



Cadenetas de Sombras

Dejando los desastres bélicos aparte, los tiempos que corren ya no tratan de pandemias (ya volverán) sino de la digitalización, con pretensiones de ser masiva, de nuestra sociedad y nuestra realidad cotidiana. Los pocos años de edad de lo digital no le han permitido adquirir la madurez necesaria en lo que a sus responsabilidades transversales tiene, y una de ellas es, sin duda alguna, el cambio climático y la sostenibilidad de nuestra realidad biológica. Es tiempo de que los fabricantes, vendedores, desarrolladores y diseñadores de lo digital cambien sus enfoques y se pregunten, y responsabilicen –al menos en parte–, de la energía que ayudan y animan a consumir con sus productos, y sean conscientes de sus efectos sobre el futuro de todos a medio y largo plazo.

15:07 horas en el paralelo 37.698 norte. En las calles de la no especialmente agraciada Macondo, en la vega del río Baitis, donde tiene a bien recibir las aguas del río Lete (ubicación ficticia para no ofender a nadie), no hay ni un alma, nadie transita sus calles, sólo un inmóvil y tórrido horno solar compone la escena estival, al estilo de Crematoria¹ en el mundo de Riddick². No suena ni el canto de los pájaros, y las esperables chicharras tampoco cantan por estar ausentes de un entorno suficientemente urbano como para estar desterradas. En su lugar de vez en cuando te encuentras a las cucarachas³ que, por otra parte, en estos lares vuelan, pero como las otras, no cantan.

Aquí superar los 40 grados a la sombra, semana tras semana, no es una exageración, sino algo que se vive con frecuencia y con toda su crudeza. ¿Dónde están los conspiranoicos, tierraplanistas y negacionistas del cambio climático, que dicen que no pasa nada, que todo es una invención para justificar nuevas limitaciones y restricciones a una población egocéntrica, individualista y soberana? ¿Qué proponen hacer ahora más allá de vegetar nuestras improductivas vidas confinadas a la sombra de unos aires acondicionados especialmente encarecidos por las leyes del mercado en tiempos de inestabilidad bélica?

Por si esto fuera poco, el gobierno ha entendido (y quizás haya tardado en ello) que tiene que tomar algunas medidas y no dejar que simplemente el (*sky rocketing*) precio de la energía sea lo que apague aires acondicionados, los motores de explosión y, más adelante, las calefacciones. Con cierto oportunismo, el gobierno ha revisado los límites que ya existían para la climatización de espacios públicos y ha lanzado otras medidas que afectan al consumo de electricidad en el espacio público (alumbrado y escaparates). Esto ha sido suficiente para que las hordas de los anarco-ultra-liberales de Ayuso

propugnen el “antes morir que apagar los escaparates” o las demás luces que no sean imprescindibles para la seguridad del uso y circulación en el medio público; es decir, iluminación de grandes anuncios “analógicos”, las pantallas LED gigantes, y las no tan grandes que hay por doquier para mostrar anuncios publicitarios que sólo favorecen a unos pocos.

Dejando aparte este folclore mediático de troles, contertulios universales, agitadores sociales y mamporreros políticos, lo cierto es que la tecnología ha evolucionado en las últimas décadas como si la energía fuese

ficheros, proyectores de video y, sobre todo, tenemos las **Redes Sociales**, las **Plataformas de Distribución** de video, música, etc., y **La Nube**.

Es cierto que en las últimas décadas la I+D+i electrónica ha cambiado los alimentadores eléctricos basados en pesados transformadores analógicos⁴ de muy poca eficiencia de conversión energética, por unidades de alimentación conmutadas⁵ con eficiencias de hasta el 95% de conversión. Por otra parte, el Siglo XXI ha traído nuevas formas de baterías eléctricas⁶ que permiten el almacenamiento más eficaz de esta ener-



La tecnología ha evolucionado en las últimas décadas como si la energía fuese barata e inagotable. En concreto, la revolución digital anida sobre la forma más cara de la energía que es la eléctrica. El número de gadgets per cápita que hoy se consideran casi imprescindibles para una vida digna y occidental, se ha multiplicado enormemente.

barata e inagotable. En concreto, la revolución digital anida sobre la forma más cara de la energía que es la eléctrica. El número de *gadgets* per cápita que hoy se consideran casi imprescindibles para una vida digna y occidental, se ha multiplicado enormemente. Hoy en día tenemos teléfonos móviles, relojes inteligentes, ordeñadores fijos y portátiles, tabletas y televisiones de todos los tamaños, rúters de todo tipo, servidores de

gía y, sobre todo, la movilidad de equipos⁷ y funcionalidades. Otro tema es el impacto que esas nuevas posibilidades de almacenamiento tienen sobre el medio ambiente en su ciclo de vida y qué se hace con los residuos que generan.

Todos estos avances energéticos, en principio⁸, juegan a favor de la contención del cambio climático pero el balance global ha sido negativo ya que la demanda (usuarios y

¹ En el mundo de Riddick, Crematoria es un planeta extremo en el sistema Igneo con días de 52 horas terrestres y su superficie no es habitable por sus temperaturas extremas. Esto hace que sea casi imposible escapar de la prisión que allí hay construida bajo tierra, pues sólo hay un margen de unos 20 minutos donde es posible viajar en la superficie. La temperatura cuando Toombs llevó a Richard B. Riddick a Crematoria era: -182 C en el lado nocturno y +372 C en el lado diurno. Ver <https://riddick.fandom.com/wiki/Crematoria>

² Ver [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Chronicles_of_Riddick_\(franchise\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Chronicles_of_Riddick_(franchise))

³ Ver https://en.wikipedia.org/wiki/American_cockroach

⁴ Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer#Energy_losses

⁵ Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Switched-mode_power_supply

⁶ Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_battery

⁷ Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery

⁸ Habría que estudiar los costes en los tratamientos de residuo e implicaciones en todo el ciclo de vida de todos los componentes.

dispositivos por usuario) ha crecido muy por encima de lo que han crecido las mayores eficiencias ya mencionadas. Está claro que la batalla entre la protección del medio ambiente y la sostenibilidad versus las tecnologías digitales asociadas con los procesos de digitalización universal, es un enfrentamiento aún muy vigente y todavía pendiente.

La contención, crucial

Aunque la investigación básica y aplicada pueda ofrecernos (y lo hará) futuros materiales, nuevas eficiencias y mejores procedimientos, está bastante claro que la solución de verdad sólo puede venir de la **contención tanto en el número de usuarios como en la intensidad de gasto de los mismos**. Esta es la única solución en sistemas finitos en los que hay lo que hay y no va a venir nada nuevo de fuera, como le ocurre a nuestro Planeta Azul.

El control y moderación de la fertilidad (número de usuarios) lo suele hacer el aumento de la "calidad de vida", por lo que el crecimiento de las clases medias bien podría frenar el ímpetu proletario (en el sentido de generar una abundante prole) que conlleva la pobreza. Sin embargo, la dimensión de la intensidad del consumo sólo se puede controlar proponiendo sistemas, servicios y usos cuyos efectos sobre el clima sean mínimos.

Por ejemplo, la iluminación de las calles contribuye a su transitabilidad, favorece a la seguridad de las mismas y amplía el periodo de tiempo en el que ese recurso colectivo es utilizable para los ciudadanos. Primero fueron las antorchas, luego el gas, después las lámparas de filamento incandescente, las lámparas fluorescentes y, recientemente, las lámparas de diodos LED, las fuentes de luz visible que los humanos hemos dedicado a iluminar nuestro entorno y nuestra vida.

Iluminación 'detectante'

Con cada cambio tecnológico en las distintas fuentes se ha aumentado la eficiencia de conversión de electricidad en energía luminosa y se ha disminuido la energía que se convierte en calor y que se sacrifica en los altares de la entropía. A pesar de todo, quizás sea ya el momento en el que las farolas **sólo iluminen cuando alguien transita frente a ellas y precisa de su luz** para no dejarse los dientes en algún obstáculo.

En principio bastaría con que el sistema de iluminación "detectase" la presencia de

algo o alguien que necesita iluminación, para ponerse en funcionamiento y seguir haciéndolo sólo el tiempo estrictamente necesario. Esta solución pasaría por incluir la detectabilidad universal (que **no identificación**) de todos los humanos o dispositivos pilotados por humanos (automoción en general), para poder funcionar. En cualquier caso, esa nueva capacidad habría que estudiarla con detalle no vaya a ser que abra cajas de Pandora con contenidos que ahora mismo desconocemos.

Este nuevo escenario podría llevarse a todos los aspectos de la vida cotidiana que tengan implicación energética (iluminación



Un frente que parece desconocer el coste energético del tinglado digital es el de las Redes Sociales, las Plataformas de Distribución de Contenidos y La Nube, que persiguen y exigen universalidad e inmediatez. ¿Es necesario que los contenidos de autoafirmación o de diversión que las componen sea "inmediato"? ¿Tiene sentido abandonar las llamadas de teléfono para sustituirlas por chats síncronos en las aplicaciones de mensajería instantánea?

y climatización fundamentalmente) y a todas las escalas de la sociedad (hogares, empresas, instalaciones de ocio, centros públicos, automóviles, etc.) y con ello llegaríamos al **mínimo consumo energético** que permitiese la tecnología hasta ese momento conocida y disponible.

El consumo fantasma

No hay que esperar al futuro para ver que las cosas ya no se están haciendo bien. Cuando nos colonice la IoT doméstica o la OT industrial en el sector servicios, el consumo de cada uno de esos *gadgets* va a ser esencial. El consumo de un PC portátil totalmente apagado está sobre unos 35 kWh al año si lo dejamos enchufado a la red. Esto se traduce en un incremento de unos 12 euros en tu factura de la luz⁹. Los PC (o elementos similares) son uno de los aparatos electrónicos que con más frecuencia dejamos enchufados, pero no hay que olvidarse de los teléfonos móviles, los decodificadores de la televisión y equipos de música, los *routers*, puntos de acceso WiFi y *switches* de red, los cargadores universales, tanto los rápidos como los lentos, los que tienen cable y los que no, así como de muchos otros *gadgets*¹⁰ permanentemente enchufados como hornos microondas, radios y despertadores, neveras, lavadoras, lavaplatos y secadoras. A todo esto, se le suele conocer como **consumo stand-by** o **consumo fantasma**.

Podríamos pensar que estos gastos fantasmas son suficientemente pequeños como para poder olvidarnos de ellos, pero eso no es cierto y se ve claramente si los multiplicamos por el inmenso número de casos de los que estamos hablando. En el ahorro energético no hay consumo pequeño, sino **consumos prescindibles** o **imprescindibles**.

En el caso de la domótica IoT o la OT el desinterés por el ahorro energético es proverbial. Sólo surge el tema del consumo eléctrico/energético cuando los sistemas tienen que ser tan autónomos que deben funcionar con pilas y hacerlo con un **mantenimiento nulo**; es decir, sin cambiar o cargar nunca la

pila o batería. En esos casos los ingenieros dedicados al diseño y fabricación de los procesadores y de los sensores sí que se lucen inventando **estados de profundo letargo**, sistemas de **interrupciones para despertar** de esos letargos, sistemas de **instrucciones con consumos por ciclo de CPU mínimos**, etc. En esos escenarios se ve que lo **más costoso energéticamente es transmitir la información**, sobre todo cuando se tiene que hacer por radio (WiFi, RF, Bluetooth, etc.).

Además de los consumos inherentes del hardware, también hay que pensar en el diseño del software que se ejecuta en ellos. Todavía está por llegar que los programadores se preocupen del coste energético que suponen sus creaciones cuando se utilizan. Por ejemplo, si tenemos que medir la presión atmosférica con fines medioambientales, las variaciones que pueden interesar pueden darse como mucho en horas, por no decir directamente en días. En ese caso, ¿de qué sirve un sensor capaz de medir la presión atmosférica cada dos segundos? ¿No sería mejor diseñarlo todo para que ese dato costase energéticamente lo mínimo posible?

Podría elegirse un microcontrolador con un **conjunto de comandos** energéticamente óptimo, con una **frecuencia de reloj** que fuese la que menos calor disipa y, sobre todo, podríamos diseñar el **algoritmo de medida, análisis y confección del resultado final**, del modo en que sea suficientemente preciso, útil y del menor consumo energético. Algunos sensores profesionales ya disponibles en la industria microelectrónica empiezan a incluir entre sus características posibles **letargos profundos**

⁹ Tomado el precio medio de los últimos 30 días y teniendo en cuenta que 35 kWh/año = 0,035 MWh/año, entonces 0,035 MWh/año * 333,2 €/MWh = 11,66 €/año

¹⁰ Ver <https://www.totalenergies.es/es/hogares/blog/eficiencia-ahorro/que-aparato-cuesta-mas-stand-by>

que son reversibles y en los que prácticamente no consumen energía. Sin embargo, de nada sirven estos avances si luego vienen los programadores y los desconocen o no los utilizan.

Otro frente que parece desconocer el coste energético del tinglado digital, es el de las Redes Sociales, las Plataformas de Distribución de Contenidos y La Nube tal y como la entendemos hoy en día. En todos estos casos lo que se persigue y exige es la **universalidad** y la **inmediatez**. ¿Es realmente necesario que los contenidos de autoafirmación o de diversión que componen Instagram, TikTok u otras redes, sea “inmediato”? ¿Tiene sentido abandonar las llamadas de teléfono para sustituirlas por chats síncronos en las aplicaciones de mensajería instantánea? ¿Tienen incluso sentido esas mismas llamadas telefónicas cuando tienes a tu interlocutor prácticamente a tu lado o en la habitación contigua?

¿De qué sirve un sistema de comunicación esencialmente asíncrono como el correo-e si lo configuramos para que la consulta a los servidores sea cada pocos segundos? La inmediatez consume energía y en la mayoría de los casos genera toneladas de CO₂. A ver si conseguimos que las generaciones más jóvenes se enteren de ello y opten por abandonar esas prácticas cuando sea posible y/o conveniente, porque de las generaciones de sus padres tengo menos esperanza ya que no tendrán que vivir (pero quizás sí morir) de pleno en **un mundo con fuertes restricciones**.

Redes 5G y 6G, criptomonedas y sus cadenas de bloques

Si no es prueba suficiente de cortoplacismo, egoísmo e irresponsabilidad social los que no quieren apagar los escaparates cuando no hay nadie mirándolos, o no están interesados en ellos, miremos fenómenos en marcha como las redes de quinta y sexta generación (5G y 6G), o las criptomonedas y sus cadenas de bloques subyacentes.

Los usuarios de las tecnologías digitales y de las comunicaciones deben tener presente que existe una inmensa infraestructura que las habilita y que permea hasta los más recónditos lugares de nuestra cotidianeidad individual. Cuando hablamos del consumo de los móviles, no solo hay que pensar en lo mucho que duran o no las baterías de los mismos y donde vamos a poder recargarlas, sino que hay que pensar en la constelación de estaciones de radio que componen el sistema celular a través del que se conectan. Además de esas emisoras, también está la red de fibra óptica que se encargan realmente del transporte mundial de la información.

Todo ello, consume energía, está continuamente conectado, y produce calor en abundancia ya que su eficiencia no es perfecta. ¿Alguien ha escrito algo sobre cuáles son los consumos energéticos de esos sistemas, y cuántos de esos consumos han sido para no hacer nada, para estar simplemente “disponibles”?

Vivimos en las redes 4G y hace tiempo (2014) nos empezaron a anunciar la llegada de la 5G¹¹. Todavía con un montón de problemas de todo tipo (no hay que olvidar los de seguridad y privacidad), ya hay quienes quieren gastar dinero y recursos en una 6G¹² que ya preconizan en Asia¹³.

El objetivo declarado de la 6G sigue



El consumo de energía del criptomonedado alcanzará su punto máximo en 2024 consumiendo alrededor de 297 TeraWattios por hora y generando alrededor de 130 millones de toneladas métricas de emisiones de CO₂, cantidades que superan la producción anual total de emisiones de gases de efecto invernadero de países de tamaño medio en Europa, como Italia o la República Checa.

siendo el de reducir aún más la latencia en las conexiones y aumentar la velocidad de transmisión, pero nadie concreta en voz alta y clara **para qué realmente necesitamos esas dos mejoras**. Aún no se ha definido el estándar 6G y se desconocen detalles técnicos como las bandas del espectro de radio frecuencias que se utilizarán, pero se estima que su comercialización será en 2030 y que los primeros prototipos reales podrían llegar entre 2026 y 2028.

En cualquier caso, ni la sexta generación, ni las anteriores informan de cuál es el coste energético que llevan asociadas y cuál es su efecto real en la vida y los servicios de sus muy manipulados usuarios. Si las redes móviles son un ejemplo de colonización silenciosa de nuestra día a día, el de los sistemas de pago y transaccionales en general es otro que no hay que olvidar.

Otro frente: Bitcoin y las demás criptomonedas

Cada día está más claro que la iniciativa del tal **Satoshi Nakamoto** en 2008, más conocida como Bitcoin y las demás criptomonedas en general, sólo han quedado como mecanismo de financiación del cibercrimen, el pago de rescates de *ransomware*, y como casino especulativo que detrae monedas

del mundo no digital para enterrarlas en un gran sistema virtual donde la especulación es la reina, y la improductividad la esencia. Son ya muchos los incidentes, robos, descabros y engaños con criptomonedas en el centro de la escena como para seguir esperando algo bueno de ellas.

El salto al gran público de esas criptomonedas¹⁴ se inició en 2011, y su interés aumentó rápidamente, en especial, durante el ascenso vertiginoso de Bitcoin, en abril de 2013 porque hubo empresas que empezaron a considerar en serio el Bitcoin y algunos emprendedores bien financiados aprovecharon la oportunidad de montar centros de cambio moneda real-Bitcoin. In-

cluso, en 2014, Reino Unido se plantea el estudio de las criptomonedas como posible instrumento dentro de su economía, pero por el momento se ha quedado en eso, un mero estudio.

En junio de 2021, el gobierno populista de El Salvador lo convierte en el primer país que acepta Bitcoin como moneda legalmente admitida, pero por el momento no se puede decir que esta decisión haya favorecido la débil economía de ese país. También en 2021, Cuba decide aceptar Bitcoin como moneda legal¹⁵, pero quizás esto sea sólo un esfuerzo más para eludir el bloqueo económico aún vigente al que los EEUU tiene sometida a la isla caribeña.

China condena este mercado monetario digital

La gran medida que marca más el futuro esperable de las criptomonedas la toma China¹⁶ el 21 de septiembre de 2021. En esa fecha el gobierno chino prohíbe todo **uso, transacción, minado o negociación** de o con criptomonedas con la excusa de evitar fugas de capital¹⁷. De esta manera, China se ha convertido en el primer país en condenar este mercado monetario digital. Por su parte, en abril de 2022, la Unión Europea saca una ley que prohíbe el anonimato

¹¹Ver <https://web.archive.org/web/20161109135148/http://www.ticbeat.com/sim/huawei-adelanta-la-llegada-del-5g-al-mundial-de-rusia-de-2018>

¹²Ver <https://www.xatakamovil.com/conectividad/5g-todavia-no-se-ha-desplegado-china-habla-6g>

¹³Ver <https://www.xatakamovil.com/nuevo/6g-toda-informacion>

¹⁴Ver https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_bitcoin

¹⁵Ver <https://www.cnn.com/2021/08/27/cubas-central-bank-now-recognizes-cryptocurrencies-like-bitcoin.html>

¹⁶Ver <https://www.bbc.com/news/technology-58678907>

¹⁷Ver <https://www.bbc.com/news/technology-25428866>



**NO HAY UN
VASO MEDIO
LLENO EN
CIBERSEGURIDAD.**

VALIDA.

Chequea tu superficie de ataque **completa.**



PENTERA

Pon Pentera a Prueba

Descubre más en www.pentera.io

to a la hora de utilizar criptomonedas, que es un ataque frontal y mortal a la esencia de las criptomonedas cual es el de ser únicas y anónimas.

En todo este tinglado, bastante circense y siempre cara a la galería de la opinión pública, están (1) el minado de criptomonedas y (2) la Cadena de Bloques, más conocida como Blockchain. Resumiendo mucho, podemos decir que el peligro de las monedas digitales es que no son únicas (como todo lo digital) y uno podría gastar la misma moneda dos o más veces (¡vaya chollo!). Eso ya se sabía a principios de la década de los 80 que fue cuando David Lee Chaum¹⁸ y otros¹⁹ plantearon la posibilidad de un equivalente digital al dinero físico y esencialmente anónimo²⁰ y fue entonces como llegaron a la conclusión de que lo único que se podía hacer era hacer que la transacción de valores fuese esencialmente única.



Bitcoin y las demás criptomonedas en general, sólo han quedado como mecanismo de financiación del cibercrimen, el pago de rescates de ransomware, y como casino especulativo que detrae monedas del mundo no digital para enterrarlas en un gran sistema virtual donde la especulación es la reina, y la improductividad la esencia.

ra desarrollarlo para alterar alguna de las transacciones contenidas en ella. Ese trabajo computacional hercúleo consiste en encontrar pseudo-colisiones²² (parciales) en funciones hash criptográficamente se-

18 de agosto de 2022, ese gasto fue de 197.681 TeraHashes/segundo, es decir, casi dos mil veces mayor (tres órdenes de magnitud mas).

Se estima²⁵ que el consumo de energía de este proceso alcanzará su punto máximo en 2024 consumiendo alrededor de **297 TeraWattios por hora** y generando alrededor de **130 millones de toneladas métricas de emisiones de CO₂**, cantidades que superan



Es inconcebible que se pueda estar gastando tantísima energía y arruinando de esa manera nuestro planeta para tener en pie un casino digital en el que solo habita el fraude piramidal y el delirio colectivo. Está claro que la digitalización como fenómeno en sí, y sus tecnologías asociadas, tienen mucho que decir en la acelerada destrucción de la habitabilidad de nuestra biosfera que es el único lugar en el que podemos vivir.

Un único “libro de asientos”

Para eso hacía y hace falta que alguien apunte todas las transacciones en un único “libro de asientos” aceptado por todos. Como los bancos no estaban dispuestos a desaparecer en aras a la creación de un único libro, abandonaron esas ideas alocadas y autodestructivas para centrarse en lo que en aquellos días se llamaban “monederos electrónicos” que al principio tampoco tuvo

guras o en algunas funciones construidas sobre ellas.

La implementación de Bitcoin y otras criptomonedas propicia que unos “mineros” gasten continuamente Gigawatios de energía eléctrica (y generen Gigatoneladas²³ de CO₂) en sus granjas de GPUs²⁴ de última generación para ver quién es el que encuentra primero una pseudo-colisión y se lleva el premio (en bitcoins). El 24 de junio de 2013 el gasto en el Blockchain de Bitcoin cruzó los 100 TeraHashes por segundo. El

la producción anual total de emisiones de gases de efecto invernadero de países de tamaño medio en Europa, como Italia o la República Checa.

Es inconcebible que se pueda estar gastando tantísima energía y arruinando de esa manera nuestro planeta para tener en pie un casino digital en el que solo habita el fraude piramidal y el delirio colectivo²⁶. Está claro que la digitalización como fenómeno en sí, y sus tecnologías asociadas directa o indirectamente, tienen mucho que decir en la acelerada destrucción de la habitabilidad de nuestra biosfera que

es el único lugar en el que podemos vivir.

Las generaciones más jóvenes no pueden permitir, ni ser cómplices ignorantes, y menos aún excusa, para la destrucción de nuestro futuro, de nuestra sostenibilidad, con decisiones sin suficiente publicidad y pedagogía, con clara alevosía²⁷ y sin dar explicaciones de cómo evoluciona la tecnología y el impacto que realmente tiene la digitalización sobre el clima.

A fin de cuentas, es necesario saber antes de desplegar cualquier tecnología o servicio cómo afectan éstos a la calidad y la capacidad de albergar la vida en la superficie de este planeta. A lo mejor las chorradas de TikTok, las narcisadas de Instagram o el mero culto/adicción al móvil, a la universalidad y a la inmediatez no resultan tan inocuas a nuestros ojos si pensamos en un planeta cada vez más caliente, seco e inhabitable. ■

JORGE DÁVILA

Consultor independiente
Director
Laboratorio de Criptografía
LSIIS – Facultad
de Informática – UPM
jdavila@fi.upm.es

¹⁸Ver https://en.wikipedia.org/wiki/David_Chaum

¹⁹Ver A. T. Sherman, F. Javani, H. Zhang, E. Golaszewski: “On the Origins and Variations of Blockchain Technologies”. IEEE Security & Privacy. (January–February 2019) 17 (1): 72–77. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1810/1810.06130.pdf> ²⁰ Ver David Chaum: “Computer Systems Established, Maintained, and Trusted by Mutually Suspicious Groups”, Memorandum No. UCB/ERL M79/10. 22 February 1979. <https://chaum.com/wp-content/uploads/2022/02/techrep.pdf>

²¹Ver <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>

²²Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Hash_collision

²³Ver https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/criptomonedas-huella-carbono-dinero-digital_16761

²⁴Ver https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_processing_unit

²⁵Ver Varios autores: “Policy assessments for the carbon emission flows and sustainability of Bitcoin blockchain operation in China”. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-22256-3.pdf>

²⁶Posner, Eric: “Fool’s Gold: Bitcoin is a Ponzi scheme—the Internet’s favorite currency will collapse”. Slate. 11 abril de 2013. <https://slate.com/news-and-politics/2013/04/bitcoin-is-a-ponzi-scheme-the-internet-currency-will-collapse.html>

²⁷Alevosía: 1. f. Cautela para asegurar la comisión de un delito contra las personas, sin riesgo para el delincuente. Es circunstancia agravante de la responsabilidad criminal. 2. f. Traición, perfidia.