional que, además del impacto devastador al medio ambiente, tiene la capacidad de expulsar poblaciones locales de los territorios donde éstas viven, que son los mismos que detentan reservas importantes de recursos naturales estratégicos. Estas poblaciones, en su mayoría indígenas y campesinas son, además, privadas de los medios de subsistencia económica. Es necesario crear, poner en práctica y perfeccionar mecanismos de consulta a las poblaciones locales en relación con la gestión de los recursos naturales localizados en sus territorios.

d. La gestión ambiental: es necesario disminuir, al nivel mínimo posible, el impacto ambiental causado por la minería y la actividad extractiva, así como crear mecanismos de compensación y recuperación del impacto ambiental acumulado. Si bien es cierto toda intervención en la naturaleza produce, inevitablemente, un impacto ambiental, está claro que una gestión adecuada, basada en una visión de preservación del medio ambiente, respeto a las poblaciones locales y en el desarrollo de nuevas tecnologías, permite disminuir considerablemente el impacto medioambiental y social de la actividad minera.

El documento que sustenta la necesidad de una estrategia regional para el aprovechamiento de los recursos naturales, elaborado por la Secretaría General de UNASUR en 2011 y presentado a la VI Cumbre de jefas y Jefes de Estado de la Unión, coloca la necesidad de desarrollar una visión común de las fortalezas y objetivos, una estrategia y un plan coherente para materializarlos, que permitan a

la región aprovechar las potencialidades que representan las enormes reservas de recursos naturales y humanos alojados en América del Sur.

El debate promovido por la UNASUR, a partir de la gestión del Ex-canciller venezolano Alí Rodríguez Araque como Secretario General, movilizó los doce concejos ministeriales del bloque y abrió importantes espacios de reflexión colectiva con la participación de representantes de los gobiernos de los doce países, especialistas y académicos de todas las áreas de las ciencias exactas, ingenierías, ciencias sociales y humanidades, al tiempo que convocó a movimientos sociales y populares a participar en las discusiones orientadas a construir colectivamente una política regional y una visión estratégica de gestión de los recursos naturales y bienes comunes para el desarrollo de los países del bloque.

Varios proyectos fueron elaborados en este contexto: la creación de un Servicio Geológico Suramericano, como institución supranacional, con el objetivo de reunir y crear un sistema de información de la data geo-científica, inventarios de recursos naturales, biodiversidad y recursos hídricos, en cada país y elaborar una cartografía a escala y metodología integrada para los más diversos fines económicos, de planificación estratégica y de preservación ambiental y territorial del subcontinente. Este proyecto, aparentemente técnico, buscaba producir un poderoso instrumento regional de información para la gestión soberana de los recursos y bienes naturales, ecosistemas, agua dulce, etc., con el objetivo de dejar de depender de empresas transnacionales del sector minería y petróleo que en muchos casos tienen esta información para uso privado, o de instituciones extracontinentales, como el Servicio Geológico de los Estados Unidos, que en este momento constituye la institución con información más detallada y actualizada de la prospección y producción minera a nivel mundial.

Entre los varios otros proyectos que quedaron formulados podemos citar: el Banco del Sur y la propuesta de la nueva arquitectura regional, el Instituto de Altos Estudios Estratégicos de la UNASUR, una estrategia de desarrollo científico tecnológico que incluía un memorándum de entendimiento para la colaboración científica entre el CERN y UNASUR, que se proponía promover proyectos y laboratorios colaborativos en la región. Este rico material de análisis y propuestas de políticas públicas regionales están recogidos en una publicación titulada Ciencia, tecnología, innovación e industrialización en América del Sur: hacia una estrategia regional (UNASUR, 2014), disponible en el repositorio virtual del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO.

El Pacto Ecosocial del Sur

Recientemente, en junio del 2020, un grupo de académicos, activistas sociales y ambientales de la región lanzaron un llamado por un Pacto Social, Ecológico, Económico e Intercultural para América Latina, más conocido como el *Pacto Ecosocial del Sur*. Este llamado surge en el contexto de la grave crisis del COVID 19 y sus impactos en América Latina, y busca convocar a movimientos sociales, organizaciones territoriales, gremiales y barriales, comunidades, redes gobiernos locales alternativos, parlamentarios, magistrados y servidores públicos para adherir una plataforma de lucha que coloque el cuidado a la vida, en todas sus formas, como tema central. Se trata de una crítica a las formas de producción y de consumo que provocan destrucción ambiental y amenazan la vida en el planeta y una propuesta por nuevas formas de pensar el desarrollo económico y social.

Este manifiesto propone articular cuatro dimensiones: justicia redistributiva, de género, étnica y ambiental, a través de una plataforma política que incluye las siguientes propuestas:

- Transformación tributaria solidaria, a partir de políticas nacionales de reforma tributaria basada en el principio de “quien tiene más, paga más- quien tiene menos, paga menos”;
- Anulación de la deuda externa de los Estados y la construcción de una “nueva arquitectura financiera global”;
- Creación de sistemas nacionales y globales de cuidado a la vida, con un rol activo de los Estados y de las empresas en consulta con las comunidades y los pueblos;
- Una renta básica universal “que sustituya las transferencias condicionadas y focalizadas heredadas del neoliberalismo, para poder salir de la trampa de la pobreza”;
- Priorizar la soberanía alimentaria basada en agricultura campesina y la garantía de acceso al agua, tierra y semillas;
- Construcción de “economías y sociedades pos extractivistas a partir de una “transición socio-ecológica radical, una salida ordenada y progresiva de la dependencia del petróleo, carbón y gas, de la minería, de la deforestación y los grandes monocultivos. Es necesario transitar hacia matrices energéticas renovables, descentralizadas, desmercantilizadas y democráticas...”;
- Recuperar y fortalecer los espacios de información y comunicación desde la sociedad frente a las corporaciones mediáticas;
- Autonomía y sostenibilidad de las sociedades locales frente a las cadenas globales de producción “que han mostrado su fragilidad” ante la pandemia;
- Por una integración regional y mundial, favoreciendo los sistemas de intercambio local, nacional y regional a nivel latinoamericano “con autonomía del mercado mundial globalizado que abran alternativas al monopolio corporativo”.

Más que una estrategia de acción política y/o económica, el Pacto Ecosocial del Sur se presenta como un manifiesto político que busca movilizar una diversidad de actores sociales para la construcción de una plataforma de lucha desde América Latina en diálogo con otras iniciativas a nivel mundial.

Estas dos propuestas y procesos surgidos en América Latina en la última década representa un legado importante y una base fundamental para pensar el papel de la región en el sistema mundial contemporáneo, marcado por cambios profundos en la economía mundial que muestran dos procesos simultáneos: el desplazamiento del dinamismo económicos del norte desarrollado hacia el sur emergente (principalmente asiático) y del occidente hacia oriente. Para claro que el mundo avanza hacia una transición hegemónica que coloca a China en centro un sistema mundial multilateral, donde las potencias emergente del sur tienen un potencial creciente de impactar la dinámica del conjunto del sistema.

En este contexto, una agenda global que permita avanzar hacia un horizonte de neutralidad climática significa, necesariamente, un análisis profundo de las implicaciones de la descarbonización de la economía y la de la transición energética en el conjunto del sistema económico y productivo y en el conjunto del sistema ecológico planetario.

Hemos tratado de mostrar en este artículo, que la descarbonización de la economía a partir de la transición energética implica un aumento colosal de la demanda mundial de minerales no energéticos que intervienen en los ciclos tecnológicos y procesos industriales de bajo carbono. Si en la punta de la cadena productiva (energía y transporte) pretende disminuir el impacto ambiental y alcanzar la neutralidad climática, en la base de la cadena productiva (la fase extractiva) se ampliará enormemente la devastación ambiental y todas las consecuencias socio-económicas que esto significa.

Algunos aspectos relevantes que necesitan ser colocados en una agenda global por el cambio climático tienen que ver con la creación de fondos de compensación ambiental destinados a mitigar el impacto de la fase extractiva a nivel global; la inclusión obligatoria en los presupuestos de políticas y estrategias ambientales inversión en innovaciones tecnológicas para disminuir el impacto ambiental de la fase extractiva; políticas de preservación ambiental de los sistemas ecológicos a partir de una comprensión sistémica y planetaria de los mismos; metas de reducción del impacto contaminante en toda la cadena de valor de las industrias de bajo carbono a nivel global, incluyendo la fase extractiva

Por lo tanto, es imperativo desarrollar una visión holística del proceso, recoger y procesar las tensiones históricas que caracterizaron el debate ambiental, reconociendo que existen responsabilidades diferenciadas con relación al cambio climático entre los países del norte industrializado y del sur^[9] y promover un debate respetuoso y responsable entre las diferentes propuestas y estrategias que se vienen planteando a nivel mundial que permita construir una agenda global, viable y eficiente.

Referencias Bibliográficas

Alves Dias, P., Bobba, S., Carrara, S., Plazzotta, B. (2020), The role of rare earth elements in wind energy and electric mobility, EUR 30488 EN, Publication Office of the European Union, Luxembourg.

Bruckmann, Monica. Recursos naturales y la geopolítica de la integración sudamericana. Buenos Aires: Luxemburg, 2015.

Bruckmann, Monica. UNASUR: Una estrategia regional para la gestión soberana de los recursos naturales. En: América Latina en Movimiento No 480-481. Noviembre-

Diciembre de 2012.

IEA (2020), Clean energy progress after the Covid-19 crisis will need reliable supplies of critical minerals, IEA, Paris <https://www.iea.org/articles/clean-energy-progress-after-the-covid-19-crisis-will-need-reliable-supplies-of-critical-minerals>

IEA, Annual lithium demand for electric vehicle batteries, 2019-2030, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-lithium-demand-for-electric-vehicle-batteries-2019-2030-2>

IEA, Global electric car stock, 2010-2019, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2010-2019>

Comisión Europea. El pacto verde europeo. Bruselas, 11.12.2019 COM(2019) 640. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

Estenssoro, Fernando; Vazquez B, Juan Pablo. Las diferencias norte-sur en el debate ambiental global: el caso de la propuesta del Ecuador: Yasuní – ITT. Universum vol.32 no.2 Talca dic. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762017000200063>

TORRE, Augusto de la; Emily Sinnott, John Nash. Natural resources in Latin America and the Caribbean: beyond booms and busts? World Bank: Washington DC. 2010

UNASUR. Cinecia, tecnología, innovación e industrialización en América del Sur: hacia una estrategia regional. Secretaría general de UNASUR, Quito, 2014

U.S. Geological Survey, 2021, Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2021>

World Bank. Climate-Smart Mining: Minerals for Climate Action. 2019.

<https://www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/brief/climate-smart-mining-minerals-for-climate-action>

[1] Socióloga y Doctora en ciencia política. Profesora de la Universidad Federal de Río de Janeiro - UFRJ, Brasil.

Agradezco a Natalia Costa, Thayane Queiroz y Estevão Musa, investigadores del Núcleo de Pesquisa sobre Geopolítica, Integración regional y Sistema mundial (GIS) de la Universidad Federal de Río de Janeiro por la colaboración en la organización de las fuentes utilizadas en este artículo.

[2] USGS, 2021.

[3] Se estima que la pérdida energética de las líneas de transmisión de electricidad puede llegar a 30% con las tecnologías anteriores.

[4] World Bank: Climate-Smart Mining: Minerals for Climate Action.

[5] Fuente: Quartz; Benchmark Minerals.

[6] COMISIÓN EUROPEA, El pacto verde europeo.

[7] Ibidem

[8] Ibidem

[9] Sobre este tema recomendamos los trabajos de Fernando Estenssoro, especialmente el artículo citado en la bibliografía.