

Geopolítica en el Capitaloceno

Traducción: José Bellver

Bajo las condiciones de un modo de producción capitalista, la «ruptura metabólica» entre los seres humanos y la naturaleza se ha ampliado tanto que los “antropos” se han convertido en un “factor geológico” que está a punto de terminar con la vida en la Tierra tal como la conocemos desde hace más de diez mil años. En lugar de iniciar un cambio estructural que respete las restricciones socioecológicas de la acción humana, estamos en cambio experimentando una renovación de la geopolítica: no solo la feroz competencia internacional por la disminución de las reservas de petróleo y gas natural, sino también una “fiebre verde” por los metales, minerales, el agua y la tierra.

El término «Antropoceno» es utilizado para designar una nueva era geológica marcada por la acción del ser humano (*anthropos*). Este concepto fue propuesto por la comisión estratigráfica de la asociación de geólogos más antigua del mundo en Londres, que está convencida de que la influencia del comercio humano en el clima mundial y los sistemas biofísicos de la Tierra pusieron fin al Holoceno. Este término se refiere al período de aproximadamente 12.000 años desde la última glaciación, que se caracterizó por unas condiciones climáticas muy estables propicias para el desarrollo humano. En contraste, el período de los *antropos* se refiere a un período geológico caracterizado por una multitud de influencias ambientales antropogénicas, como la extinción, la propagación y la migración de especies animales y vegetales, el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la degradación del suelo, la acidificación y la sobrepesca en los océanos, así como la contaminación del suelo, el agua y el aire. Actualmente, existe un consenso entre los investigadores de la tierra y el clima de que los seres humanos se han convertido en un “factor geológico”, aunque en diferentes grados, dependiendo de sus orígenes geográficos y sociales. Con la adopción de este papel, la humanidad está desestabilizando los sistemas biofísicos de la Tierra, que han evolucionado durante un período de aproximadamente 1,2 millones de años, y destruyendo “la trama de la vida”, que conecta plantas y animales (incluidos

Birgit Mahnkopf es profesora de Política Social Europea en la Escuela Superior de Ciencias Económicas y Derecho (HWR) de Berlín.

los humanos) y los minerales mediante ciclos complejos de materia y energía. En la actualidad, todo apunta al hecho de que los “*antropos*” han llevado al sistema Tierra a un camino irreversible de desarrollo hacia un “estado de invernadero” que podría durar de decenas a cientos de miles de años.¹

¿Antropoceno o Capitaloceno?

Para algunos científicos, el Antropoceno coincide con el comienzo de la “conquista europea del mundo” a principios del siglo XVI. Otros lo vinculan con la industrialización en Europa alrededor del 1800. La mayoría de los geólogos británicos de la comisión estratigráfica se han pronunciado a favor de fijar el inicio del Antropoceno a mediados del siglo XX.

Existen razones plausibles para esta confusión: lo que es completamente novedoso en términos históricos no es de ninguna manera la conexión entre la acción humana, el cambio de los paisajes, del ciclo atmosférico del agua y los cambios climáticos. Desde el comienzo del Holoceno, cuando las condiciones climáticas estables hicieron posible que la agricultura se extendiera en muchas regiones del mundo, los seres humanos han modificado deliberadamente la flora y la fauna, creando enclaves artificiales en una naturaleza indómita, domesticando y criando animales y plantas, creando sistemas de riego y aprovechamiento de la energía solar. Esto ha llevado a menudo a crisis ecológicas de alcance regional, a menudo en conjunción con crisis civilizatorias. Pero como resultado del crecimiento de la población hecho posible por la «revolución neolítica» hace 12.000 años, la consiguiente división del trabajo entre hombres y mujeres, ciudades y países, trabajo mental y trabajo físico y la colonización económica y política de los hábitats no europeos, la “ruptura” en el contexto del metabolismo social y el metabolismo prescrito por las leyes naturales de la vida se amplió (tal como apuntó Karl Marx).

Solo bajo las condiciones de un modo de producción capitalista, cuyo objetivo principal es producir valor (monetario) a través de la producción sistemática de una «acumulación inmensa de mercancías»,² el metabolismo entre lo humano y la naturaleza (o entre lo humano y lo no humano) adquiere una dimensión global –con la explotación de los humanos por otros humanos y el planeta entero transformando en una vasta reserva de posibles valores de uso, una reserva de mano de obra y un vertedero para todo tipo de residuos. Con la tendencia del capitalismo a convertirse en un sistema mundo tanto económico como ecológico, basado en el uso de combustibles fósiles, la «ruptura metabólica» se ha ampliado tanto que

¹ W. Steffen *et al.*, «Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet», *Science*, núm.347, vol. 6223, disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.full>

² K. Marx, *Capital. A Critique of Political Economy*, Vol. 1, p. 26.

la humanidad ha alcanzado el «umbral planetario»³ identificado por los investigadores del clima. Traspasarlo tendría consecuencias graves, repentinas e irreversibles para todos los seres vivos. Esta es la razón por la que algunos científicos sociales,⁴ en la tradición de la crítica de la economía política, consideran que el término «Capitaloceno» es más preciso que el del «Antropoceno»,⁵ dado que los impulsores de las transformaciones planetarias son la rentabilidad y la productividad destinadas a maximizar la valoración del capital.

Dado que los impulsores de las transformaciones planetarias son la rentabilidad y la productividad destinadas a maximizar la valoración del capital, el término «Capitaloceno» es más preciso que el del «Antropoceno»

El capitalismo es una máquina de crecimiento si no está obligado a reconocer los límites de la forma material o de valor de uso. Bajo la presión de la competencia constante, los capitalistas deben reducir los costes de producción y circulación y, por lo tanto, aumentar la productividad del trabajo. Esta ha sido la forma de producir la «Riqueza de las Naciones» desde los primeros días del capitalismo, como se describe en el famoso libro de Adam Smith. Esta es la razón por la cual los capitalistas deben reemplazar el trabajo vivo con maquinaria. Desde el siglo XIX, la maquinaria ha sido manejada principalmente por energía fósil, como el carbón, el petróleo y el gas. De hecho, esta maquinaria permite procesar las materias primas agrícolas y minerales para convertirlas en valores de uso para la satisfacción de las necesidades humanas y estos materiales deben transportarse desde su ubicación de origen, donde se extraen, crían o cultivan, hasta los lugares donde se procesan, y hasta donde finalmente se consuman. Estas cadenas de suministro, que van desde la naturaleza original de la Tierra (el conjunto de recursos) hasta los sistemas económicos, culturales, sociales y políticos (en plural) de la Tierra, constituyen la columna vertebral del sistema capitalista global.

Las cadenas de suministro de energía y materias primas están en manos de las cambiantes alianzas entre los Estados y las empresas privadas. No son solo las leyes naturales las que gobiernan el flujo de recursos desde sus orígenes hasta el lugar del consumo final; más bien, son los actores económicos y políticos poderosos los que establecen estas cade-

³ W. Steffen *et al.*, «Trajectories of the Earth System in the Anthropocene», *PNAS*, 6 de agosto de 2018, disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

⁴ E. Altvater, «El Capital y el capitaloceno», *Revista Mundo Siglo XXI*, núm 33, vol. IX, 2014, CIECAS-IPN, pp. 5-15; A. Malm, «Fossil Capital. The Rise of Stream Power and the Roots of Global Warming», Verso, Londres/Nueva York, 2016; J.W. Moore (ed.), *Anthropocene or Capitalocene? Nature, History and the Crisis of Capitalism*, PM Press, Oakland, CA 2016. pp. 138-152.

⁵ A pesar de que también sería posible nombrar a esta era geológica como "Tanatoceno" debido al historial de destrucción por parte de la humanidad, tanto de otros seres humanos como de muchas otras especies que han ido progresivamente desapareciendo del planeta, véase C. Bonneuil y J-B. Fressoz, *L'événement anthropocène. La terre, l'histoire et nous*, Seuil, Paris, 2016.

nas para garantizar el suministro de energía fósil y materias primas para las economías modernas. Debido al desarrollo desigual –una competencia entre socios desiguales, tanto a nivel internacional como dentro de las naciones– la lucha por la energía y otros productos primarios ha sido y sigue siendo extremadamente caótica.

La renovación de la geopolítica

El mundo globalizado del siglo XXI no aparece con amigables ropajes verdes. El orden internacional está colapsando, los conflictos regionales siguen abiertos, ha comenzado una nueva carrera de armamentos y el derecho internacional tal como se estableció después de la Segunda Guerra Mundial parece obsoleto. En los EEUU, los funcionarios del gobierno piensan en voz alta sobre la guerra nuclear. Estos procesos fomentan la feroz competencia internacional por la disminución de las reservas de petróleo y gas natural, y cada vez más por los metales, los minerales, el agua y la tierra también.

Los procesos que tensan el orden internacional están fomentando una feroz competencia internacional por las decrecientes reservas de petróleo y gas natural, y cada vez más por los metales, los minerales, el agua y la tierra también

Al igual que en el apogeo de la antigua geopolítica del imperialismo europeo, la geografía ha adquirido una renovada relevancia en el sentido de control sobre los territorios de otros estados (con un énfasis especial de nuevo puesto en Eurasia). Además, la relevancia de la geología ha crecido en el sentido de que no solo el petróleo y el gas, sino también los metales y los minerales se han convertido en “recursos estratégicos”. Hoy en día, estos dos elementos de la geopolítica coexisten con la geoeconomía, que se refiere al poder de mercado y las alianzas que se fortalecen a través de acuerdos de libre comercio bilaterales, regionales e incluso macro-regionales y la protección mundial de los llamados derechos de propiedad intelectual y las inversiones. Además, la política internacional todavía tiene un papel importante que desempeñar, en forma de diplomacia de los recursos, de métodos legislativos para establecer y defender monopolios, y regulaciones restrictivas varias; y, no olvidemos, las sanciones económicas, el establecimiento de bases militares y, al menos para la disminución del poder hegemónico de los EEUU, las intervenciones militares destinadas al “cambio de régimen”.

El capitalismo global aún depende del petróleo barato. Su importancia para satisfacer las necesidades de energía primaria del mundo puede disminuir en las próximas décadas. Pero

el petróleo barato sigue siendo la “sangre vital” del transporte, la industria petroquímica cuyos productos se han vuelto tan esenciales para la vida cotidiana, la agricultura industrial, los productos manufacturados y la guerra moderna. Con el fin de mantener el control sobre el suministro y la fijación de precios de los hidrocarburos, se siguen construyendo tuberías y puertos, refinerías y ferrocarriles. Como en el pasado, las tuberías que se extienden por grandes distancias por tierra y mar extienden el alcance de los estados más poderosos más allá de sus propios territorios. Este es el razonamiento que sigue el presidente de EEUU, Trump, cuando promueve un mayor consumo de combustibles fósiles en el extranjero (ya sea en Europa, India o Corea del Sur) o cuando promueve una cooperación aún más estrecha con Arabia Saudita: “Ningún otro país, y mucho menos la comunidad internacional unida detrás del acuerdo climático de París, debería poder privar a los EEUU de su solución de carbono”.⁶ Pero también la iniciativa china *Belt Road Initiative* (BRI)⁷ está diseñada para servir a la nueva geopolítica de la energía, todavía basada en combustibles fósiles. La iniciativa, que enfatiza la construcción de infraestructuras, da a China un impulso para recortar o contener las actividades de otras naciones sin tan siquiera usar armas. De hecho, la BRI es un proyecto impulsado por los combustibles fósiles que apunta a construir oleoductos, refinerías de petróleo y puertos para enviar petróleo y otras materias primas desde América Latina, África e Irán a la China continental.

Ciertamente, algunos líderes empresariales están preocupados por los numerosos factores relacionados con la transgresión de los «límites planetarios» que amenaza el valor de sus negocios y la solvencia crediticia. Es posible que se preocupen por la inminente crisis del agua y el hambre que causará disturbios sociales, conflictos violentos y la migración involuntaria a lugares que consideran sus “regiones de seguridad nacional”. Pero muchos otros ven el cambio climático incluso como una oportunidad de negocio. Las nuevas rutas de transporte serán accesibles en el Ártico debido al cambio climático, mientras que los nuevos yacimientos de petróleo y gas que son difíciles y costosos de acceder serán más atractivos, como los recursos de tipo bituminoso en Venezuela y África, el petróleo en alta mar de Brasil, o el petróleo pesado en la selva tropical del Amazonas.

Es probable que los conflictos geopolíticos y las disputas internacionales sobre el acceso y el transporte de todo tipo de materias primas socaven incluso los intentos modestos de cooperación. No solo EEUU está persiguiendo un proteccionismo nacional creciente. Especialmente con respecto al petróleo y el gas, la UE depende en gran medida de las importaciones de metales y minerales, con las mayores importaciones netas de recursos por persona en todo el mundo. La proporción de las importaciones de la UE para muchos “mate-

⁶ M.T. Klare, «America's Carbon Pusher-in-Chief: Trump's Fossil-Fueled Foreign Policy», 2017, disponible en: <http://www.tomdispatch.com/blog/176313/>.

⁷ Nota del traductor: en castellano la *Belt Road Initiative* es también conocida como «la nueva Ruta de la Seda»

riales estratégicos” llega a alcanzar el 100%. En palabras del ex comisario de Comercio de la UE, Peter Mandelson, en la Conferencia de Comercio y Materias Primas en Bruselas en septiembre de 2008, la UE necesita «importar para exportar... estamos en una carrera».⁸ Por lo tanto, no es sorprendente que la Comisión Europea abordara la importancia de los cambios impuestos en el orden económico mundial debido a la enorme escala de desarrollos requeridos por el uso intensivo de recursos en China e India ya en 2006, con su «Estrategia Europa global» (*Global Europe Strategy*) seguida en 2008 de su «Iniciativa sobre materias primas» (La *Raw Material Initiative*, reconfigurada en 2011 en la «Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos»).

Las nuevas rutas de transporte serán accesibles en el Ártico debido al cambio climático, mientras que los nuevos yacimientos de petróleo y gas que son de difícil y costoso acceso serán más atractivos

Al otro lado del Atlántico, es altamente improbable que los EEUU alguna vez sean energéticamente autosuficientes. La expansión a su capacidad de producción debido a la llamada “revolución del esquisto” podría traer una mayor capacidad de recuperación a los choques a corto plazo, pero el aumento del uso de energía per cápita significa que el país sufrirá aumentos de costes energéticos a largo plazo. Sin embargo, por el momento, la administración Trump, que funciona como un brazo extendido del complejo militar de combustibles fósiles-finanzas, parece estar firmemente decidida a explotar todas las reservas nacionales para obtener el “dominio de la energía” al suministrar combustibles fósiles a otros países. La administración de los EEUU también ha descubierto que el país es «altamente dependiente de las importaciones de ciertos productos minerales y que esta dependencia crea una vulnerabilidad estratégica tanto para su economía como para el ejército de cara a afrontar la acción de gobiernos extranjeros, los desastres naturales y otros eventos que pueden interrumpir el suministro de estos minerales clave».⁹ Las preocupaciones relacionadas con la “vulnerabilidad estratégica” se discuten no solo entre las agencias gubernamentales en los EEUU y Europa, sino también en el Japón de escasos recursos. La continuación del liderazgo tecnológico de estos países depende de un suministro constante y creciente de minerales y metales (a precios asequibles), que son vitales para varias tecnologías futuras. En contraste, para Australia, que es un importante exportador mundial de minerales, la evaluación crítica depende más del potencial de sus propios recursos para cubrir la demanda mundial.

⁸ P. Mandelson, «The Challenge of Raw Materials», discus en la *Trade and Raw Materials Conference*, Bruselas, 29 de septiembre de 2008, disponible en: <http://europa.eu>.

⁹ Departamento de Interior de EEUU, *Final List of Critical Minerals*, 2018, disponible en: <https://www.federalregister.gov/documents/2018/05/18/2018-10667/final-list-of-critical-minerals-2018>.

La base imperialista de la estrategia de recursos nacionales del otro gigante que consume energía, China, es menos obvia. Pero al igual que EEUU, China hará cualquier cosa para garantizar que continúen los flujos de energía (ya sean de Oriente Medio, Rusia o África). La principal diferencia con el objetivo de EEUU de “dominio de la energía” podría ser que China, al menos por ahora, está más dispuesta a cubrir su vulnerabilidad a las restricciones de recursos a través de decisiones políticas más allá de la acción militar y la exclusión de aliados potenciales y socios comerciales. Por lo tanto, China se enfoca más en construir alianzas para hacer acuerdos de acceso a largo plazo, esperando mayores dividendos de la cooperación que de la confrontación.

Pero lo que es de suma importancia sobre el nacionalismo de recursos de hoy es que se centra no solo en controlar la producción y el comercio de las decrecientes existencias de petróleo, lo que proporciona un alto retorno energético de la inversión (*EROI*, según sus siglas en inglés),¹⁰ y un petróleo y un gas no convencionales mucho más caros, extracción y procesamiento que requiere enormes cantidades de energía y dinero para construir refinerías, oleoductos, plataformas petrolíferas, puertos, carreteras y otras infraestructuras. Además de esto, el acceso a las “materias primas críticas” se ha convertido en una preocupación estratégica cada vez más importante para todas las “grandes potencias”, e incluso para aquellos en el segundo nivel. En este contexto, las fuerzas militares, los científicos, las organizaciones internacionales (como la Agencia Internacional de Energía) y grupos de expertos interesados en geopolítica (como el Consejo de Relaciones Exteriores de los EEUU, el instituto de relaciones internacionales de los Países Bajos *Clingendael*, *Chatham House* en el Reino Unido y *Price Waterhouse Cooper* están analizando los impactos de la creciente demanda de minerales y metales. Además de las materias primas necesarias para el desarrollo de infraestructuras, la producción de energía fósil y nuclear, la industria química, aeroespacial, equipos médicos y todo tipo de comunicaciones avanzadas (como el GPS, los satélites espaciales y los sistemas de comando, y las infraestructuras de amplificación de señal), se necesitan enormes cantidades de metales y minerales para las industrias nuevas: primero, para la “transición verde” hacia la producción de energía renovable; segundo, para la transmisión de la electricidad; tercero, por la llamada “Cuarta Revolución Industrial” basada en la digitalización y la inteligencia artificial; y, cuarto, para diferentes tipos de sistemas militares¹¹ en los que no solo las aeronaves necesitan masas de “materiales críticos”, sino también otros componentes de los sistemas, como estaciones terrestres, enlaces de datos y personal de control.

¹⁰ Aunque existe una gran cantidad de controversias acerca del *EROI* (tasa de retorno energético) exacto de las diferentes fuentes de energía, no hay duda de que el *EROI* para la mayoría de las fuentes de energía “verdes” (como el viento, la energía solar fotovoltaica o el etanol), sino también el petróleo y el gas “no convencionales” es más bajo en comparación con el petróleo, el gas o el carbón convencionales.

¹¹ Por ejemplo, para piezas de aviones, motores, sistemas de guía de misiles y defensa antimisiles, detección de minas submarinas, GPS para todo el sistema de comunicaciones, contra maniobras electrónicas, sin olvidar los sistemas militares no tripulados (drones).

En casi todos los países industriales avanzados (pero también en China), se ha desarrollado la integración del procesamiento de datos digitales en los procesos de producción, con tecnología clave como sensores, “etiquetas de identificación” de radiofrecuencia, microchips de alto rendimiento, tecnologías avanzadas de visualización y cables de fibra óptica que exigen una cantidad cada vez mayor de metales y minerales particulares. Un estudio realizado en 2016 en nombre de la Agencia alemana de recursos minerales (DERA, según sus siglas en alemán) examinó la demanda global de materias primas para 42 diferentes tecnologías futuras en 2013 y 2035 y comparó la demanda creciente esperada con el volumen de producción global de los metales respectivos en 2013. El estudio mostró cómo para algunas materias primas (como el litio, los metales ligeros de tierras raras, el germano, el indio y el galio), ya es previsible que en un período de poco más de dos décadas, la demanda casi se duplique, se triplique (en el caso de las tierras raras pesadas), e incluso cuadruple (tantalio). En algunos casos, el aumento de la demanda superaría con creces la producción primaria en 2013 (litio, disprosio/terbio y renio), mientras que en otros el aumento sería aún más brusco (cobalto, cobre, escandio, platino).¹² Esto significa que la lucha por los materiales primarios no ha terminado con el surgimiento de la inteligencia artificial y la digitalización ubicua. Por el contrario, esto probablemente se intensificará dado el nexa global de la tierra, el agua, los alimentos, los minerales y la energía, y dado que unos pocos países dominan el mercado de los minerales críticos.

Intercambios entre metas económicas y ecológicas

En este contexto, habrá que tener en cuenta varios compromisos inevitables entre los objetivos económicos y ecológicos, incluido el cambio hacia un “capitalismo más verde”. Mientras que, en los debates actuales, las dimensiones económicas y geopolíticas de la escasez de recursos reciben una amplia atención, el impacto de la escasez física de los minerales en la geoeconomía del capitalismo global, y aún más importante en un futuro postfósil, rara vez se atienden. De acuerdo con el principio de acumulación capitalista, incluso una transición hacia tecnologías de energía renovable resultará en un círculo vicioso entre los sectores de la energía y el metal. Además, en muchos países (principalmente en China), agudizaría las ya severas contradicciones insertas en el nexa del agua y la energía, y por lo tanto también afectaría negativamente la producción de alimentos.

La “criticidad” de las materias primas se suele debatir desde un punto de vista económico, centrándose en los retrasos en la entrega y otros riesgos de suministro. Estos a menudo

¹² DERA (Deutsche Rohstoffagentur), *Rohstoffe für Zukunftstechnologien*, Berlin, 2016. Para un análisis exhaustivo véase: A. Diederer, *Global Resource Depletion: Managed Austerity and the Elements of Hope*, Eburon, Delft, 2010 y los trabajos de W. Zittel, E. Schriefel y M. Bruckner, en A. Exner, M. Held y K. Kümmerer (eds.), *Kritische Metalle in der Großen Transformation*, Springer, Berlin, 2016.

están vinculados a la gobernanza inestable de las materias primas y la volatilidad de los precios de los productos básicos. Sin embargo, desde principios de la década de 2000, las dimensiones geopolíticas de la escasez (en términos de barreras políticas planteadas en los países productores, que han comenzado a proteger sus intereses mediante impuestos a la exportación y diversas restricciones comerciales) se han colocado en un primer plano. China, donde se produjo más del 90% de los elementos de tierras raras, ha comenzado a priorizar sus propias necesidades de suministro. Los funcionarios del Gobierno sostienen que los impuestos a la exportación sobre las materias primas son más bajos que los de los productos terminados (como los imanes para la tecnología de energía renovable), y que la extracción ilegal en el sur del país (donde se extraen los óxidos de tierras raras altamente contaminantes) debería desaparecer. Además, los pronósticos para el estado de la industria de metales de tierras raras de China no son prometedores: aunque el país produce el 95% de la producción mundial, solo posee el 23% de la cantidad total de minerales del mundo, principalmente en tres sitios en el sur de China, ya muy agotados. En consecuencia, las restricciones a la exportación se consideran un instrumento apropiado para proteger las “tecnologías verdes” de China. El miedo ha estado creciendo tanto en los EEUU como en la UE sobre el hecho de que sus economías podrían perder el liderazgo tecnológico frente a los chinos, particularmente con respecto a las tecnologías de energía solar fotovoltaica y de turbinas eólicas. Hoy en día, la carrera por el liderazgo en inteligencia artificial y digitalización de economías enteras parece ser aún más importante que la competencia por las “tecnologías verdes”. Esto tiene el potencial de estimular las guerras comerciales entre Occidente y China.¹³

El impacto de la escasez física de los minerales en la geoconomía del capitalismo global, y aún más importante en un futuro “postfósil”, rara vez se atienden

En contraste con las dimensiones económicas y geopolíticas de la escasez, la escasez física –y por lo tanto también el carácter geológico y material de los minerales– rara vez se considera una amenaza grave, ya sea en términos de la geoconomía del capitalismo global o el impacto ecológico de minería. Esto refleja una ignorancia sistémicamente anclada, al menos desde la perspectiva de un futuro postfósil. A pesar de que la corteza terrestre contiene enormes cantidades de reservas minerales, muchas sustancias ampliamente utilizadas se enfrentan al agotamiento en función de la escasez absoluta de la naturaleza y los

¹³ Departamento de Interior de EEUU, *op.cit.*. El Departamento del Interior indica en este documento que en lo que se refiere a las materias primas estratégicamente importantes, China fue el productor líder de 15 de los 33 productos listados como «críticos».

límites tecnológicos actuales. Desde el punto de vista de la termodinámica, un recurso puede ser crítico cuando supera un cierto «umbral de exergía».¹⁴ A medida que la ley del mineral disminuye, la energía requerida para extraer el mineral aumenta exponencialmente. Este ya es el caso del cobre, un material esencial para casi todos los tipos de dispositivos eléctricos. En comparación con la tecnología de motores de gasolina, los vehículos de motor eléctrico necesitan una cantidad de cobre cuatro veces mayor, además de una mayor cantidad de metales como el cobalto, el litio y elementos de tierras raras pesadas y ligeras. Si solo cada segundo automóvil basado en combustible que ya se encuentra en el mercado fuera reemplazado por un vehículo eléctrico, y se tienen en cuenta las tendencias actuales en las ventas globales (que se espera que aumenten en un 50% en los próximos 25 años), la cantidad de metales solo para la producción de automóviles aceleraría la deforestación como resultado de la minería, lo que generaría más daños ecológicos.

El movimiento a medias hacia un capitalismo más verde, con su enfoque en las tecnologías de energía renovable, es un proyecto basado en una serie de concesiones y un indeterminado número de contradicciones sin resolver

Esto ilustra que el intercambio es inevitable. Sin hallazgos sustanciales de depósitos altamente concentrados, la producción de varios metales (es decir, los productos necesarios para una futura “economía verde”) no puede aumentar, pero es más probable que disminuya junto con la concentración de los sitios existentes. Cuando la producción de varios metales no aumenta al mismo ritmo (rápido) que la demanda, el precio de los “materiales críticos” aumentará sustancialmente en el futuro cercano. En estas condiciones, incluso los repositorios menos concentrados se verán económicamente viables. Pero cuanto más baja sea la concentración del material, más residuos se generarán, y más químicos tóxicos y cantidades masivas de agua y energía serán necesarias para la extracción. En resumen, lo más perturbador será el impacto en la naturaleza local, los trabajadores y la población.

La “nueva fiebre del oro” dirigida hacia depósitos ricos en metales con altas concentraciones de metales de dos a cinco millas por debajo de la superficie de los océanos (a lo largo del ecuador o en el Círculo Polar Ártico) ofrece otro ejemplo de un intercambio entre objetivos económicos y ecológicos. Dentro de las próximas décadas, la capacidad tecnológica para la minería de aguas profundas mejorará, y las recientes dificultades de financiamiento

¹⁴ Esta es una medida del grado de distinción termodinámica que tiene una pieza de material de su “preponderancia” circundante; la rareza física o termodinámica se explica por los costes de energía requeridos para obtener un producto mineral de roca ordinaria con las tecnologías disponibles. Véase: G. Calvo, A. Valerio y A. Valerio, «A Thermodynamic Approach to Evaluate the Criticality of Raw Material Flows and its Application Through a Material Flow Analysis in Europe», *Journal of Industrial Ecology*, julio de 2017.

para este tipo de “aventuras” probablemente se resolverán debido al aumento de los precios de los productos básicos. En ese momento, podría comenzar la extracción comercial activa, destruyendo los ecosistemas únicos de los océanos profundos antes de que este patrimonio común de la humanidad sea incluso comprendido y cartografiado.¹⁵

El movimiento a medias hacia un capitalismo más verde, con su enfoque en las tecnologías de energía renovable, es un proyecto basado en una serie de concesiones y un indeterminado número de contradicciones sin resolver. Si el mecanismo de acumulación capitalista basado en los principios de la propiedad privada y el crecimiento económico se toma como un hecho, y de manera implícita la creación infinita de riqueza monetaria, una transición hacia tecnologías de energía renovable resultará en un círculo vicioso entre la producción de energía y los metales. Las compensaciones de “agua por energía” y “energía por agua” también son significativas. Por un lado, en comparación con las tecnologías de carbón, solar y eólica, consumen menos agua en la generación de energía. Pero cuando se considera el ciclo de vida completo de tales tecnologías (incluida la fabricación de paneles solares y turbinas eólicas), la huella hídrica de ambas es bastante sustancial. Se requiere energía para suministrar y tratar el agua; a medida que aumenta la huella hídrica del sector energético y el agua escasea (lo que ocurrirá no solo en China sino en muchas otras regiones del mundo), se necesita más energía para suministrarla y tratarla.¹⁶ Además, dado que los parques eólicos solares y eólicos en tierra requieren grandes áreas de tierra, que no están disponibles en países y regiones con alta densidad de población, se generarán más conflictos por el acceso al agua, la tierra y los alimentos. Por lo tanto, el agua tiene el potencial de convertirse pronto en la causa más importante de los conflictos, como lo ha sido la gasolina durante mucho tiempo.

¹⁵ R. Kim, «Should Deep Sea Bed Mining Be Allowed?», *Marine Policy*, núm. 82, agosto de 2017, pp. 134-37.

¹⁶ Agencia Internacional de la Energía, *World Energy Outlook 2016*, IEA, París, 2016.