

Cripto Sustentable: ¿un oxímoron?

Posibilidades de la tecnología *blockchain* de sobrevivir a la crisis socioambiental

Sustainable Crypto: an oxymoron?

Chances of *blockchain* technology to survive the socioenvironmental crisis

Juan Carlos Travela | ORCID: orcid.org/0000-0002-7896-8121
juancarlostavela@hotmail.com
CONICET

Horacio Correa Lucero | ORCID: orcid.org/0000-0002-2724-2208
hecorrealucero@gmail.com
Universidad Nacional Arturo Jauretche

Argentina

Recibido: 30/8/2023

Aceptado: 8/5/2024

Resumen

La digitalización de todas las cosas, piedra angular de las soluciones que promueve el pensamiento *mainstream* para abordar la crisis socioambiental, es al menos cuestionable, ya que, si para producir electricidad se recurre a los combustibles fósiles, se acelera el cambio climático, mientras que, si se depende de energías renovables, las limitaciones de espacio, metales y estabilidad de las redes difícilmente permita la *superdigitalización*.

En este marco, el objetivo del presente ensayo es analizar los avances de la tecnología *blockchain* en relación a sus efectos sobre la crisis ambiental, la demanda energética del principal algoritmo de consenso: el *proof of work* y, principalmente, las posibilidades de su reemplazo por otros más eficientes. Para ello, se empleó una metodología de tipo cualitativa basada en el análisis de información bibliográfica y documental. Su resultado principal permite concluir que la llave para abrir la posibilidad de que esta tecnología tenga continuidad en el tiempo debido a la nueva situación energética parece depender exclusivamente de los actores sociales a los que puede empoderar, aportando a la creación de una sociedad pos-fósil si logra escapar de la lógica del capital y la valorización financiera.

Palabras clave: Bitcoin, Cambio Climático, Criptografía, Ecología Política, Prueba De Trabajo.

Abstract

The digitalization of everything, a cornerstone of the solutions promoted by mainstream thinking to address the socio-environmental crisis, is at least questionable. This is because, if fossil fuels are used to generate electricity, it accelerates climate change. On the other hand, relying on renewable energies for electricity production presents challenges related to space, metals, and network stability, making *superdigitalization* difficult to achieve.

In this context, the aim of this essay is to analyze the advancements of blockchain technology in relation to its effects on the environmental crisis, the energy demand of the primary consensus algorithm, proof of work, and primarily, the possibilities of replacing it with more efficient alternatives.

To achieve this, a qualitative methodology was employed based on the analysis of bibliographic and documentary information. The main outcome of this study leads to the conclusion that the key to ensuring the continuity of this technology over time in the face of the new energy situation appears to depend exclusively on the social actors it can empower. This could contribute to the creation of a post-fossil society if it manages to escape the logic of capital and financial valorization.

Key words: Bitcoin, Climate Change, Cryptography, Political Ecology, Proof Of Work.

Presentación del problema, marco teórico y objetivos del trabajo

El **bitcoin**, la criptomoneda más reconocida del mundo, cobró vida el 3 de enero de 2009 cuando su creador, sólo conocido por el seudónimo de Satoshi Nakamoto, minó las primeras 50 unidades y creó el primer bloque de la cadena conocido como *Genesis Block*.¹

Desde ese momento su expansión no cesa. El comportamiento ascendente del precio del bitcoin explica la abundancia de criptomonedas del presente, que nacen permanentemente. No se trata de una transformación únicamente financiera, sino que la tecnología *blockchain* ha logrado popularizarse y trascender a estas fronteras para abordar cada espacio del terreno productivo y social.

Si bien no vamos a trazar la historia del bitcoin, es interesante destacar que su origen tiene relación con los *cypherpunks* (Correa Lucero, 2015). Este grupo criptoanárquico se caracterizaba (y aún lo hace) por la utilización de la criptografía y de tecnologías orientadas a garantizar la privacidad, para lograr una transformación social y política afín a los ideales anarcocapitalistas. El deseo de reducir el Estado a su mínima expresión los llevó al desarrollo de un sistema monetario autónomo (Correa Lucero, 2015). La criptografía regula la oferta monetaria, los contratos, es decir, las relaciones diversas entre personas y elimina la necesidad de la confianza en el otro (Nakamoto, 2008); el mercado, a su vez, decide los precios de estas monedas con absoluta libertad. Esto último resulta una realidad evidente al observar las fluctuaciones del precio del bitcoin y de todas las criptomonedas existentes. Sin embargo, la proliferación de proyectos trajo ideales no alineados con el **libertarianismo** o **libertarismo**² inicial y generó una diversidad de propuestas tecnológicas.

Es así que los desarrollos tecnológicos cristalizan en el diseño y en sus propias estructuras técnicas los valores e intereses de quienes los producen y, en este contexto, se encuentran, mayoritariamente, atravesados por la lógica del

capital (Correa Lucero, 2016), aunque, una vez en contacto con sus usuarios, pueden atravesar transformaciones importantes fruto de la necesidad de resignificación que las personas poseen. En otras palabras, la diversidad de valores cristaliza en diseños tecnológicos variados. *Proof-of-work (PoW)*, *proof-of-stake (PoS)*, *pure proof-of-work* y *proof-of-authority* son algunos de los algoritmos de consenso desarrollados para garantizar la seguridad interna de las redes que dan vida a las diferentes criptomonedas existentes.

Sin embargo, este desarrollo tecnológico se da en un contexto inédito en la historia: por primera vez el desbordamiento de los ecosistemas y la superación de los límites biofísicos se da a escala planetaria. La situación alcanza tal gravedad que la CEPAL (2016) señala que la especie humana, entre otras, está en riesgo de desaparecer debido al deterioro del actual estado del ambiente.

A los fines de este trabajo, interesa destacar que la **huella ecológica global**, que representa la exigencia que los seres humanos provocan sobre la capacidad de la tierra para suministrar recursos renovables y servicios ecológicos, se expandió en un 190% durante los últimos 50 años, mientras que la **huella de carbono**, componente dominante de la huella ecológica, aumentó su participación en este indicador del 43% al 60% para este periodo y la tendencia continúa (WWF, 2016).

Para la Ecología Política, el deterioro del ambiente es una de las consecuencias de la actual crisis civilizatoria que lleva a todo el ecosistema global hacia un estado caótico y se encuentra basada en el capitalismo, la tecnociencia, el sentido de desarrollo y el combustible fósil como insumo principal de la sociedad moderna (Toledo, 2017).

En otras palabras, como sostienen Acosta y Brand (2017), la naturaleza no está en crisis sino que lo están las formas sociales. La organización de la sociedad, los procesos de producción, de consumo y cómo esto configura las formas en que las personas se apropian de la naturaleza.

En este contexto, el propósito de este trabajo es analizar los avances de la tecnología *blockchain* en relación a sus efectos sobre la crisis ambiental, la demanda energética del principal algoritmo de consenso: el *proof of work* (o prueba de trabajo) y, principalmente, las posibilidades de su reemplazo por otros más eficientes.

Si se considera que la difusión de las criptomonedas recién está comenzando y que, según datos del Banco Mundial, aun en el 2015 la producción de electricidad a nivel global se basaba en un 65% en combustibles fósiles, los objetivos aquí planteados cobran relevancia.

¹ La fecha puede verificarse en cualquier explorador de bloques de la red Bitcoin, por ejemplo, en Blockchain: <https://blockchair.com/bitcoin/block/0>. La cantidad, 50, y el nombre dado al bloque 0 (cero), *Genesis block*, se verifica al conocer el *White Paper* firmado por Satoshi Nakamoto (2008). Allí explica que esa es la cantidad emitida por cada bloque al inicio de la red y durante los primeros 4 años aproximadamente. Que fue él mismo quien realizó la minería se infiere de la lectura de la lista de correo disponible, por ejemplo, en *Satoshi Archive*: <https://www.bitcoin.com/satoshi-archive/>. Allí puede verificarse que Nakamoto es quien anunció el lanzamiento del primer servidor de la red Bitcoin y afirma que él ha concretado lo que era un proyecto en su *White Paper*.

² El término *libertarianism* ha sabido traducirse regularmente como *libertarianismo* o *libertarismo* en la filosofía política. Aquí vamos a hablar de libertarianismo.

Origen y auge de las criptomonedas

El 31 de octubre de 2008, Satoshi Nakamoto publicó el *paper* fundacional del bitcoin en una lista de correos criptográfica. Allí dio todos los detalles y descripciones necesarios para montar la red. Se basó, para ello, en conocimiento previamente existente y aplicado a proyectos criptográficos precedentes, y también desarrolló soluciones novedosas, como la aplicación de *PoW* al problema del consenso en redes descentralizadas.

Dos meses después de la publicación del *paper* fundacional, el 3 de enero de 2009, Satoshi Nakamoto minó las primeras 50 monedas y creó el llamado Bloque Génesis con un mensaje dirigido al sistema financiero internacional: *The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks*³. Recordar la crisis desatada a nivel mundial un año antes, con una serie de rescates bancarios por parte de los principales bancos centrales del mundo, permite comprender el mensaje. Bitcoin tuvo un adversario específico: los bancos y los gobiernos que los sostuvieron con dinero público.

Sobre esto último es necesaria una aclaración para avanzar en la comprensión de los orígenes de las criptomonedas. La comprensión de todo fenómeno está tamizada por los marcos teóricos que se hayan adoptado en dicho proceso. La vi-

³ El mensaje puede leerse en cualquier explorador de bloques de la red Bitcoin. Véase, por ejemplo, <https://blockchair.com/bitcoin/block/0>.

Algoritmos de consenso

El *proof-of-work* es el algoritmo de consenso utilizado por la red Bitcoin, entre otras, e implica la resolución de un cálculo matemático complejo que permite validar y agrupar las transacciones en bloques ordenados en la *blockchain*, lo que se conoce como *minería de criptomonedas*. Los nuevos bloques se transmiten a todos los demás operadores de nodos y estos verifican su validez. Mientras mayor sea el beneficio de esta actividad, más gente intentará unirse a realizar minería de criptomonedas. Si esto pasa, sube la dificultad, se requiere mayor capacidad de cómputo para la resolución del cálculo matemático y, por ende, hay mayor consumo energético. Con ello se garantiza que la intención de modificar la cadena de bloques sea cada vez más costosa que intentar conseguir monedas mediante la mine-

ría de Nakamoto, afín al libertarianismo, se dirige claramente en contra de los enemigos usuales de los adherentes a esa posición ideológica. De esta forma, la centralización y concentración de poder por parte de una entidad pública o privada intentó ser atacada a partir del empleo de herramientas técnicas específicas, así como también la necesidad de confianza en terceros fue un foco del diseño. Según esta visión, el individuo actúa en su propio provecho y esto puede generar desconfianzas en el otro que solo pueden ser superadas plenamente con la implementación de una red *peer-to-peer* descentralizada.

Como se ha mencionado anteriormente, y tal como puede verse en el *White Paper* de Bitcoin (Nakamoto, 2008), las criptomonedas buscan reemplazar el dinero creado y respaldado por el Estado y así, parte del origen de su soberanía. Eso es posible porque la criptografía regula por sí misma la oferta monetaria y elimina la necesidad de la confianza en el otro, a la vez que el mercado decide el valor de cambio de estas monedas con absoluta libertad. En este marco, la existencia de una autoridad monetaria, según los desarrolladores iniciales del bitcoin, pierde sentido. La *blockchain* funciona como un libro diario donde se asientan todas las transacciones que son realizadas en la red y debido a los algoritmos de consenso (sobre ellos se avanzará en el apartado siguiente) la misma se torna incorruptible.

ría o la compra. Es evidente que, si la cadena de bloques se torna incorruptible, se garantiza su seguridad.

Este requerimiento energético es uno de los motivos que influyeron en la decisión de la red **Ethereum** de migrar hacia el *proof-of-stake* desde septiembre de 2022. Este protocolo garantiza la seguridad y la incorruptibilidad de la cadena de bloques con el *staking* o inmovilización de las monedas durante mucho tiempo sin la necesidad de resolver cálculos matemáticos. Así, el rol de los mineros ahora es cumplido por validadores que no invierten sus activos previamente en trabajo computacional, sino que aportan monedas como garantía contra el comportamiento deshonesto, poniendo su capital en juego y recibiendo una retribución de la red luego de cada validación.

Como explica **Ethereum**, los validadores son seleccionados aleatoriamente para crear bloques o revisar y confirmar bloques que no han sido creados por ellos mismos. A su vez, el validador puede perder una parte de su apuesta (garantía) si, por ejemplo, se desconecta y no valida la transacción, o bien perder toda su apuesta si se realiza una conspiración deliberada. En este sentido, el buen comportamiento de los validadores es el requisito para el funcionamiento del sistema y el mismo es inducido por el incentivo económico a no perder su capital. El requisito para convertirse en validador es apostar 32 ETH, equivalente a 43.200 dólares⁴. Por otro lado, se necesitan al menos 128 validadores, lo que se denomina **comité**, para certificar cada bloque de fragmentos.

Este cambio en el algoritmo de consenso significa que la potencia de cómputo pierde su razón de ser y el consumo energético se reduce drásticamente. El portal oficial de **Ethereum** señala que la prueba de participación es 2000 veces más eficiente que la prueba de trabajo y que, se estima, permite reducir en un 99,5% el consumo energético de la red.

Resumidamente, **Ethereum** señala que la prueba de participación otorga las siguientes mejoras:

- ◇ mayor eficiencia energética al eliminar la prueba de trabajo;
- ◇ requisitos de entrada más baja al reducir los requerimientos de hardware;
- ◇ mayor posibilidad de descentralización;
- ◇ mayor soporte para la cadena de fragmentos⁵.

Sin embargo, la red **Bitcoin**, la principal y más reconocida de todas las redes y con potencial de crecimiento, debido a su criptomoneda nativa, sigue con el paradigma del *proof-of-work*, por ello, las perspectivas no son esperanzadoras. En este sentido, así como para **Ethereum** implicó un largo tiempo investigación y avances en criptografía, criptoconomía y diseño de mecanismos, por cómo se organiza la administración de **Bitcoin**, resulta difícil una transición hacia otra tecnología en el corto o mediano plazo ya que miles de nodos deberían aprobar este cambio y es ahí donde radica la mayor dificultad.

En los últimos 5 años, según el **Índice de Consumo Eléctrico del Bitcoin** de Cambridge, el consumo energético medido en teravatios-hora por año (TWh/año) del bitcoin prácticamente se multiplicó por 10 y alcanzó en la actualidad un 0,44% del total del consumo de electricidad anual por parte de la humanidad (97,4 TWh). A esto hay que sumarle el consumo del resto de las cripto-

monedas. La tarea resulta excesivamente difícil y sólo se pueden hacer estimaciones. Una buena pista puede darla el consumo de la red **Ethereum** que, según **Digiconomist**⁶, antes del cambio en el algoritmo de consenso llegaba a 74,41 TWh/año. Esto significaba que, si se sumaban ambas redes representaban el 0,77% del consumo de electricidad mundial.

De esta forma, la huella de carbono del auge del bitcoin y, con él, del resto de las criptomonedas, aún es relativamente menor y, según los cambios en la eficiencia de los mecanismos de consenso que emplean, pareciera que hay potencial para reducirla. Sin embargo, las criptomonedas aún ocupan una porción de mercado que se estima entre el 0,01% y el 0,1% de toda la riqueza mundial. Por ello, el crecimiento de las finanzas cripto significaría un aumento proporcional del gasto energético. En cambio, si se utilizara como instrumento para la reducción de la huella ecológica (Shakhbulatov *et al.*, 2019), los efectos serían opuestos.

Por último, el portal **Digiconomist** señala que, si bien **Ethereum** ha presentado una mejora significativa respecto al consumo de electricidad, es importante recordar que las cadenas de bloques son registros distribuidos donde los procedimientos se replican en una gran cantidad de nodos diferentes, lo que introduce una importante redundancia de datos y gasto energético. Mientras desde la perspectiva de la cadena de bloques esto es necesario para que la descentralización funcione (y cuanto más descentralizado mejor), para el consumo energético siempre implica gastos mayores. Si se compara la eficiencia energética del PoS de **Ethereum** con una institución centralizada como Mastercard, se puede observar que el gasto energético es significativamente mayor. En otras palabras, la comparación del gasto energético por transacción de la tecnología *blockchain*, aún la más eficiente, sigue siendo muy desfavorable frente al gasto energético de una institución centralizada. Aunque todo el universo de criptomonedas, **Bitcoin** incluido, avance hacia el PoS, si sólo tenemos en cuenta la eficiencia energética de realizar transacciones, no resulta ser una innovación positiva.

En conclusión, más que analizar cuantitativamente el consumo de energía, la llave para abrir la posibilidad de que esta tecnología tenga continuidad en el tiempo pareciera direccionarse a qué actores sociales empodera la transformación institucional que la difusión de las criptomonedas puede generar y cuáles son los efectos para la crisis socioecológica.

⁴ Según cotización al 4/10/22.

⁵ Uno de los desarrollos más recientes en Ethereum es la implementación de la tecnología de *sharding* o fragmentación, que se refiere a la división de la red en múltiples fragmentos más pequeños para mejorar la escalabilidad y el rendimiento.

⁶ *Digiconomist* es una plataforma dedicada al estudio de las tecnologías digitales creada por Alex de Vries, candidato a doctor por la Universidad Libre de Amsterdam. Recuperado de <https://digiconomist.net/about/>.

La crisis socioambiental como marco determinante

Como se ha mencionado, la huella de carbono es el componente dominante de la huella ecológica y ha aumentado su participación en este indicador del 43% en 1961 al 60% en 2012 (WWF, 2016), en un periodo en que la huella ecológica se ha acrecentado un 190%, es decir, que las emisiones no solo han aumentado sino que lo han hecho por encima del proporcional si se las compara con la huella ecológica.

A su vez, según datos del Banco Mundial, de 1971 a 2014 se pasó de un consumo *per capita* de energía eléctrica de 1200,15 kilovatio-hora (Kwh) a 3128,29, todavía habiendo, en 2019, un 10% de la población mundial sin acceso a la electricidad. Si bien el consumo final de energía eléctrica no genera emisiones de **gases de efecto invernadero (GEI)**, en 2015 aún el 65% de la producción de energía eléctrica se realizaba a partir de fuentes como petróleo, gas y carbón, incidiendo así en la huella de carbono. Siguiendo con la misma fuente, el uso de energía, que se refiere al consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, medido en kilogramos equivalentes de petróleo *per capita*, aumentó en el mundo de 1337 en 1971 a 3128 en 2014.

El sexto **Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)** señala que, se continuar con esta tendencia, se espera para el año 2100 un aumento de entre 2,8 y 4,6 grados centígrados en relación a la era preindustrial. De esta proyección deriva que la mayoría de los cultivos y sistemas agrarios de los cuales depende la alimentación de los seres humanos no podrán resistir este aumento de la temperatura global, poniendo en riesgo la supervivencia de la especie humana (Carpintero y Nieto, 2021). En esta línea, la **Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)** afirma que *la humanidad se encuentra ante un punto de no retorno: el impacto ambiental del estilo de desarrollo dominante pone en peligro su supervivencia y la de otras especies* (2016:53).

Carpintero y Nieto (2021) afirman que el 90% de las reservas existentes de carbón y el 60% de las reservas de gas y petróleo deberían no extraerse si se pretende evitar el aumento de la temperatura por encima del objetivo de 1,5°C en 2050. Sin ir más lejos, el ritmo de disminución de las emisiones de GEI debía ser del 6% anual durante cuatro décadas comenzando en 2013 para cumplir con el objetivo de no superar los 1,5°C.

Ante este punto, es menester detenerse en lo siguiente: el camino hacia la descarbonización de la economía para sortear las consecuencias más

drásticas del cambio climático va a estar condicionado por el tránsito hacia nuevas fuentes de energías menos potentes (Álvarez Cantalapierta 2021) y baratas que la predecesora. Esto representa un hecho inédito en la historia: hasta el momento, siempre que se ha cambiado un modelo energético se ha registrado un aumento de la disponibilidad y el consumo energéticos (Cunningham 2003) y por primera vez esto será a la inversa, lo que plantea un desafío sin precedentes.

La estructura de la sociedad, su desarrollo vital y cultural y sus instituciones están condicionados por la fuente energética predominante en su momento histórico (Turco, 2018). Como se señala en Acosta y Brand (2017) y Autor (2021), entre otros, muchos rasgos del mundo actual existen a partir de la disponibilidad de energía barata. Entre ellos se puede mencionar la presencia en todo el globo de un gran número de marcas comerciales, la segregación urbana con la respectiva independencia del trabajo y la producción respecto a los centros de consumo y de residencia, la independencia del clima y del tiempo, es decir, la disponibilidad constante de energía que permite a las personas vivir de noche como si fuera de día y viceversa, o habitar lugares que antes eran considerados inhóspitos por las inclemencias del tiempo y en la actualidad son perfectamente climatizados. También, el sostenimiento del modelo agropecuario hegemónico que depende de este tipo de energía para labrar los campos, irrigarlos y fertilizarlos, entre otros aspectos que seguramente quedan sin mencionar.

Respecto de esto, Cunningham (2003) plantea que la sustitución de la energía fósil será difícil, no habrá una sola fuente, pero, además, destaca algo sumamente importante: será necesario construir un nuevo mundo acorde a ellas. Ante este punto, la pregunta respecto a si habrá lugar para consumos energéticos como los que requieren las criptomonedas parece tener una respuesta negativa.

En otras palabras, en función de la disponibilidad de energía tendremos que adaptar la manera de realizar transacciones y también la forma de producir alimentos, las ciudades, los traslados o movilidad diaria, como así también las formas de ocio y las instituciones sociales. Por ejemplo, según Carpintero y Nieto (2021), el automóvil eléctrico requiere de la utilización de seis veces más *inputs* de materiales y minerales que uno convencional, por lo que no parece posible sostener el tamaño del parque automotor existente, mientras que el transporte pesado, ya sea en camiones o

barcos, no se puede alimentar hasta el momento, por cuestiones termodinámicas, de energías renovables. Entonces, la sociedad global se enfrenta a la necesidad de construir una estructura con una drástica reducción del transporte privado, del turismo de masas y del comercio internacional.

De esta forma, estos autores señalan que, si bien no es un error pretender sustituir la energía fósil por energía eólica o solar, es necesario tener en cuenta que esta transformación requiere de altos costos económicos y ambientales, que el tiempo apremia y que existen límites físicos al objetivo de mantener el mismo consumo energético. A contramano de las tendencias actuales, la crisis socioambiental nos impone la necesidad de una drástica reducción del consumo de energía.

Ahora bien, si como sostiene Pérez Roig (2018) la causa de la insaciabilidad energética de nuestro tiempo está basada en las relaciones sociales mercantiles y el antagonismo de la relación capital/trabajo que es lo que impulsa una progresiva transformación de la base tecnológico productiva que magnifica las cantidades de materia y energía requeridas en el proceso de producción y circulación de mercancías, el desafío es aún mayor. Según este autor, la densidad energética de los combustibles fósiles y su posibilidad de apropiación es, hasta el momento, una condición irremplazable del desarrollo capitalista. En otras palabras, reducir el consumo energético implicaría un límite al proceso de acumulación de capital y así, una mayor disputa entre el capital y el trabajo por el plusvalor generado.

Por último, Unceta Satrustegui (2009) sostiene que es importante tener presente que la tendencia exponencial en el consumo energético global y con ello, el deterioro del estado del ambiente, surgió tras la revolución industrial, momento en el que se rompen los límites que durante siglos habían condicionado la capacidad de satisfacer las necesidades humanas. Es allí, que se inaugura un debate universalista basado en las potencialidades de las nuevas técnicas productivas.

Sin embargo, si bien es el antagonismo de la relación capital/trabajo la esencia o el origen de la situación crítica actual, no es menor el hecho de que aquellas experiencias históricas que han intentado superar o transformar esta base productiva basada en la relación capitalista sucumbieron ante el mismo sentido de desarrollo que las técnicas productivas habían consolidado, basado en el constante aumento de la potencia de las fuerzas productivas, la acumulación de riqueza y el derroche en el consumo de los sectores más pudientes y luego paulatinamente de

las clases medias (Wallerstein 1981; Lang 2019). Respecto a esto, Acosta y Brand (2017) afirman que el modo de vida hegemónico comenzó a expandirse por el Sur global, basando su arraigo en la sociedad a través del acceso al consumo de bienes de estatus como autos, casas unifamiliares y productos industriales. Así, el motor de acción en la vida de los individuos es el apuntalamiento del estatus y la expansión de las criptomonedas, si están direccionadas en la búsqueda de la valorización financiera, no parece apuntar a un objetivo diferente.

Por su parte, Lange (1959) señalaba, basado en sus estudios sobre la economía polaca, que en las nuevas sociedades socialistas podrían producirse conflictos sociales y que estos se originan en la existencia de una superestructura anticuada, desarrollada en periodos anteriores, que no respondía a las exigencias de la nueva base económica socialista.

En suma, la construcción de una sociedad que logre revertir la crisis socioambiental, y así evitar la extinción de la especie, demanda una drástica reducción del nivel de consumo energético y, por ende, diversas transformaciones de la base económica (relaciones de producción, fuente energética, entre otras). Sin embargo, las superestructuras creadas y consolidadas a partir de la generalización de los combustibles fósiles, parece ser la primera barrera a superar, y ella se manifiesta en la creencia de una perfecta sustitución en magnitud de esta fuente energética por otra limpia y renovable, como ya se ha señalado, el sostenimiento de las características de las formas actuales de vida y la constante intención de los gobiernos periféricos por continuar con la impronta extractivista que impera en la región latinoamericana.

Es en este marco que aquellas innovaciones que presentan una presión adicional sobre la demanda energética son contraproducentes frente al objetivo de evitar la extinción de la especie humana. Sin embargo, aparece un interrogante por demás importante: ¿es la tecnología *blockchain* una innovación que puede profundizar el modelo vigente o, por el contrario, puede sostenerse escapando a la lógica del capital y la valorización financiera aportando a la creación de una sociedad pos-fósil?

En síntesis, como se ha señalado, esta tecnología ha impulsado distintos usos, proyectos y algoritmos de consenso. De esta forma, quizás sea el nuevo régimen energético la norma que termine por purgar a la humanidad de estos proyectos insostenibles, imponiendo aquellos que disponen de la posibilidad de continuar su curso.

Las izquierdas frente a la criptomonetización

Los avances hasta aquí parecen sugerir que el futuro de la tecnología *blockchain* corre la misma suerte que el futuro de la sociedad fosilista y que no habrá espacio y disponibilidad energética para consumos energéticos de esa índole. Sin embargo, existen hipótesis que plantean escenarios diferentes para estas tecnologías.

Roio (2022) señala que se pueden identificar en el ecosistema *crypto*, al menos tres tipos de actores diferentes: los especuladores, los agentes del capital financiero global que, siguiendo sus objetivos a largo plazo, utilizan criptomonedas como reserva de valor, y quienes utilizan la tecnología *blockchain* para la política de transformación.

En palabras del autor citado anteriormente, el dispositivo tecnológico del movimiento *crypto* terminó al servicio de las fuerzas que pretendía destruir.

No hay nada revolucionario en la forma en que el mundo financiero explota esta tecnología, y mientras lo hace, la historia se reescribe cuidadosamente siguiendo posiciones que no recuerdan a ninguno de los acontecimientos reales que llevaron al éxito de Bitcoin. (Roio, 2022, s.p.)

Tuñez y Dominici (2022) señalan que la *blockchain* no es un instrumento exclusivo de la especulación financiera, sino que debemos tomarla como una infraestructura tecnológica digital que nos permite empezar a organizarnos de forma descentralizada pero inteligentemente coordinada como sociedad. De esta forma,

la blockchain es la base digital sobre la que se monta una arquitectura de aplicaciones que permiten la coordinación económica entre personas e intercambio de valor, volviendo más seguras y eficientes a las interacciones, dando el puntapié inicial para convertirse en el sistema operativo de una nueva forma de sociedad global, más descentralizada y democrática.

Por su parte, Mark Alizart señala que sería conveniente que la izquierda se introduzca en estos debates y tome a las criptomonedas como una herramienta emancipatoria. Ya que, así sea por resistencias frente a la informática o falta de interés por las innovaciones financieras o el dinero en general, ha regalado a la derecha todo este campo prácticamente sin disputas (Correa Lucero y Travela, 2022). Si pueden ser una herramienta que emancipe al ser humano de la lógica

del capital, entonces puede abrirse un lugar dentro del mundo pos-fósil.

Arboleda, contrariamente a lo que señala Alizart, percibe una izquierda que ve en estos avances tecnológicos la posibilidad de un futuro socialista *de abundancia material, tiempo libre y autogobierno ciudadano* (2021:38), es decir, aunque de forma minoritaria, este tema está en la agenda de las izquierdas plurales y hay elementos que permiten ver con cierto optimismo a estos desarrollos.

Uno de los aspectos fundamentales para Arboleda es la posibilidad (o capacidad) de la *blockchain* de resolver un aspecto central de la economía: la planificación económica y el cálculo. En este sentido, permite disputar al sistema de precios su título de mejor y mayor eficiente asignador de recursos. Según este autor, en este aspecto se encontró una de las principales razones del declive de los socialismos reales. El primer plan quinquenal llevado adelante por la Unión Soviética tuvo el objetivo de aumentar las capacidades productivas y reducir asimetrías entre oferta y demanda en la economía, implementando el modelo input-output, una metodología de equilibrios materiales. Sin embargo, avanzado el siglo XX, sus resultados comenzaron a empeorar. La precariedad de los mecanismos de coordinación volvió deficiente y caótica a la planificación y la idea respecto a que *el sistema de precios que emerge del libre mercado es un sujeto colectivo cuya capacidad para recopilar información de vastas cantidades de información de transacciones individuales es inigualable* (Arboleda, 2021:41) comenzó a volverse hegemónica.

Sin embargo, ambiciosos esquemas de planificación al interior de grandes empresas, como **Walmart** o **Amazon**, han transformado las cadenas transnacionales de suministros en los últimos años. De forma jerárquica, en la actualidad, se toman por fuera del mercado gran parte de las decisiones económicas por un cartel de corporaciones globales. **Google**, **Amazon**, **Apple** y **Facebook** son algunas de las plataformas cuyos cálculos algorítmicos están sustituyendo el sistema de precios y no hay razón alguna, sostiene Arboleda (2021), para que estos mecanismos puedan ser apropiados por la izquierda para diseñar economías no mercantiles y autogestivas. El *criptoanarquismo transnacional*, marco en el que surgen las criptomonedas, introduce principios mutualistas y cooperativos al diseño de artefactos tecnológicos monetarios. La tecnología *blockchain*, señala este autor, ha permitido en sectores como la agricultura, las cadenas de suministros o la salud, expandir la democracia.

Sin llegar a resultados concluyentes, los avances de este trabajo permiten suponer que, si la tecnología *blockchain* y las criptomonedas pueden encontrar una salida al laberinto en el que la crisis socioambiental nos ha puesto y hacerse

un lugar dentro del mundo pos-fósil, deberán trascender a la competencia de monedas (criptomonedas vs. moneda *fiat*) y aportar en la construcción de un nuevo mundo configurado por la nueva situación energética.

Reflexiones finales

Como se ha abordado en este trabajo, la huella de carbono de las criptomonedas se ha reducido significativamente con el cambio de protocolo de consenso implementado por **Ethereum**, aunque existen dudas respecto a la posibilidad de la red Bitcoin de poder transicionar, dada su forma de gobernanza, hacia el *PoS*. Aun así, más allá del aspecto positivo que implica esta reducción de la demanda energética y suponiendo que Bitcoin logre abandonar el *PoW*, las diferencias en la eficiencia energética de la *blockchain* vs. organismos centralizados, **Mastercard**, por ejemplo, como se ha señalado en este trabajo, llaman la atención respecto a la posibilidad de sostener esta tecnología en el futuro.

Toda innovación puede tener ventajas y desventajas y hay quienes sostienen que el mayor gasto energético es el costo que debemos afrontar como sociedad para disfrutar de los beneficios de la descentralización que trae la *blockchain*. Esto no es motivo de debate en el trabajo, pues no se niegan estos beneficios. Lo que sí se intenta poner en primer plano es la importancia del sentido del momento histórico que en gran parte de los abordajes parece ausente. Aunque es justo señalar que esta carencia del sentido del momento histórico no es exclusiva del mundo *crypto*, sino que aparece en buena parte de la biblioteca económica y en los hacedores de políticas públicas.

Mientras debemos plantearnos no extraer las reservas probadas de petróleo para intentar reducir los efectos nocivos del cambio climático que afecta en mayor medida a los sectores vulnerables, en Latinoamérica no solo que no se reduce la extracción de petróleo (o se plantea un plan de reducción) sino que se avanza incluso con nuevas exploraciones. La región latinoamericana es la comprobación empírica de un sentido de desarrollo fosilista que no acepta el cambio de la situación energética.

Como se ha señalado, este desarrollo tecnológico se da en un contexto inédito en la historia: el desbordamiento de los ecosistemas y la superación de los límites biofísicos a escala planetaria y el mayor desafío de la humanidad es la prevalencia de la especie en un marco de justicia socioambiental. Los serios riesgos de extinción de la especie humana (y con ella, de cientos de especies) nos lleva a preguntarnos sobre la relevancia de este tipo de tecnologías o incluso, de los beneficios de la descentralización. ¿Quién gozará de estos beneficios?

La construcción de una sociedad que logre revertir la crisis socioambiental demanda una drástica reducción del nivel de consumo energético y, así, de diversas transformaciones de la base económica. Frente a ello, la primera barrera a superar son las superestructuras creadas y consolidadas a partir de la generalización de los combustibles fósiles que se manifiestan en la creencia de una perfecta sustitución en magnitud de esta fuente energética por otra limpia y renovable.

De esta forma, analizar cuantitativamente el consumo de energía ha sido importante porque nos ha llevado a la conclusión de que la llave para abrir la posibilidad de que esta tecnología tenga continuidad en el tiempo pareciera direccionarse a qué actores sociales puede empoderar la transformación institucional que la difusión de las criptomonedas genera. Como se abordó en la última sección, hay esperanzas respecto de esta posibilidad.

En conclusión, la pregunta que toma relevancia entonces para continuar la investigación es la siguiente: ¿es la tecnología *blockchain* una innovación que puede profundizar el modelo vigente o, por el contrario, puede sostenerse escapando a la lógica del capital y la valorización financiera aportando a la creación de una sociedad pos-fósil?

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. y Brand, U. (2017). *Decrecimiento y Postextractivismo*. Argentina: Tinta Limón y Fundación Rosa Luxemburgo.
- Álvarez Cantalapierda, S. (2021). “Los planos del debate de la crisis energética”. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, N° 56, pp. 5-10.
- Arboleda, M. (2021). *Gobernar la utopía*. Argentina: Caja Negra.
- Carpintero, O. y Nieto, J. (2021). “Transición energética y escenarios postcrecimiento”. *PAPELES de relaciones ecosociales y cambio global*, N° 156.
- CEPAL (2016). *Horizontes 2030. La Igualdad en el centro del Desarrollo Sostenible*. Santiago de Chile, Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Correa Lucero, H. (2015). *Tecnología, sociedad e internet: hacia una comprensión crítica de la tecnología, las tecnologías digitales y su cambio. Un estudio de las tensiones en torno a la mercantilización en Internet*. [Tesis de Doctorado] Universidad Nacional de Quilmes.
- (2016). “Tecnología, artificialidad y hábitat: Teoría crítica de la tecnología y su aplicabilidad al estudio del hábitat en tanto objeto tecnológico”. *Revista Horizontes Sociológicos*, Vol. 4, N° 8, pp. 123-146.
- Correa Lucero, H. y Travela, J. C. (2022). “Las izquierdas frente a la criptomonetización”. *Revista Ignorantes*. Recuperado de <https://reeditorial.com.ar/revistaignorantes/mundo-crypto/>.
- Cunningham, R. (2003). “La energía, historia de sus fuentes y transformación”. *Petrotecnia*, Recuperado de <https://www.ier.unam.mx/~rbb/ERyS2013-1/Historia-Energia.pdf>.
- García, E. (2021). “¿Verde y digital? No puede ser”. *PASAJES*, N° 63, pp. 125-132.
- Lang, M. (2019). “Justicia social y crisis civilizatoria. Pistas para repensar la erradicación de la pobreza a partir de la sostenibilidad y la interculturalidad”. En A. Beiling y J. Vanhulst (ed.), *Desarrollo non sancto: la religión como actor emergente en el debate global sobre el futuro del planeta*. México: Siglo XXI.
- Lange, O. (1989). *Problemas de la economía política del socialismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez Roig, D. (2018). “Una mirada acerca de la apropiación de recursos energéticos en el capitalismo”. En F. Gutiérrez Ríos (ed.) *Soberanía energética. Propuestas y debates desde el campo popular*. Argentina: Ediciones del Jinete Insomne.
- Roio, D. (2022). “El verdadero movimiento cripto”. *Revista Ignorantes*. Recuperado de <https://reeditorial.com.ar/revistaignorantes/mundo-crypto/>.
- Toledo, V. (2017). “¡Latinoamérica hierva! Ecología política, crisis de civilización y poder social”. En W. Pengue (ed.), *El pensamiento ambiental del sur: complejidad, recursos, y ecología política latinoamericana*. Argentina: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Tuñez, F. y Dominici, N. (2022). “Blockchain y Gobernanza”. *Revista Ignorantes*. Recuperado de <https://reeditorial.com.ar/revistaignorantes/mundo-crypto/>.
- Turco, J. (2018). “¿De qué hablamos cuando hablamos de soberanía energética?”. En F. Gutiérrez Ríos (ed.), *Soberanía energética. Propuestas y debates desde el campo popular*. Argentina: Ediciones del Jinete Insomne.
- Unceta Satrústegui, K. (2009). “Desarrollo, subdesarrollo, mal desarrollo y post desarrollo. Una mirada transdisciplinar sobre el debate y sus implicaciones”. *Carta latinoamericana*, N° 7, pp. 1-34.
- Wallerstein, I. (1988). *El capitalismo histórico*. España: Siglo XXI.
- WWF (2016). *Informe planeta vivo 2016. Riesgo y resiliencia en la nueva era*. Recuperado de https://wwf.panda.org/es/noticias_y_publicaciones/publicaciones/informe_planeta_vivo_2016/.